



Comune di Modena

Direttore progetto editoriale
Editorial director
Alessandra Maiarelli

Progetto grafico/Design
Studio Montanari

Impaginazione/Layout
Vanessa Marcuzzi

Copertina (edizione brossura)
/Cover (booklet edition)
Tead Beqiraj

Traduzioni/Translators
pp. 22>27, 30>59, 60>142
Shoshanna Zuckerman

pp. 30>59, 60>142,
156>171, 190>201
Lisa Marie Gelhaus

pp. 30>59, 60>142 230>251
Angela Maria Sturniolo

pp. 9, 13, 15
Julia Cockroft

pp. 60>142, 276>279,
Kate Gralton

pp. 60>142, 294>301
Sonia Ter Hovanessian

Le pagine seguenti sono
stati tradotte dagli autori
The following pages
have been translated
by the authors:

pp. 172>177, 178>189,
204>217, 218>227, 252>263,
264>267, 268>273, 280>285,
286>293

Referenze fotografiche /
Photo Credits

Stefano Alfieri 283 dx, 285

Peppe Avallone IV copertina

Carlo Blasi 281, 288, 290, 291

Rossella Cadignani 18, 22,
24, 25, 26, 32, 35, 45 sx, 72,
85 basso, 107 basso, 108 alto,
130 alto e centro-sx, 141,
156, 172, 178, 233, 235, 236,
238, 241, 242 alto e centro,
246, 247, 248, 249 sx, 251,
258 sx, 280

Eva Coïsson 283 sx, 292 alto

Camilla Colla 221, 223, 226, 227

Donato Labate 200

Grazia Lanzoni 256, 257

Saverio Lomartire 87 sx,
90 centro, 93 centro, 103 alto-sx,
108 basso, 113, 114 alto-dx e
centro-sx, 117, 123 basso-sx,
124 alto e penultima, 127 centro,
128 basso-sx, 130 centro

Stefano Lugli 45 dx, 78, 90
alto, 182>188, 242 basso,
252, 255, 258 dx, 262, 276

Bruno Marchetti 60, 74, 83,
85 alto, 86, 87 dx, 90 basso, 92,
93 sx e dx, 103, 114 alto-sx,
centro e basso, 117, 118, 124
sec, 127 basso, 128, 133 basso,
140, 144>155, 157, 161, 174,
190, 204, 218, 230, 319

Umberto Orlandini 4, 30

Giorgio Pallotti 264, 267

Ghigo Roli copertina cartonato,
8, 10, 12, 14, 314

Firenze, Soprintendenza
Speciale per il Patrimonio
Storico, Artistico ed
Etnoantropologico
e per il Polo Museale
della città di Firenze 170

Foto Museo G. Panini 309

Mirabilia Italie, Panini 127

Museo Civico d'Arte 65,
107, 111, 123 alto, sx basso,
124 ultima, 133 alto

*Il battistero di Parma.
Iconografia, iconologia, fonti
letterarie* a cura di Giorgio
Schianchi, 1999, Vita
e pensiero, Milano 111

Archivio "Arcadia Ricerche"
277, 279, 294>301

Archivio "La Maddalena
Restauri d'Arte snc"
238 alto-dx, 268>273,

Ditta "Guerrino Pivato spa"
245, 249 ds, 286, 292 basso

©2010
luca sossella editore srl
via Garigliano 74a
00198 Roma
info@lucasossellaeditore.it
www.lucasossellaeditore.it
©agli autori

ISBN 9788889829912

La torre Ghirlandina

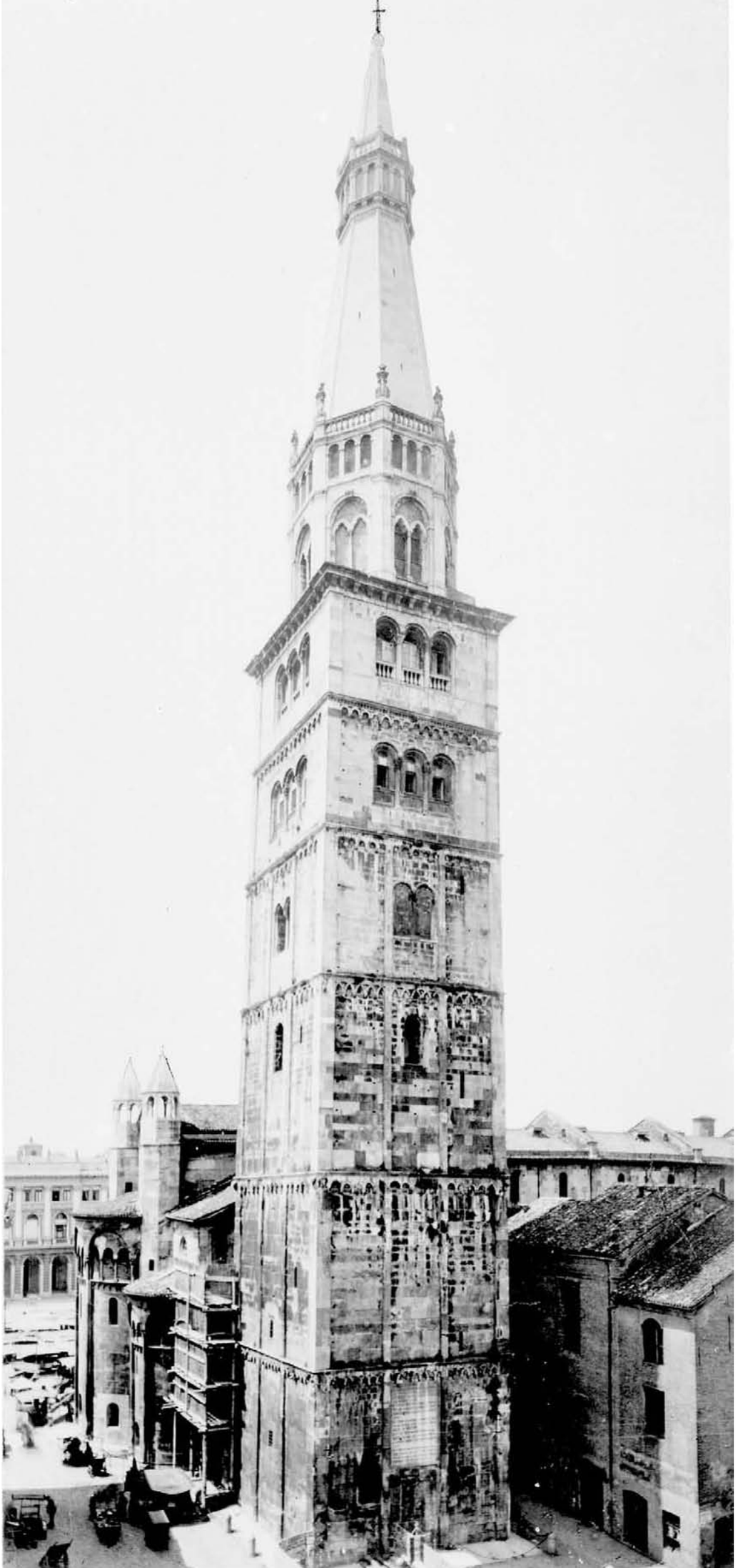
storia e restauro

The Ghirlandina Tower
History and restoration

A cura di/Edited by
Rossella Cadignani

con la collaborazione di
with the collaboration of
Stefano Lugli

luca
sossella
editore



Umberto Orlandini, 1898.
Fotomuseo G. Panini.

Indice
Index

†
7 **Piano dell'opera**
Publication Overview

9 Indirizzo di saluto Introductory remarks
Andrea Landi Presidente_Chairman
Fondazione Cassa di Risparmio di Modena
Paola Grifoni
Soprintendente_Superintendant, Beni Architettonici
e Paesaggistici per le province di Bologna, Modena e Reggio Emilia
Giorgio Pighi
Sindaco di Modena
Mayor of Modena
Antonino Marino
Assessore_Municipal Councillor
Lavori Pubblici Qualità e Sicurezza della Città

11 **Introduzione**
Introduction

13 Il restauro della Ghirlandina: un impegno per il futuro
The Restoration of the Ghirlandina Tower: a Committment to the Future
Carla Di Francesco

15 Il cantiere della Ghirlandina
The Ghirlandina Restoration Site
Rossella Cadignani

16 **L'archeologia, l'architettura e la decorazione**
Archeology, architecture and decoration

18 La struttura architettonica della torre al suo avvio
The Initial Architectural Structure of the Tower
Adriano Peroni

22 L'apparato scultoreo e le fasi di costruzione della Ghirlandina
The Sculptural Elements and Phases of Construction of the Ghirlandina Tower
Saverio Lomartire

28 Atlante delle sculture, delle mensole e dei capitelli
Atlas of the sculptures, shelves and capitals of the Ghirlandina Tower
Saverio Lomartire

30 La sala della Secchia e le decorazioni dipinte della torre
The Secchia Room and the Tower's painted decorations
Francesca Piccinini e Simona Pedrazzi

60 Indagine sui colori delle pitture murali della torre Ghirlandina
Investigation on the Colors of the Wall Paintings of the Ghirlandina Tower
Pietro Baraldi

143 I materiali da costruzione nell'interno della torre: le pietre, i mattoni, le malte, gli intonaci
The building materials inside the Tower: stones, bricks, mortars and plasters
S. Lugli, S. Marchetti Dori, K. Zolli, C. Melloni, S. Pedrazzi e C. Maiorano

156 I periodi della Ghirlandina: la lettura stratigraflca degli alzati
The Ghirlandina's Historical Periods: A Stratigraphic Reading of the Floor Elevations
Donato Labate

172 **La struttura**
The structure

178 Uno studio sulla stabilità della torre Ghirlandina
A Study of the Ghirlandina Tower's Stability
Angelo Di Tommaso, Renato Lancellotta, Francesco Focacci e Federica Romaro

190 Prove non distruttive e semidistruttive per la caratterizzazione delle murature della torre Ghirlandina di Modena
Non-destructive and minor-destructive tests for masonry characterization of the ghirlandina Tower in Modena
Camilla Colla e Giovanni Pascale

202 **Il restauro**
The restoration

204 La torre restaurata
The Restored Tower
Rossella Cadignani, Franco Valli e Fabrizio Lugli

218 Le balconate e le pietre della cuspide: dal rilievo al restauro
The balconies and the stones of the cusp: from the survey to the restoration
Stefano Lugli, Grazia Lanzoni e Carlotta Melloni

228 Antiche tracce di vita riportate alla luce dal restauro
Ancient signs of life brought to light by restoration works
Cesare Andrea Papazzoni, Stefano Lugli e Giorgio Pallotti

230 La scala lignea: restauro conservativo e rinforzo strutturale
The wooden staircase: conservative restoration and structural reinforcement
Gian Maria Manvati

252 **La prevenzione**
The prevention

264 La prevenzione come "cultura" nella conservazione
Making prevention the standard in conservation
Guido Biscontin

268 Le cerchiature: minimi interventi per la stabilità
Encircling ties: minimal interventions for the stability
Eva Coïsson e Stefano Alfieri

274 Attenuazione dei picchi di tensione nelle pietre dei paramenti esterni
Reduction of the stress peaks in the stones of the external facing
Carlo Blasi e Eva Coïsson

276 La manutenzione dei paramenti lapidei per la torre Ghirlandina
Maintenance of the external stonewalls for the Ghirlandina Tower
Guido Driussi, Zeno Morabito e Mauro Tonon

280 **Apparati**
Appendixes

286 Bibliografia
Bibliography

294 Gli autori
Authors

302 **Ringraziamenti**
Acknowledgments

304
310
315

COMITATO SCIENTIFICO SCIENTIFIC COMMITTEE

Comune di Modena
For the City of Modena

Antonino Marino
Assessore ai Lavori Pubblici Qualità e Sicurezza della Città, Sport
Municipal Councillor for Public Works City Quality and Safety, Sport

Fabrizio Lugli
Dirigente del Settore Lavori pubblici
Manager, Department of Public Works

Rossella Cadignani
Dirigente del Servizio edilizia storica e coordinatrice del Comitato
Manager, Registry of Historical Buildings and Scientific Committe Coordinator

Francesca Piccinini
Direttrice del Museo Civico e coordinatrice del Comitato di pilotaggio del sito Unesco
Director, Museo Civico and Coordinator of the Unesco Site Steering Committee

Alessandro Annovi
Dirigente Servizio Risorse e Territorio
Manager, Resources and Territory Department for the Environmental Protection Section

Altri enti/Representatives of Other Organizations

Franco Tazzioli
Segretario generale della Fondazione Cassa di Risparmio di Modena
Secretary General of the Fondazione Cassa di Risparmio di Modena

Paola Grifoni
Soprintendente per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le province di Bologna, Modena e Reggio Emilia,
Superintendant for Architectural and Landscape Cultural Heritage for the provinces of Bologna, Modena and Reggio Emilia

Graziella Polidori
Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le province di Bologna, Modena e Reggio Emilia,
Superintendency for Architectural and Landscape Cultural Heritage for the provinces of Bologna, Modena and Reggio Emilia

Donato Labate
Soprintendenza per i Beni Archeologici Regione Emilia-Romagna
Superintendency for Architectural Heritage of the Region of Emilia-Romagna

Pier Paolo Bonacini
Deputazione di Storia Patria per le antiche Province Modenesi
National Historical Delegation for the Ancient Provinces of Modena

Esperti
Experts

Guido Biscontin
Dipartimento di Scienze ambientali dell'Università Ca' Foscari di Venezia
Department of Environmental Sciences, Ca' Foscari University (Venice)

Carlo Blasi
Dipartimento di Ingegneria civile, dell'ambiente, del territorio e architettura dell'Università di Parma
Department of Civil Engineering Environment, Territory, and Architecture, University of Parma

Renato Lancellotta
Dipartimento di Ingegneria strutturale e geotecnica del Politecnico di Torino
Department of Structural and geotechnical Engineering, Turin Polytechnic University

Stefano Lugli
Dipartimento di Scienze della terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia
Department of Earth Sciences, University of Modena and Reggio Emilia

Angelo di Tommaso
Dipartimento di Costruzione dell'architettura dell'Università IUAV di Venezia
Department of Architectural Engineering, IUAV University (Venice)

Altri collaboratori
Additional Partners

Alessandro Capra
Dipartimento di Ingegneria meccanica e civile dell'Università di Modena e Reggio Emilia
Department of Civil and Mechanical Engineering, University of Modena and Reggio Emilia

Cristina Dieghi
ricercatrice
Research Associate

Avvertenza Quando le figure sono indicate con una sigla, la stessa va riferita alla posizione dell'immagine nell'*Atlante delle scutture, delle mensole e dei capitelli*, alle pagine 143>155.

Instruction Abbreviations on figures refer to their position in the *Atlas of sculptures, corbels and capitals*, at pages 143>155.

La torre Ghirlandina
Piano dell'opera

Questo secondo volume presenta i risultati delle prime fasi del restauro e raccoglie nuovi interessanti studi eseguiti durante lo svolgimento dei lavori nel periodo 2009/2010. Lo studio dell'apparato scultoreo, la definizione delle fasi costruttive e le recenti analisi dinamiche sulla stabilità della torre, fino al piano di manutenzione, sono il completamento dell'importante lavoro conoscitivo effettuato durante la campagna di restauri.

È finanziato con il contributo della Fondazione Cassa di Risparmio di Modena che, oltre a sostenere il costo del restauro, ha permesso la divulgazione del corposo materiale elaborato per l'intervento.

Il supporto informatico allegato raccoglie ulteriori contributi che permettono l'aggiornamento degli studi compiuti negli anni scorsi sul materiale lapideo e sui movimenti verticali del suolo.

The Ghirlandina Tower
Publication Overview

This second volume presents the results of the early restoration phases as well as new and interesting studies that were carried out while restoration was in progress from 2009/2010. The study of the sculptorial works, the definition of the phases of construction, and recent dynamic analyses of the Tower's stability, as well as the maintenance plan constitute a complete approach to the significant knowledge base gained during the restoration campaign.

The work was financed by The Fondazione Cassa di Risparmio di Modena, who besides supporting funding for the restoration itself, have leveraged communication of the project's monumental documentation.

The attached data storage disk presents further contributions that provide recent updates on the stone materials and on the vertical movement of the underlying terrain.



M. S. C5 13

Con l'edizione del secondo volume sui restauri della torre civica Ghirlandina, la ricognizione dell'eccezionale intervento che ha caratterizzato gli ultimi tre anni della storia del monumento, simbolo della città di Modena, può dirsi completa.

Se nella prima pubblicazione si sono illustrati principalmente gli aspetti teorici connessi al restauro (gli studi preparatori, le indagini archeologiche del sottosuolo e la classificazione del paramento lapideo), in questa seconda edizione si entra nel vivo dell'intervento, presentando l'esito finale dei lavori e i risultati delle ricerche sull'apparato decorativo, riportato alla luce dopo un'accurata ripulitura.

I restauri, sempre condotti con tecniche a basso impatto ambientale per garantire il rispetto delle patine antiche, hanno permesso di riscoprire dettagli affascinanti: fossili, incisioni lasciate dalle maestranze che operarono in precedenti restauri, elementi architettonici che prima erano coperti da muschi e croste.

Il risultato finale dell'intervento è quindi motivo di grande soddisfazione per la Fondazione Cassa di Risparmio di Modena, che ne è stata anche il principale finanziatore. In considerazione del valore straordinario del monumento che, insieme alla cattedrale e alla Piazza Grande, fa parte della lista dei siti dichiarati Patrimonio Mondiale dell'Unesco, sono stati stanziati per questo restauro tre milioni di euro. La cifra è stata successivamente integrata dalla Regione Emilia-Romagna con ulteriori duecentomila euro.

L'iniziativa si inserisce nel contesto generale degli interventi promossi a favore del recupero e della valorizzazione dei monumenti storici, che per la Fondazione costituiscono un obiettivo prioritario. Basti ricordare che nel triennio 2007-2009 il 40% delle risorse complessivamente disponibili per il settore culturale sono state impiegate per finanziare restauri e interventi edilizi a favore del patrimonio storico. Tra questi ci sono le opere della cattedrale di Modena che si sono svolte in parallelo a quelle della torre, oltre a una serie di cantieri riferiti a chiese del centro storico e ad altri immobili da rendere fruibili a nuovi usi civili, a cominciare dalla grande operazione di riqualificazione dell'ex ospedale Sant'Agostino che vede la Fondazione coinvolta direttamente in un progetto condiviso con il Ministero dei beni culturali e il Comune di Modena.

Andrea Landi
Presidente ~ Chairman
FONDAZIONE
Cassa di Risparmio di Modena

With the release of the second edition of the book on the restoration of the Ghirlandina municipal Tower, the recognition for the extraordinary interventions which have characterized the last three years of the history of this monument, symbol of the city of Modena, could finally be called complete. If, for example, in the first publication the principle issues were regarding the theoretical aspects related to the restoration, introducing the preparatory studies, archaeological surveys of the subsoil and the classification of the stone facing, in this second edition we delve fully into the intervention itself, revealing the final outcome and the results of the research on the decorative face, brought to light after a thorough cleaning. The restoration, always conducted using techniques involving minimum environmental impact to keep the ancient patina intact, has revealed some fascinating details: fossils, carvings left by the craftsmen who worked on previous restorations, and architectural elements that were covered by moss and black crusts.

The Foundazione Cassa di Risparmio di Modena, the primary sponsor of the intervention, is therefore extremely satisfied with the results: in acknowledgement of the extraordinary value of the monument which, along with the Cathedral and Piazza Grande, has been listed as one of the "world heritage" sites declared by Unesco, three million euro were allocated for its restoration.

This figure was later supplemented with a further 200 thousand euro by the Region of Emilia-Romagna. The intiative is part of a general trend supporting interventions for the recovery and appreciation of historical monuments, which is a top priority for the Foundation. Just remember that between 2007-2009, 40% of the total resources available for the cultural sector were used to finance renovation and construction projects in favor of historical heritage.

Among these is the work on the cathedral of Modena, that took place at the same time as that on the Tower, as well as a number of sites related to churches in the historic centre and other buildings restored for new public uses, beginning with the enormous redevelopment of the former hospital of Sant'Agostino, a project in which the Foundation is directly involved in collaboration with the Ministry of Culture and the Council of Modena.



M. O. C5 03

Non accade spesso di poter scrivere di un lotto di lavori completato a distanza di pochi anni dall'inizio di un intervento di così grande rilevanza. Le complesse e delicate fasi di consolidamento e pulitura del materiale di rivestimento della torre Ghirlandina sono state un lavoro che necessitava di essere seguito con estrema attenzione e competenza per consentire che fosse mantenuta e conservata la patina che il tempo aveva depositato sulle superfici lapidee. È solamente grazie alla sinergia dei vari enti interessati, a chi ha condotto il restauro, a chi l'ha eseguito, a chi l'ha supervisionato e accompagnato e ai sostanziali contributi della Fondazione Cassa di Risparmio di Modena che questo è potuto accadere, con i risultati raggiunti.

Proprio in questi ultimi anni in cui la promozione culturale, la conoscenza, l'esercizio della tutela sono sempre più seguiti dai media e dal mondo accademico, ci si trova di fronte alle notevoli difficoltà operative causate da una forte riduzione di finanziamenti statali, che non consente di attuare interventi tesi a raggiungere importanti obiettivi. È, perciò, sempre più encomiabile il ruolo dei funzionari tecnici degli enti pubblici che, con dedizione e competenza, portano avanti il loro compito di progettazione, di direzione dei lavori, di tutela e di controllo.

Ed è grazie allo sforzo economico cui, con grande sensibilità, le Fondazioni aderiscono che possiamo assistere a questi miracoli.

E non credo di usare un termine esagerato; se è un miracolo che la Ghirlandina sia giunta fino a noi in condizioni, tutto sommato, buone sotto il profilo statico, pur se altamente degradate nella conservazione delle superfici lapidee e nelle decorazioni scultoree, è altresì un miracolo vedere come sia ormai quasi completamente restituita al pubblico godimento.

Paola Grifoni
Soprintendente per i Beni Architettonici e Paesaggistici per le province di Bologna, Modena e Reggio Emilia
Superintendant for Architectural and Landscape Cultural Heritage for the provinces of Bologna, Modena and Reggio Emilia

One does not often have the opportunity to write about works that have been completed in such a short number of years ago, so soon after such an important project was undertaken.

The complex and delicate phases of consolidation and clean-up of materials used in the Ghirlandina Tower decoration required extreme attention and competence in order to preserve the patina that time had deposited on the stone surfaces. So I would like to thank the various groups that worked together, those who led the restoration, those who actually did the work, those who supervised and contributed and The Fondazione Cassa di Risparmio di Modena for its substantial contributions. It is thanks to these groups that we were able to reach such significant results.

In the past few years the promotion of culture, knowledge, and preservation have been increasingly scrutinized by the media and by the academic world. In recent times operations have been difficult because of a strong reduction in national funds and financing and this causes remarkable practical obstacles to reaching important goals. So the role of public technician, dedicated and competent, who carries forward his/her tasks in works direction, safeguarding and supervision has become increasingly important.

And it is thanks to the financial support provided with great sensitivity, the Foundations join the effort and as a result we witness these miracles. And I don't believe the term is an exaggeration; if it is a miracle that the Ghirlandina has come down to us in relatively good conditions from a static point of view – although highly degraded in terms of preservation of the stone surfaces, and of the sculptural decorations – it is even more a miracle to see that the Tower is almost completely restored and ready to be released for public enjoyment.


M. N. C5 09

Il rilievo artistico-architettonico della Ghirlandina e il suo ruolo storico di "monumento simbolo" della nostra città, suggeriscono l'opportunità di un impegno straordinario nel restauro in corso, ma anche la valorizzazione e la diffusione di studi e analisi sulla storia del monumento e sulle sue particolarità costruttive, strutturali, artistiche.

Questo secondo volume dedicato alla torre civica di Modena è un importante contributo di approfondimento specialistico e scientifico, un omaggio alla Ghirlandina come oggetto di profondo interesse culturale e di scoperta dei singoli particolari che ne hanno fatto la storia e che l'arricchiscono.

È dunque un'iniziativa editoriale quanto mai apprezzabile, coerente con il particolare sforzo che già da qualche anno stiamo attuando per la "riscoperta" e la valorizzazione del passato del nostro territorio, per il pieno recupero di monumenti e luoghi di rilevanza architettonica o storica, con immersioni sempre più lunghe e profonde nella nostra storia.

Modena è depositaria di un grande patrimonio culturale che la può caratterizzare a pieno titolo come città di rilievo europeo, non solo per la particolare bellezza dei suoi monumenti, ma anche per la ricchezza della documentazione che vi è custodita, testimonianza di un percorso millenario che ha visto la nostra città protagonista nella storia della civiltà europea.

Abbiamo il compito di tutelare e di valorizzare questo prezioso patrimonio favorendone la conoscenza tra le giovani generazioni e, come testimonia la cura che stiamo dedicando al progetto di restauro della Ghirlandina, promuovendo la piena consapevolezza che esso non è solo insigne espressione d'arte e cultura, ma è parte vitale della nostra storia, matrice della nostra identità e dei valori della comunità modenese.

Giorgio Pighi
Sindaco di Modena ~ Mayor of Modena

The artistic and architectural importance of Ghirlandina and it's historical role as a "monumental symbol" of our city, rightly suggests an extraordinary commitment to the restoration in progress, but also the value of the widespread studies and analysis on the history of this illustrious monument and the uniqueness of its construction and structural and artistic details.

This second volume devoted to the "City Tower" in Modena is an important contribution to scientific and specialized study, a tribute to the Ghirlandina as an object of deep cultural interest and the discovery of all the individual aspects that have made and enriched history.

It is therefore a much appreciated editorial initiative, consistent with the special effort that we have already implemented over the last few years in the "rediscovery" and the value enhancement of our country's past, for the full recovery of monuments and sites of architectual or historical significance, "delving" increasingly deeper and further into our history.

Modena is a repository of great cultural heritage that could be characterised by the fully fledged title of "City of European Significance" not only for the special beauty of it's monuments, but also for the wealth of the documentation that is kept there, testimony of a thousand year journey that has shown our city to be a protagonist in the history of European civilization.

We have a vast and precious patrimony that we have the task of protecting and transmitting the value of this knowledge to the younger generation, above all, by demonstrating the care that we are devoting to the project of restoration of the Ghirlandina, promoting a total awareness that this is not only a remarkable expression of art and culture but is a vital part of our history, matrix of the identity and values of the community of Modena.



M. O. C5 06

L'elemento architettonico maggiormente rappresentativo della città di Modena continua a essere pregevole occasione di studio e di ricerca scientifica, nonché di crescita culturale per la collettività.

La torre civica, monumento storico e artistico riconosciuto Patrimonio Mondiale dell'Unesco, aggrega intorno a sé un connubio di arte e scienza, vantando un valore aggiunto di carattere sociale e civico riscontrabile nella sua prerogativa di suscitare nei cittadini senso e sentimento di appartenenza alla città. È un sentimento di coesione sociale meritevole di tutela al pari di questo nostro bene storico che continua a beneficiare della preziosa attenzione da parte della Fondazione Cassa di Risparmio.

Per enfatizzare questi valori storici, artistici e scientifici, così come quelli etici e identitari, consegniamo alla comunità scientifica e alla collettività la testimonianza della cura prestata al nostro monumento attraverso questa seconda pubblicazione dedicata ai restauri della torre civica Ghirlandina. L'apporto interdisciplinare che ha caratterizzato l'intervento ha permesso di ampliare in modo significativo il patrimonio di conoscenze finora disponibile. La capacità di mettere in relazione tra loro le singole esperienze ha consentito la realizzazione di un restauro che possiamo definire esemplare per metodologia e prassi applicativa e che è ben rappresentato in questo volume.

Il grande impegno profuso per la tutela di questo straordinario monumento testimonia l'impegno dell'Amministrazione nel trasmettere alle future generazioni l'importante patrimonio storico-artistico di proprietà comunale.

Antonino Marino
Assessore ai Lavori Pubblici
Qualità e Sicurezza della Città, Sport
Municipal Councillor for Public Works
City Quality and Safety, Sport

The most representative architectural element of the city of Modena, continues to be a valuable opportunity for study and scientific research, and consequently, cultural growth for the community.

The historic and artistic monument of the Civic tower is considered an icon, wholly surrounded by art and science, recognized as a World Heritage Site, boasting, nevertheless, an added social and civic value with its prerogative to raise a sense of belonging in the citizens of Modena.

The feeling of social cohesion and our historical heritage both deserve to be equally protected and continue to benefit from the valuable support of The Fondazione Cassa di Risparmio di Modena.

To emphasize these historical, artistic, scientific values and also those related to a sense of ethics and identity, we offer the scientific community and citizens testimony of the care taken of our monument, with this second publication on the restoration of the Civic tower of Ghirlandina.

The interdisciplinary contributions to the restoration have in fact made significant contributions to increasing the wealth of knowledge which had been available till now. The ability to insert each individual experience into the context of a complex system has made this restoration exemplary in terms of its methodology and application, which is well represented in this volume.

The great efforts made to protect this extraordinary monument bears witness to the commitment of the Administration to transmit the important historical and artistic heritage of communal property to future generations.

Introduzione

Introduction

IL RESTAURO DELLA GHIRLANDINA: UN IMPEGNO PER IL FUTURO

THE RESTORATION OF THE GHIRLANDINA TOWER: A COMMITTMENT TO THE FUTURE

Carla Di Francesco

Panorama verso l'Appennino ripreso dalla balconata della torre.

Panoramic view on the Apennines taken from the Tower balcony.



La pubblicazione del secondo volume di studi sulla Ghirlandina testimonia ancora una volta come l'intervento di restauro in corso costituisca una formidabile occasione per svelare aspetti quasi del tutto sconosciuti di questo singolare manufatto architettonico, simbolo cittadino che, insieme al Duomo e a Piazza Grande, nel 1997 è entrato a far parte della lista dei siti dichiarati dall'Unesco Patrimonio Mondiale.

The publication of the second volume of studies on the Ghirlandina is once again a demonstration of how the ongoing restoration work creates a wonderful opportunity to reveal the all but unknown aspects of the singular architectural construction, a national symbol that, together with the Duomo and Piazza Grande, in 1997 joined the list of the Unesco World Heritage sites.

A distanza di poco più di un anno e mezzo dalla pubblicazione del primo rapporto dal titolo *La torre Ghirlandina, un progetto per la conservazione*, si è sentita l'esigenza di dar conto dello stato di avanzamento delle attività nel frattempo svolte in cantiere e di quella molteplicità di indagini storico-materiali, scientifiche, statico-strutturali che le affiancano e le supportano; si tratta di un significativo aggiornamento e approfondimento tematico a tutto campo, al quale deve essere dato il valore di tappa ancora intermedia di un percorso conoscitivo e metodologico che – per l'impostazione che si è data al lavoro – non potrà mai dirsi concluso, neppure con lo smontaggio dei ponteggi o alla chiusura tecnico-amministrativa del cantiere, perché, come vedremo, in quel momento si cominceranno ad applicare i protocolli di controllo e conservazione programmata fin da subito oculatamente previsti.

Di questo processo sono parte integrante tanto gli studi di diverse discipline quanto la manutenzione programmata.

In primo luogo i contributi scientifici che indagano il monumento nella sua consistenza storico-materiale: ad Adriano Peroni si deve quello sui livelli di fondazione; Saverio Lomartire affronta per la prima volta lo studio completo dell'apparato scultoreo costituito dai capitelli, dalle mensole, dalle sculture angolari, utilizzando i risultati per individuare fasi non ancora note della vicenda costruttiva della torre; Donato Labate incrocia la rilettura critica dei documenti con le rilevazioni archeometriche. La complessità della vicenda storico-costruttiva non consente ai tre studiosi, come era prevedibile, di giungere a conclusioni univoche, ma partendo dai loro diversi punti di vista è possibile formulare ragionate ipotesi per comprendere le fasi e i cantieri di edificazione della torre.

A questa serie di studi si affiancano indagini di laboratorio finalizzate alla caratterizzazione dei materiali della costruzione, a integrazione di quelle già a suo tempo effettuate sulle superfici lapidee: in particolare, il gruppo guidato da Stefano Lugli ha condotto una ricerca che ha portato a individuare, in base alla sabbia presente nell'impasto, diversi gruppi di malte utilizzate nella costruzione. Dopo l'analisi strutturale statica e dinamica già pubblicata nel primo volume, il gruppo coordinato da Angelo Di

A little over one and half year from the publication of the first report, entitled *The Ghirlandina Tower, a project for the preservation*, the necessity was felt to give an account of the process of the activities that have in the meantime been carried out on the work site and the multiple investigations on historical materials, scientific surveys, structural analysis that have side by side been supportive; this is a significant update and thematic in-depth across the board, which must be given the value of an intermediate stage of an understanding and methodological process that – according to the setting given to the work – can never be complete, not even when the scaffolds are dismantled nor when the technical-administrative closes the work site, because, as we shall see, from that moment the control protocols and planned preservation will immediately be applicable.

Of this process many studies of different disciplines are an integrated part as is the maintenance program.

Firstly, the scientific contribution that investigates the monument in its consistence of its historical-material: the foundation was dealt by Adriano Peroni; Saverio Lomartire deals for the first time with the complete study of the sculptural apparatus made up of the capitals, of the corbels, of the corner sculptures, using the results to find phases not yet known of the building of the tower; Donato Labate cross-checked the critical rereading of the documents with the archaeometrical investigations. The complexity of the constructive historical events does not allow the three scholars, as expected, to reach unequivocal conclusions, but from their point of view it is possible to formulate a reasoned assumption to understand the phases and work sites for the construction of the tower.

To these series of studies are flanked laboratory investigations aimed at the characterization of construction materials, in addition to those already carried out on the stones surface: in particular, the group led by Stefano Lugli conducted a research that led to the identification, based on the sand found in the mixture, of different groups of mortar used in the construction. After the dynamic and structural analysis already published in the first volume, the group coordinated by Angelo Di Tommaso,

Tommaso, con il supporto di numerose prove sulle murature, si dedica qui alla stabilità della torre e al suo comportamento in caso di sisma; unito ai monitoraggi periodici, e a tutti gli apporti relativi al tema della sicurezza statica, questo studio fornisce finalmente dati esaustivi a chi ha la responsabilità della gestione del monumento, gettando le basi per i successivi controlli a cui dovrà essere subordinata ogni azione.
Ci si avvia così alla formazione di un patrimonio di informazioni destinate a integrare le conoscenze iniziali e a comporre con esse un quadro della Ghirlandina il più completo possibile al momento attuale.
Tutto il complesso degli studi e delle indagini risponde al corretto principio secondo il quale più profonda e completa è la conoscenza dell'oggetto, minori sono gli elementi di incertezza e, di conseguenza, più circoscritti e mirati saranno gli interventi, improntati a dare una risposta ai punti evidenti di crisi e problematicità, passando attraverso il vaglio del confronto diretto con il cantiere, che affina le soluzioni.
Scaturiscono da questa metodologia le particolari cerchiature progettate da Carlo Blasi, i lavori sulle balconate e più in generale quelli finora eseguiti, descritti da Rossella Cadignani, Franco Valli e Fabrizio Lugli.
Il cantiere, inteso come azione di verifica del progetto e conseguente attuazione delle previsioni, si offre come un insieme ragionato di scelte improntate al principio del minimo intervento, spiegate qui con grande chiarezza e ricca documentazione.
Se quanto detto testimonia lo stato dell'arte, è lecito chiedersi cosa accadrà della Ghirlandina dopo tanti studi, indagini, lavori, al momento in cui saranno smontati i ponteggi: se nella prassi corrente è uso che si svolga una solenne inaugurazione e poi, dopo qualche decennio, ci si ponga il problema di iniziare un nuovo oneroso progetto e cantiere di restauro, in questo caso, al contrario, si dichiara immediatamente la volontà di proseguire il cammino iniziato attraverso la stesura di un piano di manutenzione che costituisce un serio impegno per il futuro. Del resto la dichiarazione dell'Unesco è un prestigioso riconoscimento, ma implica anche la responsabilità di mantenere e trasmettere al futuro il patrimonio

with the support of
numerous trials on the walls,
is dedicated here to the stability
of the tower and its behavior
in case of an earthquake; together
with periodic monitoring and all
relevant contributions regarding
the structural safety, this study
finally gives an exhaustive data to
who is responsible for managing
the monument, creating the
basis for subsequent inspections
that will be subject to any action.
The information patrimony
is put together and becomes
a supplement to the initial
knowledge and together
composes a picture of the
Ghirlandina as complete as
possible to date. The whole
complex of studies and surveys
correctly answers the principle
according to which more deep
and complete is the knowledge
of the object, less are the elements
of uncertainty and therefore,
more limited and targeted will
the interventions be, geared to
give a reply to evident crisis points
and problems, passing through
the sieve of direct comparison
with the work site, that refines
the solutions. From this
methodology arises the particular
encircling ties designed by Carlo
Blasi, the work on the balconies
and in general those up to now
carried out as described by
Rossella Cadignani, Franco Valli
and Fabrizio Lugli. The work
site, intended as verified action
of the project and subsequent
implementation of the forecast,
is offered as a reasoned set
of choices guided by the principle
of minimum intervention
explained with great clarity
and rich documentation.
If what said testifies the state
of art, it is rightful to ask oneself
what would happen to the
Ghirlandina after so many
studies, surveys, work, when the
time comes that the scaffolding
will be dismantled: if the routine
practice to use a solemn
inauguration takes place
and then, after a few decades,
the problem is posed whether
to start another work site with
a new costly project for the
restoration, in this case,
on the contrary, a declaration
immediately is made to willingly
continue the journey that
started with the drawing
up of a maintenance plan which
constitutes a serious commitment
to the future. Moreover,
the Unesco declaration
is a prestigious award, but
also implies the responsibility
to maintain and transmit
to the future the heritage

nella sua integrità materiale, affinché se ne possa perpetuare l'universalità del significato; non potremmo dunque assolvere a questo compito se non ci misurassimo concretamente con le problematiche conservative del futuro, affrontandole, d'ora in poi, con un approccio di prevenzione e cura continua, secondo il monito di Guido Biscontin. Il gruppo guidato da Guido Driussi predispone, sulla base di test specifici e di considerazioni sul rischio di degrado, il piano di manutenzione per la Ghirlandina, che deve tener conto della particolare difficoltà di ispezione sistematica e continua del monumento, dovuta alla sua singolare conformazione architettonica.

Nel piano si distingue, differenziando le procedure, tra parti raggiungibili e parti non raggiungibili, che saranno controllate a campione. In questo senso possiamo affermare che conoscenza, progetto e cantiere di restauro si collocano all'interno di un processo metodologico aperto, costituito da un *continuum* cadenzato di azioni di controllo e piccoli interventi o correttivi che si realizzeranno in conformità alle indicazioni del piano di manutenzione.

Decenni di studi, valutazione dei risultati, riflessioni sulla teoria e la prassi del restauro hanno portato la disciplina a utilizzare una terminologia differenziata e sempre più specialistica.

I termini *restauro*, *conservazione*, *manutenzione*, *prevenzione*, che corrispondono a momenti di azione e atteggiamenti culturali nei confronti dei manufatti storici, sono confluiti in altrettante definizioni del Codice dei beni culturali e del paesaggio.

Nel caso della Ghirlandina tuttavia questo lessico risulta parziale e inadeguato a descrivere la completezza del processo a cui si è dato avvio con il progetto e con il cantiere: dovremmo forse sostituirlo con un più generale e onnicomprensivo concetto di cura, nell'accezione letterale di "prova d'impegno nel perseguire un proposito o praticare una attività, nel provvedere a qualcuno o a qualcosa". In questa definizione è implicita una premura continuativa, una sollecitudine duratura verso il bene, che non si esaurisce nel lavoro di restauro e conservazione, ma assume quest'ultimo come occasione "straordinaria" per l'inizio di un processo che deve proseguire nel tempo.

of its material entirety, so that it can perpetuate the universality of its meaning. Therefore we cannot accomplish this task if we do not concretely measure the conservative problems of the future, facing them, from now on, with an approach of prevention and continued treatment according to Guido Biscontin's warning. The group led by Guido Druissi shall, on the basis of specific tests and considerations on the risk of degradation, plan the maintenance for the Ghirlandina, which must take into account the particular difficulties of systematic and continuous inspection of the monument, due to its unique architecture conformation. In the plan it stands out, differentiating the procedures, the parts easily reached and those unreachable, which will be spot checked.

In this regard we can affirm that the knowledge, project and restoration work site is placed in the inside of a methodologic open process, consisting of a continuous rhythmatic controlled action and small or corrective interventions that shall be made in conformity to the indications of the maintenance plan.

Decades of studies, evaluation of the results, reflextion of the theory and the restoration practice have bought the discipline to use a different terminology and always more specialized. The terms *restoration*, *preservation*, *maintenance*, *prevention*, that correspond to moments of action and cultural attitudes towards historical artifacts, have merged in as many definitions of the Code of cultural heritage and landscape.

In the case of the Ghirlandina, however, this vocabulary is partial and inadeguate to describe the completeness of the process that has begun with the project and with the work site: should we perhaps replace it with a more general and comprehensive concept of *care*, in the literal acceptance of "proof of commitment to pursue a purpose or practice an activity, to provide for someone or for something". Implicit in this definition is an ongoing concern, a lasting consideration towards the good, that does not end in the restoration and preservation work, but takes it as an "extraordinary" opportunity to start a process that must continue in time.

IL CANTIERE DELLA GHIRLANDINA
THE GHIRLANDINA RESTORATION SITE

Rossella Cadignani

Fissaggio delle parti disgregate eseguito prima della pulitura.

Fixing of the altered parts before cleaning.



Dal diario dei lavori: 9 aprile 2010 ore 6.
Il catenaccio cigola ripetutamente poi la piccola porta si apre, è ancora buio, l'aria è fredda.
Pian piano il cielo inizia a schiarire;
sempre più rapido, dal lato della via Emilia sorge un sole rosso sopra a una nebbia che, colpita dai raggi dal basso, mette in evidenza, quasi spuntassero dal mare, tutte le forme della città. È l'alba vista dalla cima della Ghirlandina. Verso sud l'Appennino è coperto di neve. Una troupe televisiva della Rai ha chiesto di fare delle riprese in diretta al mattino presto e un po' assonnati per l'ora inconsueta, abbiamo visto la città sorgere dalla nebbia mattutina assieme al sole: che emozione!

From the work log: April 9, 2010 6AM.
The bolt creaks over and over, and then the little door opens: it's still dark and the air is cold.
Very gradually the sky begins to brighten,
then faster and faster till on the Via Emilia side a red sun comes up over a layer of fog that, struck by the rays of the sun from below, highlights the city skyline so that it almost appears to be rising from out of the sea. This is dawn seen from the top of the Ghirlandina Tower. To the south, the Appennine mountains are covered with snow.
A troupe from the Italian National Television channel, RAI, has requested permission to film live at dawn so, unaccustomed to rising at this hour, we rather groggily watched the city emerge from the morning fog accompanied by the sun. What a thrill!

La storia di questo restauro è stata segnata da un susseguirsi di emozioni: l'imprevista attenzione al telo che copre il ponteggio, gli strappi ripetuti dal vento, i ritrovamenti singolari, i piccoli incidenti al personale, fino alle magnifiche viste che a ogni ora del giorno e dell'anno si godono da 78 metri d'altezza. Tutto ciò che accade sulla torre è amplificato: il sole è più caldo, il freddo è più intenso, il vento è più forte e urla da far paura, sconquassa e sferza con violenza la struttura. La neve e i piccioni entrano dalle feritoie, la pioggia si insinua nei punti più imprevisti. E così anche la gestione del cantiere non ha smentito tanta complessità. Per riassumere brevemente come si è articolato il restauro, va ricordato che il finanziamento complessivo dell'intervento è di tre milioni trecentoseimila euro.
Ai tre milioni erogati dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena e ai duecentomila della Regione Emilia-Romagna, si sono aggiunti un contributo di seimila euro del Rotary Club, che è stato utilizzato per il restauro della lapide dell'unità d'Italia posta sul lato nord della torre, e uno di centomila del Ministero per i beni e le attività culturali nell'ambito della tutela del sito Unesco. Il cantiere è iniziato a novembre del 2007 con l'installazione del ponteggio che è stato completato a fine gennaio e coperto dal telo decorato dall'artista Mimmo Paladino. Solo con il ponteggio è stato possibile controllare palmo a palmo la superficie della torre e compiere una lunga serie di studi, necessari a supportare un così importante intervento di restauro. A novembre 2008 è iniziato il primo stralcio dei lavori, assegnato con gara pubblica alla ditta La Maddalena restauri d'arte di Canzo (Como) e terminato a gennaio 2010. A marzo dello stesso anno è iniziato il secondo stralcio, che è stato assegnato con asta pubblica alla ditta Pivato di Onè di Fonte (Treviso), dopo una selezione tra 124 ditte. I lavori, il cui termine contrattuale era a gennaio 2011, sono stati interrotti il 16 novembre 2010 a causa delle difficoltà finanziarie della Ditta, che hanno portato alla risoluzione consensuale del contratto. Anche durante i lavori è proseguita l'attività di studio e ricerca per estendere la conoscenza del monumento, che non si può certo definire conclusa.

The history of this restoration project has been characterized by a series of thrills, one after another, from the unexpected attention the scaffolding screen received and the rips the wind made in it, to the fascinating, unique discoveries made; from the mishaps to the people working on it, to the magnificent views afforded at every hour of the day, every day of the year, from a 78 meters high. Every thing that happens on the tower is amplified: the sun hotter, the cold more bitter, the wind stronger, which, howling like a banshee, rocks and whips the structure violently. Snow and pigeons come in through the embrasures; rain sneaks in through the most unpredictable spots. Nor has managing the restoration site proved any less complicated. To sum up briefly how the restoration process has unfolded, the first thing to remember is that the financing received for the intervention totaled € 3,306,000.00. Three million came from the Fondazione Cassa di Risparmio di Modena and another two hundred thousand from the Emilia Romagna Region. This was bolstered by an additional contribution of € 6.000,00 del Rotary Club which was utilized for the restoration of the plaque commemorating Italian Unity located on the north side of the tower and one of 100,000 from the Ministry of Cultural Heritage and Events for the protection of the Unesco site.
The work began in November 2007 with the installation of the scaffolding which was completed at the end of January and covered with tarpaulin decorated by the artist Mimmo Paladino. Only thanks to the scaffolding was it possible to go over the entire surface of the tower inch by inch and carry out all studies needed to sustain such a massive restoration intervention.
In November of 2008, the first step of the work, concluded in January 2010, was begun by the company which had been awarded tender, La Maddalena Art Restoration Company from Canzo (CO). In March of the same year, the second step began, awarded to Pivato from the town of Onè di Fonte (TV), chosen from among 124 companies.
The restoration works due to be finished on January 2011 have been interrupted on November 16th, 2010 because of financial difficulties of the company, which led to the consensual resolution of the contract. While the restoration was underway, study and research were being carried out to increase our understanding of the history and make-up of the tower, studies which certainly can not be considered concluded.

Particolarmente emozionanti sono state le molte ore di investigazione trascorse per ricostruire, come in un giallo, le vicende costruttive della torre. Alcune di queste attività sono state svolte direttamente dall'Ufficio tecnico comunale, come i piccoli sondaggi nell'interno dell'edificio; altre più complesse sono state eseguite con l'aiuto di un restauratore.
Le fonti documentarie riportano informazioni non sempre sufficienti a ricostruire tempi e modi in cui il monumento si è modificato: ad esempio, è noto che una scala collegava l'attuale seminterrato con il vano rialzato, e che era all'interno del pilastro di sud-ovest, ma non si conosce come era stata realizzata (*infra* Peroni). Le tracce della porta da cui vi si accedeva non sono più visibili perché il pilastro è coperto sul lato est da un moderno rivestimento in mattoni. Si è perciò eseguito un sondaggio che ha evidenziato, subito al di sotto della parete in mattoni moderni, l'architrave in trachite della porta e un vano completamente riempito con materiale di risulta: mattoni medievali, tratti di colonnine in ammonitico veronese, marmo proconnesio, Scaglia rossa (fig. 1). Nessuna traccia della scala nel tratto indagato; si è solo potuto constatare che l'architrave si trova a 53 cm dal pavimento attuale e che le numerose colonnine fratturate rinvenute nel riempimento sono curiosamente dello stesso diametro di quelle che ci sono nel coro del Duomo.
Un tratto di 20 cm di una di queste colonnine è stato asportato, mentre tutto il resto è stato fotografato, rimesso in sito e intasato con malta di calce, per rendere nuovamente solidale il riempimento.

Particularly fascinating were the hours spent attempting to reconstruct the tower's history, investigating like sleuths to piece together the evidence discovered. Some of these activities were carried out directly by the Technical Department, such as the simpler tests made to the building's interior, whereas more complex surveys required the help of a restoration experts. Documented sources do not always report sufficient information to allow us to reconstruct how and when the building underwent alterations. For example, it is known that there had been a stairway connecting the partially underground floor to the slightly-elevated ground floor, and that it had been located within the south-west pillar, but no ones knows how it was constructed (*infra* Peroni). The traces of the door that had led to it are no longer visible because the pillar has been obscured by a modern wall. Therefore surveys were carried out which discovered that just behind this wall was a trachyte lintel above the door to a rubble-filled space containing material including: medieval bricks, sections of small columns made of Veronese ammonitic limestone, proconnesian marble and Scaglia rossa limestone (Fig. 1). No trace was found of the stairs in the area surveyed, the only discoveries were the fact that the lintel was located 53 cm from the current floor level and that many of the column fragments found were curiously of the same diameter as those of the choir in the Cathedral. One 20 cm section of one of these columns was removed, while the others were photographed and left *in situ*, held place by lime mortar to solidify the rubble filler.



Fig. 1. Piano interrato, sondaggio eseguito nel vano della scala all'interno del pilastro sud-ovest. Nel materiale di riempimento sono visibili numerosi tratti di colonnine in Ammonitico veronese.
Basement level, survey carried out on the stairway room within the south-west pillar. Many portions of columns consisting of Veronese ammonitic limestone can be seen in the filler material.

Sul medesimo lato e su quello verso nord dello stesso pilastro sono stati praticati alcuni fori con il trapano, per circa 1 metro di profondità, senza trovare soluzione di continuità ma solo alternanza di materiale mattone/calce, visualizzata anche con l'ausilio di una telecamera.
Sempre per verificare la posizione della scala, è stato effettuato un altro sondaggio al piano d'ingresso, rimuovendo l'intonaco cementizio di un tratto della parete del lato sud (fig. 2).

On the same side and on the northern side of the same pillar, some drill holes were made, about 1 meter deep, without finding any indication of continuity, but only an alternation of bricks and mortar, examined also by inserting a video-camera. Also in attempting to verify the location of the stairs, another survey was made to the entryway level, removing the cemented plaster on one part of the south wall (Fig. 2).



Fig. 2. Piano rialzato (attuale ingresso), parete sud. Si nota un tamponamento antico nel tratto verso destra, sotto all'arco della scala.
Elevated first floor (current entrance), southern façade. Notice the old walled-up opening on the right under the arch of the stairs.



Fig. 3 Finestra lungo la scala, subito sopra alla sala della Secchia. Il sondaggio evidenzia che i mattoni che formano l'arco superiore sono stati spezzati.
Window along the stairs, immediately above the Secchia Room. Tests have shown that the bricks which form the upper arch were broken.



Fig. 4 Piano VI (piano delle campane) interno del pilastro cavo di nord-est. Si nota l'impiego di mattoni curvi sui due lati esterni e l'innesto delle catene di consolidamento nei lati verso l'interno.
Sixth floor (belfry) inside the hollow, north-east pillar. Notice the use of curved bricks on the two outer walls and the insertion of reinforcing chains on the insides.

La rimozione ha evidenziato che a 75 cm dallo spigolo verso ovest la parete presenta un tamponamento che da terra arriva fino all'arco della scala che sale al piano superiore, di 103 cm di larghezza e corrispondente proprio alla posizione che dovrebbe avere la scala nel pilastro sottostante. Al di sopra si imposta il pilastro che salendo sostiene la scala per tutta la canna libera della torre.
Il tamponamento cela un riempimento in mattoni fin sotto l'arco della scala, ben visibile per una profondità di almeno 50 cm verso l'esterno. Il moderno intonaco in cemento è stato rimosso anche nel lato nord dello stesso piano per verificare l'eventuale ammorsamento tra il pilastro e la parete esterna, confermando il distacco già evidente negli altri lati e nell'interrato. Salendo lungo le scale, oltrepassata la sala della secchia, si apre una finestra fortemente strombata che a differenza delle altre non è coperta da un architrave ma da una voltina. Sono state rimosse piccole porzioni di intonaco cementizio sul bordo superiore, evidenziando che la curvatura è stata ricavata spaccando i mattoni (fig. 3) (*infra* Labate). Al piano dei torresani e al piano delle campane sono stati ispezionati i pilastri cavi che al loro interno mantengono forma analoga al pilastro che contiene la scala. Si tratta di un semicerchio in mattoni curvi che si innesta in un quadrato. Al piano delle campane i pilastri si concludono con una cupola ribassata subito sotto al piombo che copre la parte quadrata della torre (fig. 4). Questi sondaggi hanno aiutato gli studiosi a tratteggiare le fasi della costruzione descritte in questo volume.
Ci vorrebbe ancora tempo per approfondire lo studio dei documenti ed eseguire altre osservazioni utili a definire meglio tanti aspetti non ancora del tutto noti. Ci sono tanti indizi nelle pietre e nei documenti che non portano sempre a un'unica interpretazione, ma offrono spunti per ipotesi non sempre conclusive.
Naturalmente il lavoro di ricerca non è stato solo quello di indagine qui accennato, ma si è esteso anche all'esterno della struttura e sono stati affinati buona parte degli studi già eseguiti, come i rilievi metrici di dettaglio, la mappatura dei materiali non visibili prima della pulitura, le indagini sui terreni limitrofi e il continuo monitoraggio del sistema di rilevamento strumentale che dal 2003 tiene sotto controllo i movimenti della torre e della cattedrale.
Altri nuovi studi, che vengono presentati in questo volume, riguardano la caratterizzazione delle strutture finalizzate alla valutazione sismica e l'apparato decorativo. I testi che leggerete sono il frutto delle conoscenze alle quali si è giunti fino a questo momento e potranno essere meglio integrati in un futuro che ci auguriamo prossimo. Il lavoro di restauro vero e proprio, quello svolto dalle maestranze, è ciò da cui dipende buona parte della qualità dell'intervento, perché è dalla personale abilità dei restauratori e dalla condivisione delle modalità di intervento che sono state progettate che si ottiene il risultato migliore, che ci auguriamo concorra a conservare nel tempo il monumento simbolo della città.

The removal brought to light the fact that 75 cm from the western corner of the wall there appears to have been a 103 cm-wide opening all the way from the ground up to the arch of the stairs leading up to the next floor, in correspondence with the position that the stairs inside the pillar below would have held. Above this is the pillar rising to support the stairs for the entire length of the internal open space of the tower. The wall over this opening hides a space filled with bricks, ascending to the bottom of the arch of the stairs above, visible for as much as 50 cm towards the outside. The modern cement plaster was removed on the north side of the same floor, too, to find out if there was any evidence of connection between pillar and the outer wall, confirming the detachment already evident in the north wall and in the basement. Climbing up along the stairs, past the Sala della Secchia, is a sharply splayed window topped by a small arch instead of a lintel like the others. Small portions of the cement plaster have been removed from the top of it to reveal that its curve was obtained by the splitting of bricks (Fig. 3) (*infra* Labate). On both the floor where the Torregiani room is located and that where the bells are kept, similar inspections were carried out on the hollow pillars to discover that they also maintained the same form as the one which contains the stairs: semi-circular made of curved bricks, wedged into a square. The pillars on the level of where the bells are kept dome immediately under the lead coping over the square part of the tower (Fig. 4). These tests were invaluable to the scholars intent on outlining the building phases described in this volume. More time is needed to study the documents and engage in other operations in order to better define many of the aspects which still remain obscure to some extent. Many clues found in the documents or in the stones themselves to not necessarily lead do a single, unequivocal interpretation, but offer insight toward the formation of theories which may sometimes be inconclusive.
Naturally, the research carried out has not been restricted to the type of survey mentioned here, but included the exterior of the structure as well. Many of the studies carried out in the past were further refined, like the detailed metric survey measurements, the mapping out of the materials not visible before the cleaning process, inquests into the nearby lands and the constant monitoring of the instruments which have been measuring the movements of the tower and the cathedral since 2003. Other new studies have dealt with evaluating the structure's level of seismic resistance and a complete overview of the decorative elements presented in this volume. The texts which you will read here are the fruit of what knowledge we have acquired so far and which we hope will be further integrated in the near future. The ultimate quality of the restoration depends on the real physical labor of the masons, because only through the efforts of highly skilled workers and the division of the types of planned interventions could such excellent results have been achieved, results we hope will preserve this monument, symbol of the city of Modena, for generations to come.

L’archeologia, l’architettura e la decorazione

Archeology, architecture and decoration

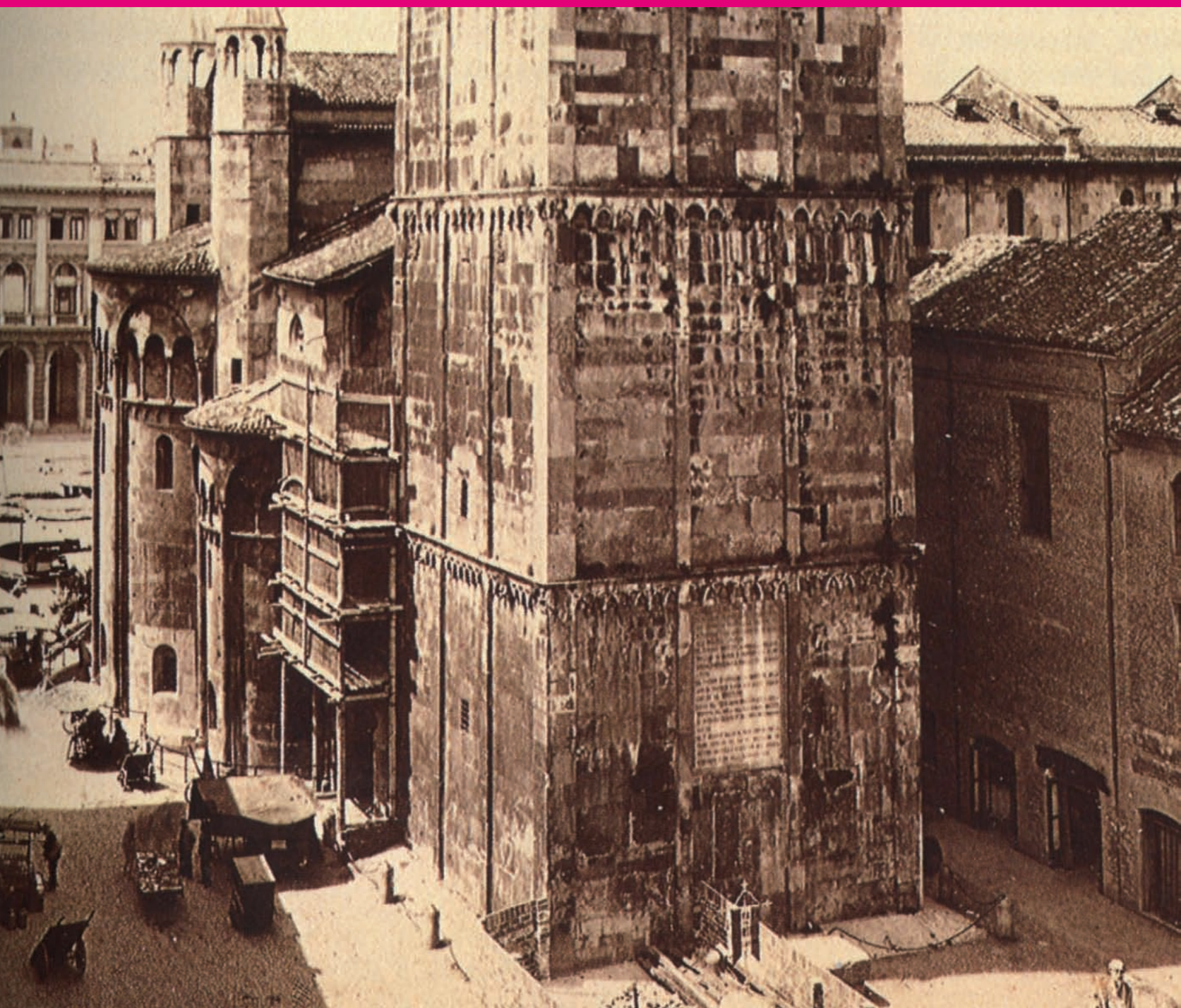
LA STRUTTURA ARCHITETTONICA DELLA TORRE AL SUO AVVIO

THE INITIAL ARCHITECTURAL STRUCTURE OF THE TOWER

Adriano Peroni

La torre Ghirlandina, 1898. Foto Umberto Orlandini.

The Ghirlandina Tower, 1898. Photo by Umberto Orlandini



L'avvio della struttura della torre Ghirlandina è privo di ogni riferimento documentario o epigrafico, fino ad arrivare alla famosa e discussa iscrizione sotto la seconda cornice del lato ovest con la data 1169, che, tra tanti problemi, non si riferisce certamente alla fase iniziale. Il confronto della Torre col contesto del Duomo, provvisto invece di qualche referenza cronologica precisa e oggetto di più ingenti e prolungate ricerche, è da sempre percepito come chiave per superare l'oscurità circa gli inizi della Ghirlandina.

There are no references, neither in written documents nor epigraphical inscriptions, about the beginning of the Tower's construction, up until the famous and controversial 1169 inscription found beneath the second cornice on the western façade, which, among other problems, surely does not refer to the date building commenced. The comparison between tower with the context of the Cathedral, substantiated by precise chronological references and the subject of prolonged, in-depth research, has always been considered the key to illuminating the uncertainties surrounding the origins of the Ghirlandina.

La storia delle interpretazioni è ricca di discussioni e interventi altrove passati in rassegna (F. Piccinini, C. Dieghi, *La torre Ghirlandina* 1). Rinunciando qui a ripercorrerli, ma tenendone conto, si osserverà che non poco incide, sulla difficoltà di approfondire il rapporto tra il Duomo e la torre, l'interferenza di questioni che toccano prevalentemente il corredo plastico, il quale sembra offrire più affidabili agganci comparativi (cfr. Lomartire, *infra*).

Gli aspetti più squisitamente strutturali, finora meno considerati nel loro complesso, si avvantaggiano ora di dati emersi dalle ricerche innescate dal restauro in corso, che a loro volta hanno richiesto paralleli approfondimenti sullo stesso Duomo.

Dunque sappiamo molto di più sul contesto strutturale della Ghirlandina, sui materiali che la compongono, sullo stato del sottosuolo, sulle sue condizioni statiche e sulla sua pendenza, e ciò in vista di provvedimenti per la sua conservazione. Le pagine che seguono intendono soffermare l'attenzione sulla fase iniziale della costruzione e prendere in considerazione il vano designato normalmente come interrato, che ha una propria fisionomia, e i due piani voltati che seguono.

Questa fase è stata identificata e persuasivamente trattata da Donato Labate sotto il profilo archeologico, il più efficace, mancando testimonianze scritte, per ricollocarla nella storia (*La torre Ghirlandina* 1, pp. 66-67, e cfr. Labate, *infra*).

Ci proponiamo qui di renderne meglio leggibile l'originario assetto architettonico col soccorso dei nuovi rilievi di Giancarlo Palazzi, che concorrono a liberarla dalla disattenzione a cui l'ha evidentemente vincolata la sua limitata accessibilità, la sua forma insieme essenziale e impenetrabile, a fronte dell'attrattiva dell'inarrestabile svettare della canna, con i suoi esiti decorativi e con l'implicazione dei relativi destini statici.

The history of the interpretations is rife with debates which have already been discussed elsewhere (F. Piccinini, C. Dieghi, *The Ghirlandina Tower* 1). While not intending to reiterate these arguments here, we will keep them in mind as we observe their significant influence on the difficulties inherent in the attempt to determine the relationship between the Cathedral and the Tower, and the interaction between questions regarding the sculptural elements in particular, which appear to offer the most reliable elements for comparison (cfr. Lomartire, *infra*).

The structural aspects, in particular, which have not been taken into overall consideration to any great extent until now, are now expanded upon by data which has emerged as a result of the research spurred by the restoration, which has also enriched our knowledge of the Cathedral at the same time.

We therefore now know much more about the structural context of the Ghirlandina, the construction materials, the state of the subsoil, the tower's static conditions and the degree of its tilt, all from the standpoint of favoring its preservation. The following pages will dwell on the initial phases of the tower's construction, focusing particular attention on the room usually designated as the basement, which has its own peculiar characteristics, and the two vaulted floors which follow it. This phase has been identified and persuasively dealt with from an archeological standpoint by Donato Labate.

In absence of written testimony, archeological evidence provides the most reliable indications for pinpointing chronological placing (*The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 66-67, and cfr. Labate, *infra*).

We propose to render the original architectural layout more legible with the aid of new surveys by Giancarlo Palazzi, which clamor to liberate it from the lack of attention it has suffered, evidently due to its limited accessibility and to study its form, at once essential and impenetrable, through the attraction of the unstoppable, soaring reach of the inner shaft, with its decorative elements and the implication of their relative static destinies.



Fig. 1 Vano d'accesso attuale della Ghirlandina, visto da sud-ovest e vista dello spigolo nord-est con due nicchiette.
Present-day entrance room of the Ghirlandina, seen from the south-west and view of the north-eastern corner with the two small niches.

Vano di accesso attuale

Chi entra dall'accesso attuale sul lato sud della torre sale otto gradini e si trova in un vano, tuttora adibito all'accoglienza dei visitatori (fig. 1). La planimetria si potrebbe definire, entro lo schema quadrato imposto dalla sezione esterna, articolata in tre direzioni, verso nord, est e ovest in brevi bracci (planimetria nei rilievi di Palazzi).

Nelle due ultime direzioni sono aperte finestre, con forte strombo verso il basso, più esteso e gradinato quello a est, sino al pavimento. A questa articolazione corrisponde una volta a crociera a sezione ribassata che espande le vele nelle tre direzioni già dette. Sul lato nord, a breve distanza dagli spigoli di articolazione del vano, che si modellano in uno smusso quasi in quarto di capitello cubico sotto le imposte della volta, si aprono, all'altezza di circa un metro e mezzo, quattro piccole nicchie cuspidate laterizie (di misure non identiche, 42/43 x 39/45 cm) montate con grossi mattoni manubriati romani, forse previste per collocarvi ceri o lucerne (fig. 1). Sono tra i pochi spiragli, insieme con un breve lembo di muratura in vista sul lato est, che rivelano materiali e paramenti, perché le pareti sono coperte di un moderno intonaco cementizio imbiancato.

Spiccano le cornici d'imposta in granitello (in un caso con un inserto di trachite), di sezione finemente modulata.

È completamente in vista quella che funge da architrave, all'angolo sud-est, all'imbocco della scala che sale nella torre. Coperta a botte, questa rampa ci porta presto ad altro vano superiore interno, molto più alto, luogo di custodia della mitica Secchia, rivestito interamente di affreschi ornamentali (cfr. Piccinini, *infra*), articolato sopra la volta della scala in una specie di ripostiglio accessibile da un'apertura sopra la porta d'ingresso (rilievo di Palazzi).

Lasciamo ad altri di proseguire nelle rampe successive, una per lato, della torre, ma, ritornati nel vano d'ingresso, prendiamo atto che la parete rettilinea sud delimita la scala che sale. Rivolgendoci dalla parte opposta troviamo una ringhiera che segnala una scala a scendere che ci porta in due brevi tratti a quello che viene normalmente designato come *vano interrato*.

In realtà interrato in modo relativo, se badiamo al fatto che all'entrata abbiamo salito otto gradini, e che si arriva a un piano inferiore, più prossimo a quello originario di accesso alla torre, ma che si stima riempito per circa 1,20/1,50 metri (C. Dieghi, *Cronistoria* in CD allegato a *La torre Ghirlandina* 1).

Current entryway

Through the current entryway on the south side of the tower, there are eight steps leading up to an atrium which serves as a visitors' welcome center (Fig. 1). The floor plan, within the square confines imposed by the external structure, is laid out in short "arms", in three directions, north, east and west (floor plans in the study by Palazzi). There are windows on the eastern and western faces, sharply splayed on the bottoms, especially on the eastern one, where the incline is particularly steep and reaches all the way to the floor.

This layout is topped by a low-rise, groin-vault ceiling, whose sections branch off in the three directions we have mentioned. On the north side, near the indented corner abutments of the room, which are rounded to almost resemble quarter columns with cubic capitals under the imposts of the vault, four little, pointed, brick niches can be found, at a height of about one and a half meters. These niches are not of a uniform size – about 42/43 x 39/45 – mounted on big, Roman *manubriati* bricks ("with handles"), perhaps designed to hold candles or lanterns (Fig. 1). These are among the few glimpses, including a bit of brickwork visible on the eastern side, which reveal the material and the wall surface, since the walls have been covered with a modern cement plaster and whitewashed. The finely molded impost cornices made of *granitello* stone (in one instance with a trachyte inset) are particularly remarkable. The piece which acts as an architrave at the bottom of the stairs in the south-west corner leading up to the tower is completely in view. With its barrel vaulted ceiling, this staircase leads us to another interior room above, much higher than the first and entirely ornamented with frescoes (cfr. Piccinini, *infra*). This is the room where the legendary Bucket is kept. The room contains also in a sort of storage area, located just above the ceiling of the stairwell, accessible through an opening over the entrance to the tower (study by Palazzi).

We will leave it to others to ascend the next flights of stairs up the tower, one on either side of the rooms, but return instead to the atrium, where we notice that the straight wall along the south side marks the location of the stairs. Turning towards the opposite side, we find a banister marking the stairs which descend in two short flights to the room commonly called the *basement room*. Actually the term is not exactly accurate, considering that we had to go up eight steps to get to the atrium, and that there is a lower floor, nearer to the original access level to the tower, but which is estimated to have been filled in for about 1.2/1.5 meters (C. Dieghi, *Cronistoria* in the CD attached to *The Ghirlandina Tower* 1).

Il vano interrato, originariamente di accesso

Il problema dei livelli è in generale assai intricato in ragione di cedimenti del terreno che hanno interessato in misura diversa la torre e il Duomo, e che di recente hanno tuttavia trovato attendibili chiarimenti grazie a specifiche ricerche, alle quali rinviamo (*La torre Ghirlandina* 1, sezione sulla struttura, in particolare R. Lancellotta, pp. 178 e ss). Ne risulta che la torre sarebbe sprofondata nel terreno complessivamente per circa due metri, con cedimento non omogeneo ma prevalentemente in direzione sud e sud-ovest, condizionando il concomitante e convergente cedimento del Duomo per circa 60 cm. In base a dati più o meno diretti, forniti dai più recenti sondaggi geotecnici, dallo studio dei materiali e dai ritrovamenti archeologici, tenteremo una ricognizione della struttura, come doveva originariamente configurarsi e altresì, possibilmente, come sia stata impostata ed eseguita. Ci sembrano temi degni di attenzione, finora non sufficientemente considerati.

Il vano inferiore si manifesta articolato, nella sua sezione perimetrale interna, in modo simile a quello dal quale siamo scesi, a eccezione del lato sud, al piano superiore occupato dalla scala prevista per l'ascesa alla torre (fig. 2).

Abbiamo così una planimetria interna all'incirca cruciforme.

Per ricostruire idealmente lo spazio dobbiamo prescindere dall'ingombro della scala che abbiamo salito appena entrati nella torre, evidente intrusione sul lato sud, come lo è dalla parte opposta quella a scendere (si vedano i rilievi di Palazzi fig. 11, 12 e 13).

Prima di vedere dove e quale fosse il collegamento originario tra i due piani ci occupiamo del singolare sistema di copertura. Sfavoriti dal fatto che non conosciamo, a causa dell'interramento, la parte inferiore del sistema di sostegno, siamo in compenso aiutati dal paramento laterizio, che è in vista, e dalla tessitura delle volte, bene osservabile da vicino. Abbiamo dunque un sostegno centrale in muratura, quadrato, di circa 80 cm di lato, dal quale si dipartono gli archi e le nervature di quattro volte.

Gli archi raggiungono i muri perimetrali, andando a ricadere su semipilastri laterizi rispondenti al sostegno centrale.

Da questi salgono archi addossati lungo il perimetro, di fattura assolutamente simile a quelli che legano semipilastri e pilastro centrale, ma il cui percorso s'interrompe a metà della traiettoria, perché l'assetto planimetrico cruciforme sottrae alle quattro campate una vela ciascuna. Intervengono ulteriori complicazioni, determinate vistosamente dalle due aperture originarie. Quella oggi ancora in vista, anche se decurtata a causa dell'interramento nella sua porzione inferiore, è la grande feritoia strombata sul lato est, che non permetteva di situare assialmente il semipilastro da quella parte, obbligando così a divaricarlo piuttosto verso sud (fig. 3).

The basement room, originally the entrance

The problem with determining the levels is generally quite intricate due to the settling of the terrain which has effected the cathedral and the tower to differing degrees and which recently has in any case been significantly clarified thanks to specific research to which you may refer (*The Ghirlandina Tower* 1, section on the structure, in particular R. Lancellotta, pgs. 178 *et seq*.).

These studies show that the tower has sunk for a total of about two meters into the ground, although the settling of the terrain was not uniform, but more prevalent on the south and south-western sides, conditioning the concomitant and convergent settlement of the ground beneath the Cathedral by about 60 cm. Based on more or less direct data, supplied by the most recent geotechnical surveys, by the study of the materials and by the latest archeological finds, we will attempt a reconstruction of the history of the structure, how it must have originally been configured and also, if possible, how the work must have been organized and carried out.

We believe these are themes worthy of attention which have not yet sufficiently been considered.

The internal perimeter of the downstairs room is laid out in a similar fashion to that of the room above it, except on the south side, which upstairs is occupied by the stairs leading up into the tower (Fig. 2). Thus the internal floor plan follows a somewhat cross-shaped layout. In order to accurately reconstruct this space, we need to disregard the area taken up by the stairs we ascended to enter the tower, an obvious addition to the south side, as are the ones leading downstairs on the opposite side (see the study by Palazzi Figs. 11, 12, 13).

Before seeing where and how the two floors were originally connected, we shall examine the unique ceiling system. Hindered by that fact that we do not know how the support system was maintained below, since it has since been buried, we are, on the other hand, compensated by clues provided by the visible brickwork of the walls and by the texture of the ceiling, which can be seen up close. There is a central 80x80cm square support pillar made of brick from which the arched ribs of the four sections of the vaulted ceiling branch off.

The arches are supported by brick half-pillars along the perimeter, similar to the central support. From these rise the arches that run along the perimeter, quite similar to those which link the half-pillars with the central one, but which are interrupted halfway through their arc, since the cross-shaped layout subtracts a segment from each of the four spans. Other complications arise, obviously caused by the positions of the original openings. What is still visible today, although only to a limited extent due to the partial burial of its lower portion, is the large, splayed embrasure on the eastern side, which did not allow a half-pillar to be situated axially there, thus obliging its placement towards the southern wall (Fig. 3).



Fig. 2

Fig. 2 Veduta interna del vano interrato, da sud-ovest.
Interior view of the underground room, from the southwest.



Fig. 3

Fig. 3 Vano interrato, particolare con la grande feritoia est.
Underground room, close-up of the large, eastern embrasure.

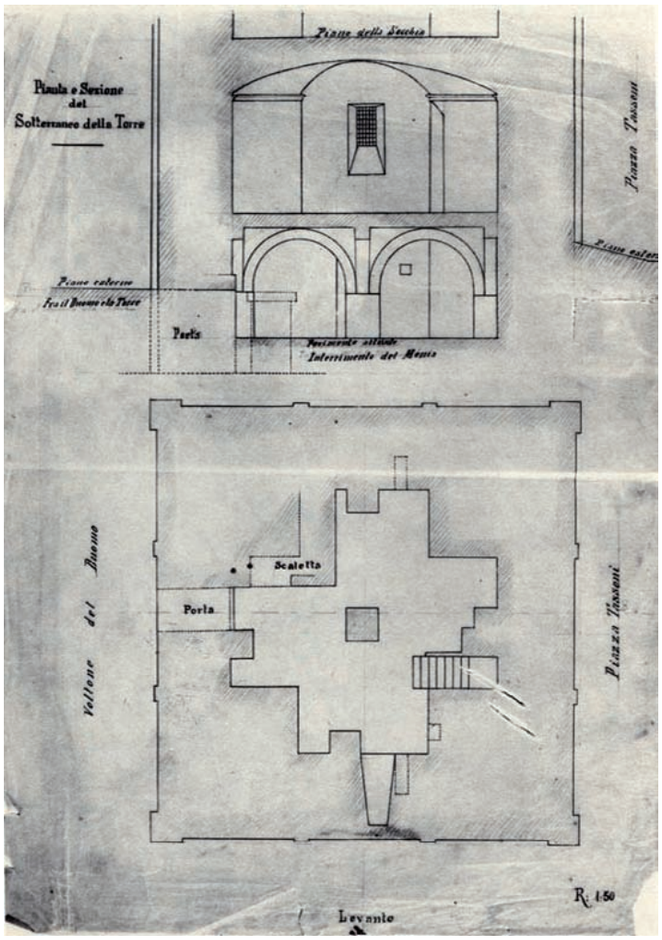


Fig. 4 Sezione e planimetria del vano interrato, rilievo del 1899, che mostra le tracce della scala di raccordo al piano superiore a ridosso del pilone sud-ovest.
Cross-section and floor plan of the basement room, 1899 survey, showing traces of the stairs connecting it with the upper floor against the southwestern pillar.

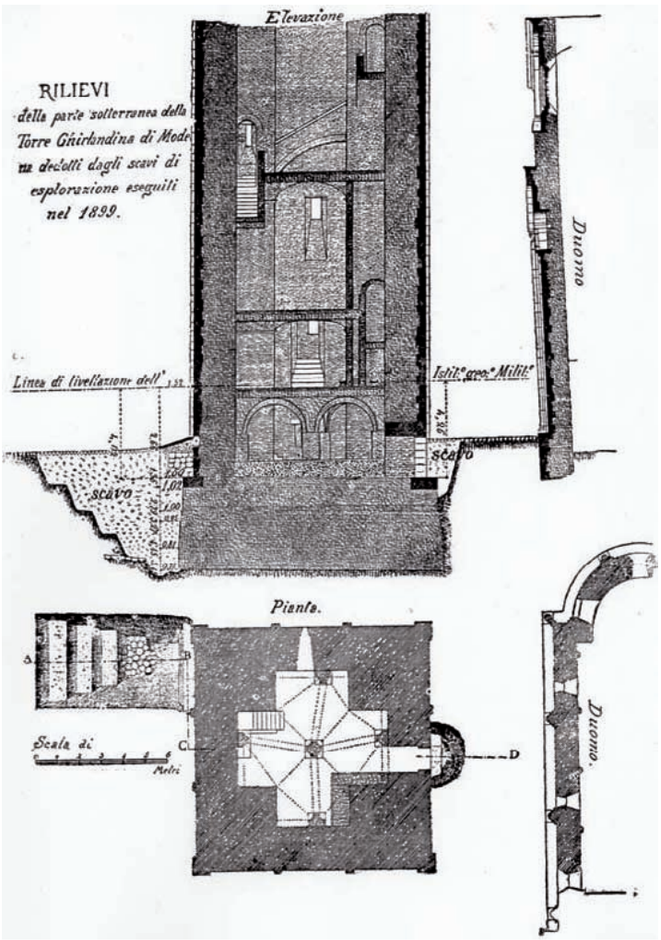


Fig. 5. Sezioni della Ghirlandina dell'ingegner Raffaele Faccioli, che illustra gli scavi eseguiti nel 1899, accostandoli alle parti attinenti del Duomo. Si noti tra l'altro la convergente pendenza e il dislivello rispetto allo zoccolo della Ghirlandina che, se anche con imprecisione, dà un'idea del diverso cedimento delle due costruzioni.
Cross-section of the Ghirlandina by the engineer Raffaele Faccioli, illustrating the excavations of 1899, beside the pertinent parts of the Duomo. Note the convergent tilt and the divergence in level compared to the wainscot of the Ghirlandina which, although with some imprecisions, gives some idea as to how differently the ground settled under the two buildings.

È importante notare tuttavia che a tale scopo, come si vede dall'analisi grafica di Palazzi (figg. 12 e 13), anche la strombatura stessa veniva decalata verso nord, tanto che il taglio esterno dell'apertura risulta pure decentrato tra le lesene corrispondenti. Si ha dunque la prova che l'apertura e il congegno della volta furono concepiti ed eseguiti in modo coordinato.
Altra anomalia si verificava, in senso convergente, per l'arco che doveva raggiungere dal centro il semipilastro sud, dato che da quella parte si apriva, questo sì assialmente, esattamente al di sotto dell'attuale, l'ingresso originario. Lo si conosce grazie a scavi condotti nel 1899, documentati da grafici dettagliati (figg. 4, 5).
L'ingombro della scaletta inserita per l'ingresso attuale rende oggi difficoltosa la lettura del lato sud del vano interrato, là dove per di più lo spigolo rientrante sud-ovest risulta decentrato da un ingrossamento del volume corrispondente, pure segnalato dai rilievi del 1899, e già allora interpretato come relativo alla scala che da principio metteva in relazione i due piani.
Infatti, se espungiamo i due passaggi ora esistenti, la comunicazione non era predisposta usufruendo del congegno che conosciamo più sopra, di grandi rampe montate sui piloni angolari, ma evidentemente da una soluzione che, per quel primo tratto, trovava posto in quello sud-ovest, ingrossato a questo scopo (figg. 4, 13; planimetria in rilievi di Palazzi). A questo punto, tenuto conto del tracciato planimetrico interno e dei suoi condizionamenti, rivolgiamo l'attenzione alla conformazione delle volte, ove da una parte risulta chiara la configurazione di quattro campate a crociera nervata regolate dal pilastro centrale, ritagliate, come si è visto, di una vela ciascuna dal penetrare del profilo planimetrico cruciforme.
Che poi risultino molto irregolari dipende dalle anomale partizioni degli archi già segnalate, con ulteriore riduzione sullo spigolo sud-ovest prodotta dall'ingombro supplementare della supposta scala. Relativamente regolare è solo la campata nord-ovest.
Sin qui ci siamo mossi come in un'ideale visita all'interno della torre nei suoi due vani inferiori, ma ci si deve ora aiutare con rilievi e sezioni, a partire da quelli storici che ci informano su antichi ritrovamenti, sino ai disegni analitici attuali, per cogliere i rapporti strutturali che vi si ravvisano (fig. 4 e ricostruzioni grafiche di Palazzi). Ci permettono di coglierli meglio di quanto non si veda, constatando che in prima istanza risultano costruiti i muri perimetrali del quadrato della torre, di 2 metri di spessore o poco meno. A questi sono addossati negli angoli i massicci piloni, che quasi raddoppiano lo spessore dei muri perimetrali (2 + 1,75 metri).

It is important in any case to note that according to the graphic analyses by Palazzi (Figs. 12, 13), the splaying itself was reduced towards the north for this purpose, so much so that the outer opening seems off-center compared to the corresponding pilasters. This is therefore proof that the openings and the design of the vault were conceived and carried out in coordination. A further anomaly can be found, in convergence, in the arch which should have reached the center of the southern half-pillar, given that the original entrance had been axially located here, directly below the present-day one. This has been recognized thanks to excavations which were carried out in 1899 and documented by detailed graphs (Figs. 4, 5). The bulk of the stairs inserted to provide access to the current entrance make it difficult to determine the former appearance of the southern end of the basement room, especially where the south-western abutment is off-centered by later reinforcement additions, as was also revealed in the 1899 study, and already interpreted at the time as relating to the stairs which must have originally connected the two floors. In fact, if we break through the two current passageways, we see that they were not originally connected by the means we will see employed higher up, by large stairways mounted on the corner abutment pillars, but rather by a solution for that first part of the stairways, positioned on the south-western side which had been re-enforced for that purpose (Figs. 4, 13; floor plan in the study by Palazzi). At this point, keeping in mind the designs for the interior floor plan and the conditions imposed on it, we turn our attention to the design of the vaulted ceilings, where on one side it is clear that the configuration called for a four-sectioned, ribbed groin-vault, whose sections were regulated by the central pillar and from which, as we have seen, a segment of each has been taken by penetrating the profile of the cross-shaped floor plan. The fact that they appear to be very irregular is due to the uneven partition of the arches, as we have already mentioned, with a further reduction of the south-western abutment caused by the space presumed to have been taken up by the former stairs.
The north-western span, instead, appears quite regular. So far, we have been moving as if in an idealized visit to the two lower rooms, but now we will need to resort to the support of studies and cross-sections, beginning with the most historical documents which inform us about the most ancient findings, all the way up to the most recent analytic designs, to comprehend the structural relationships which they help us recognize (Fig. 4 and graphic reconstructions by Palazzi). They allow us to comprehend even more than what we can actually see, since in the first place the perimeter walls of the square part of the tower seem to have been built almost 2 meters thick. Adjoining the walls in the corners are the massive pillars which nearly double the thickness of the perimeter walls (2 + 1.75 meters).

Tali robuste addizioni sono plausibilmente denominate *pilastri* o *piloni interni* (e questo già dal secolo XVIII), in quanto la loro funzione è palesemente di comandare e sostenere l'intero sistema delle scale interne che in rampe successive vi si appoggiano, partendo dall'attuale vano d'ingresso sino ad arrivare al primo piano delle trifore, entro il quale, in corrispondenza al quinto piano esterno, si ritrova il perimetro quadrato, all'incirca nello spessore ideale di partenza.
Se ritorniamo nel nostro vano seminterrato risulterà chiaro che il perimetro quadrato fu costruito contestualmente aprendovi l'ingresso sud e la feritoia est (figg. 3, 4).
Al perimetro quadrato furono addossati su ciascun angolo i massicci piloni quadrati, la cui pertinenza al perimetro può essere, come vediamo più avanti, oggetto di discussione.
Per realizzare le volte furono poi costruiti il pilastro centrale e i semipilastri periferici, in seguito gli archi di collegamento e poi le volte, che, come risulta dall'osservazione diretta, si spiccano da un nucleo iniziale, contestuale all'avvio degli archi, con nervature vive aggettanti, sino all'altezza di circa 80 cm (fig. 6); infine furono voltate le vele con il soccorso di centine lignee di cui si conserva evidente l'impronta sull'estradosso degli archi e in parte sulle stesse vele.
Il sistema di copertura è stato eseguito in modo da adattarsi al perimetro cruciforme e alle aperture già esistenti. I semipilastri e le porzioni d'arco perimetrali si appoggiano infatti al muro d'ambito, così come le vele usufruiscono direttamente dell'appoggio ai piloni angolari. Non ci si può soffermare su altri particolari pure importanti, ci si limita ad attirare l'attenzione su aspetti di raffinata esecuzione del congegno, quale il montaggio degli archi, certo mediante proprie armature, che dovevano tenere conto dell'andamento irregolare dei sottarchi profilati fuori asse, e dunque non secondo una regolare porzione di superficie cilindrica, ma piuttosto a leggera spirale.
Vi corrisponde la tessitura laterizia già riconosciuta in mattoni romani riusati, tagliati, apparecchiati e rifiniti nelle superfici, allettati con commessure regolari di malta. Quest'ultima risulta nella torre, secondo recenti analisi condotte per una ricerca diretta da Stefano Lugli, classificata in sette gruppi.[1]

[1] Lugli, S., Zolli, K. e Marchetti Dori, S., *Caratterizzazione petrografica delle malte della Torre Ghirlandina: la parte interna del fusto a base quadrata*, Modena, maggio 2010. Si ringrazia Stefano Lugli per aver consentito la consultazione di questo documento.

Such robust additions can be reasonably called *pillars* or *internal* piers (as they have been since the 18th century), since their function was obviously to dominate and support the entire system of stairways which would weigh on them, beginning from the current atrium all the way up to the first floor with the trifore windows. Inside, in correspondence to the fifth level, we again find the square perimeter to be nearly the same ideal thickness as at the beginning.
If we return again to the basement room, it seems obvious that the square perimeter was built in the context of opening an entrance on the south and the embrasure to the east (Figs. 3, 4).
Each corner of the square perimeter is bolstered by massive square piers, whose pertinence to the perimeter is subject to question, as we shall see later on. For the construction of the vaulted ceiling, a central pillar and peripheral semi-pillars were installed, followed by the connecting archways and finally the vaults, about 80 cm high, which, as we can see by direct observation, branch out with protruding rib-work from a central nucleus where the arches begin (Fig. 6); finally the bays were vaulted by using wooden centerings.
Their imprint can still be seen on the extrados of the arches and in part on the bays themselves.
The layout of the ceiling was adapted to the cross-shaped perimetrical design and to the pre-existing windows.
The semi-pillars and the portions of the perimeter arches rest in fact on the interior wall, just as the bays make direct use of the corner piers. We shall not explore other details in this article, even though they are no less important, but limit ourselves to drawing attention to how carefully articulated the execution of the entire structure was, for example the erection of the arches, surely by means of its own truss system, which had to compensate for the irregular pattern of the off-centered, molded intradoses, therefore not according to a regular portion of cylindrical surfaces, but slightly spiraling.
Some brickwork masonry corresponds to this, the bricks of which have already been identified as having been recovered from ancient Roman sites, cut and refinished and laid with a steady application of mortar. The mortar, according to recent analyses carried out on research directed by Stefano Lugli, can be classified as belonging to one of seven groups.[1]

[1] Lugli, S., Zolli, K. and Marchetti Dori, S., *Caratterizzazione petrografica delle malte della Torre Ghirlandina: la parte interna del fusto a base quadrata*, Modena, May, 2010. Thanks to Stefano Lugli for allowing us to consult this document.

Per quanto ci riguarda sono importanti i campioni relativi alla porzione inferiore qui in esame, e la distinzione che si riscontra rispettivamente tra le fondazioni e il perimetro quadrato della torre (gruppo 1, con sabbia di provenienza identificabile da torrenti locali), e per altro verso interessa la composizione dei piloni e insieme delle volte del vano interrato (gruppo 2, con sabbia proveniente dal fiume Secchia).

For our purposes, the most important samples are those relative to the lower portion of what we are examining here, and the distinctions found between the foundations and the square perimeter of the tower, respectively (group 1, with sand identified as coming from local streams), and on the other hand, we are interested in the composition of the pillars and the overall make-up of the vaulted ceiling of the underground room (group 2, with sand coming from the Secchia River).



Fig. 6 Particolare dell'avvio delle volte, con scorcio della vela e dell'arco sul quale si scorge il solco per l'appoggio della centina.
Detail of the beginning of the vault, with a glimpse of the bay and the arch in which the groove for the placement of the centering can be seen.

Si profila una distinzione, per queste strutture, che apre la questione di interventi diversi, dovuti alla modifica di un primo progetto. Sono i piloni un'addizione non prevista all'inizio, e le anomalie del vano interrato non si spiegano forse con una simile interpretazione?

Va rilevato che il sistema costruttivo delle volte del vano interrato obbedisce a una morfologia già diffusa dai primi anni del secolo XI, con la delimitazione delle campate tramite archivolti i cui profili presentano andamento lievemente "lunato", e cioè non concentrico, in ragione del graduale assottigliamento alla ricaduta verso l'imposta. Gli archi erano apprestati non già propriamente per l'appoggio delle vele, ma delle centine deputate a eseguirle (figg. 2, 6). Si tratta di un sistema voltato che rientra in un percorso molto studiato sotto il profilo genetico, e che dispone oggi di una casistica arricchita da ricerche recenti.[2]

L'interesse delle volte del vano interrato si acuisce se si considera che a Modena sia l'architetto Lanfranco, sia le maestranze campionesi che intervennero nella costruzione del Duomo non lasciarono esempi di volte a crociera, a eccezione che nella cripta, dove tuttavia gli intradossi originali risultano oggi mascherati da tardivi rimaneggiamenti e frutto già in precedenza di un rifacimento da parte dei maestri campionesi della copertura lanfranchiana (sicuramente compiuta nel 1106), quando rielaborarono tutto il corpo orientale del Duomo, anche in relazione al già menzionato cedimento sul lato nord.

Le vicende dell'ordito strutturale delle volte della cripta possono essere ricostruite in base a tracce conservate sul lato nord e visibili dalle aperture delle scale a chiocciola tra le absidi, fornendo un confronto anche per il vano interrato della Ghirlandina. Per un riscontro visivo efficace si potrà approfittare della documentazione fotografica dei rifacimenti nella cripta della chiesa abbaziale di Nonantola, ove, nel corso delle demolizioni, fu messo in vista l'ordito delle volte originarie.[3]

A distinction can be made between these structures which opens for discussion the possibility that they were the result of different intervention campaigns, brought about by modifications to the original project. Were these piers, then, product of a later, unforeseen addition, and wouldn't such an interpretation, then, account for the anomalies in the underground room? It should be noted that the way the vaults in the basement were built conforms to methods which were already commonly used by the early 11th century, whereby the profiles of the archivolts underlining the spans follow a slightly "moon-shaped" – that is non-concentric – pattern due to the gradual narrowing towards the imposts. The arches were not especially designed to support the spans, but rather for the centerings which were employed to build them (Figs. 2, 6). This ceiling system fits into a larger scheme which has been studied in depth from a genetic standpoint, and which today can refer to a rich series of studies resulting from recent research.[2] The interest in the basement's ceiling is intensified by the fact that in Modena neither the architect Lanfranco, nor the Campionese masters responsible for the construction of the Cathedral left any other example of a groin-vault ceiling, with the exception of in the crypt, where the original intradoses of the Lanfranco ceiling (surely attributable to 1106) are masked today by later interventions and had already been made over by the Campionese masters when they remodeled the entire eastern part of the Cathedral, also in relationship with the settling of the ground on the north side, as we have already mentioned. The history of the structural web of the crypt ceiling can be reconstructed based on traces preserved on the north side which are visible from the openings of the spiral stairs linking the crypt to the apse, providing a means of comparison with the basement room of the Ghirlandina. An effective visual comparison can be made by taking advantage of the photographic documentation of the remodeling of the crypt in the Abbey Church of Nonantola, where, over the course of the demolitions, the original web of the vaults were exposed.[3]

[2] Per una trattazione d'insieme sulla tecnica delle volte, anche se mirata prevalentemente all'area germanica: Conrad, D., *Kirchenbau im Mittelalter, Bauplanung und Bauausführung*, Leipzig, Lipsia 1990, pp. 225-247. Inoltre: Porter, A.K., *The construction of Lombard and gothic vaults*, Yale University Press, New Haven 1911; Id., *Lombard Architecture*, Yale University Press, New Haven 1915-1917, I, pp. 109 e ss.; Verzone, P., *L'origine della volta lombarda a nervature*, in *Atti del IV convegno nazionale di storia dell'architettura*, Milano, 18-25 giugno 1939, a cura del Comitato Ordinatore presso la Reale Soprintendenza ai Monumenti, Milano 1940, pp. 53-64. Non è possibile qui seguire gli apporti di tanti studiosi in materia (da Wart Arslan, a Pierre Héliot, ad Anna Segagni e altri ancora); ci si limita a segnalare le novità emerse nel convegno internazionale *Architettura dell'XI secolo nell'Italia del Nord*, Pavia, 8-10 aprile 2010, i cui atti sono in corso di stampa presso l'Università di Pavia. I più recenti e ampi riferimenti ai problemi tecnici delle volte noti per l'ambito qui considerato in: Luchterhandt, M., *Die Kathedrale von Parma. Architektur und Skulptur im Zeitalter der Reichskirche und Kommunalbildung*, München 2009, p. 454 e ss.

[3] Serchia, L., in Serchia, L., Monari, P. e Giudici, C., *Nonantola, i restauri dell'Abbazia*, Panini, Modena 1984, pp. 37 e ss. Si veda anche: Baldini, M., Malaguti, G. e Ansaloni, C., *Antiche fotografie di Nonantola*, Comune di Nonantola, Assessorato alla Cultura, Modena 1983, p. 27.

[2] For an overview of vault techniques, especially those prevalent in Germanic areas: Conrad, D., *Kirchenbau im Mittelalter, Bauplanung und Bauausführung*, Leipzig, Lipsia 1990, pgs. 225-247. Also: Porter, A.K., *The construction of Lombard and gothic vaults*, Yale University Press, New Haven 1911; Id., *Lombard Architecture*, Yale University Press, New Haven 1915-1917, I, pgs. 109 *et seq.*; Verzone, PG., *L'origine della volta lombarda a nervature*, in *Atti del IV convegno nazionale di storia dell'architettura*, Milano, 18-25 June, 1939, published by the Scientific Committee of the Royal Superintendence of Monuments, Milan 1940, pgs. 53-64. It is not possible to list here all the contributions of so many scholars on the subject (from Wart Arslan, to Pierre Héliot, Anna Segagni and others); we will limit ourselves to indicate some of the newest information which emerged from the international convention *Architecture of the 12th Century in Northern Italy*, Pavia, 8-10 April, 2010, the minutes from which are currently being published by the University of Pavia. The widest and most recent references to the the technical problems inherent in the construction of known vaults in the context in which we have been studying them here in: Luchterhandt, M., *Die Kathedrale von Parma. Architektur und Skulptur im Zeitalter der Reichskirche und Kommunalbildung*, München 2009, pgs. 454 *et seq.*

[3] Serchia, L., in Serchia, L., Monari, P.G. and Giudici, C., *Nonantola, i restauri dell'Abbazia*, Panini, Modena 1984, pgs. 37 *et seq.* See also: Baldini, M., Malaguti, G. and Ansaloni, C., *Antiche fotografie di Nonantola*, City of Nonantola, Department of Cultural Affairs, Modena 1983, p. 27.

La struttura tra esterno e interno

Con l'aiuto dei rilievi del 1899, degli schizzi interpretativi di allora, tracciati da Tommaso Sandonnini, e dei dati emersi dalle ricerche scientifiche e archeologiche recenti, di cui tengono conto i disegni di Giancarlo Palazzi, si può proporre una ricostruzione, su base indiziaria, della struttura della Ghirlandina, a partire dalle fondazioni (si veda l'assonometria di Palazzi, fig. 11).
Prescindendo in prima istanza dai problemi di livello posti dai cedimenti, e badando solo al "reperto architettonico", lo scavo praticato nella zona centrale del lato sud fino alla profondità di circa tre metri mise in luce l'originario ingresso, alto 1,80 e largo 1,25 metri, sotto la cui soglia aggettava per 33 cm un "banchettone" di pietra, sopra il quale iniziava il rivestimento litico dell'esterno (figg. 5, 7). Si trattava del punto critico che rappresentava lo zoccolo della partitura esterna su cui poggiavano le lesene e i risalti angolari, e sotto il quale cominciavano, in mattoni bene apparecchiati, le fondazioni. Questo assetto fu confermato da uno scavo più profondo sul lato nord, che permetteva di raggiungere la base delle fondazioni stesse nella zona in cui affiorava il selciato romano dell'antica via Emilia, fino a oltre 6 metri (fig. 5). Nessuna piattaforma né palificazione di base fu rinvenuta (una palificazione per le fondazioni era già prescritta da Vitruvio, *De architectura*, libro III, IV), alimentando allora l'ipotesi che la torre, invece che costruita ex novo, si impostasse su un manufatto simile più antico di cui si riutilizzavano le strutture. Il lastricato dell'antica via Emilia, allora così intercettato, (Labate in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 72-73) non poteva facilitare una palificazione e forse illudeva di fungere da solida piattaforma. La dilatazione a scarpa, che è ricorrente nelle fondazioni, si palesava relativamente modesta, al massimo di 70 cm per tutta la profondità, con una risega intermedia, mentre continuava l'apparecchiatura laterizia in mattoni romani riusati (fig. 7; cfr. C. Dieghi, *Cronistoria* cit., 1901). Due recenti carotaggi geognostici penetrati dal lato nord, trasversalmente verso il centro della torre, hanno confermato sostanzialmente questi dati, ma li hanno corretti su un punto fondamentale: la tessitura laterizia, che le relazioni del 1899 giudicavano non coerente, risulta regolare e di ottima qualità anche all'interno dello spessore delle fondazioni (Lancellotta, *La torre Ghirlandina* 1, pp. 182-183).
I carotaggi, dato il loro orientamento, non danno purtroppo informazioni circa le fondazioni dei piloni angolari interni, la loro profondità e consistenza. È possibile, a questo punto, considerando la soglia dell'accesso originario sud accertata dagli scavi del 1899 come corrispondente al livello interno del vano ora parzialmente interrato, ricostruire il congegno strutturale interno.

The interior and exterior structure

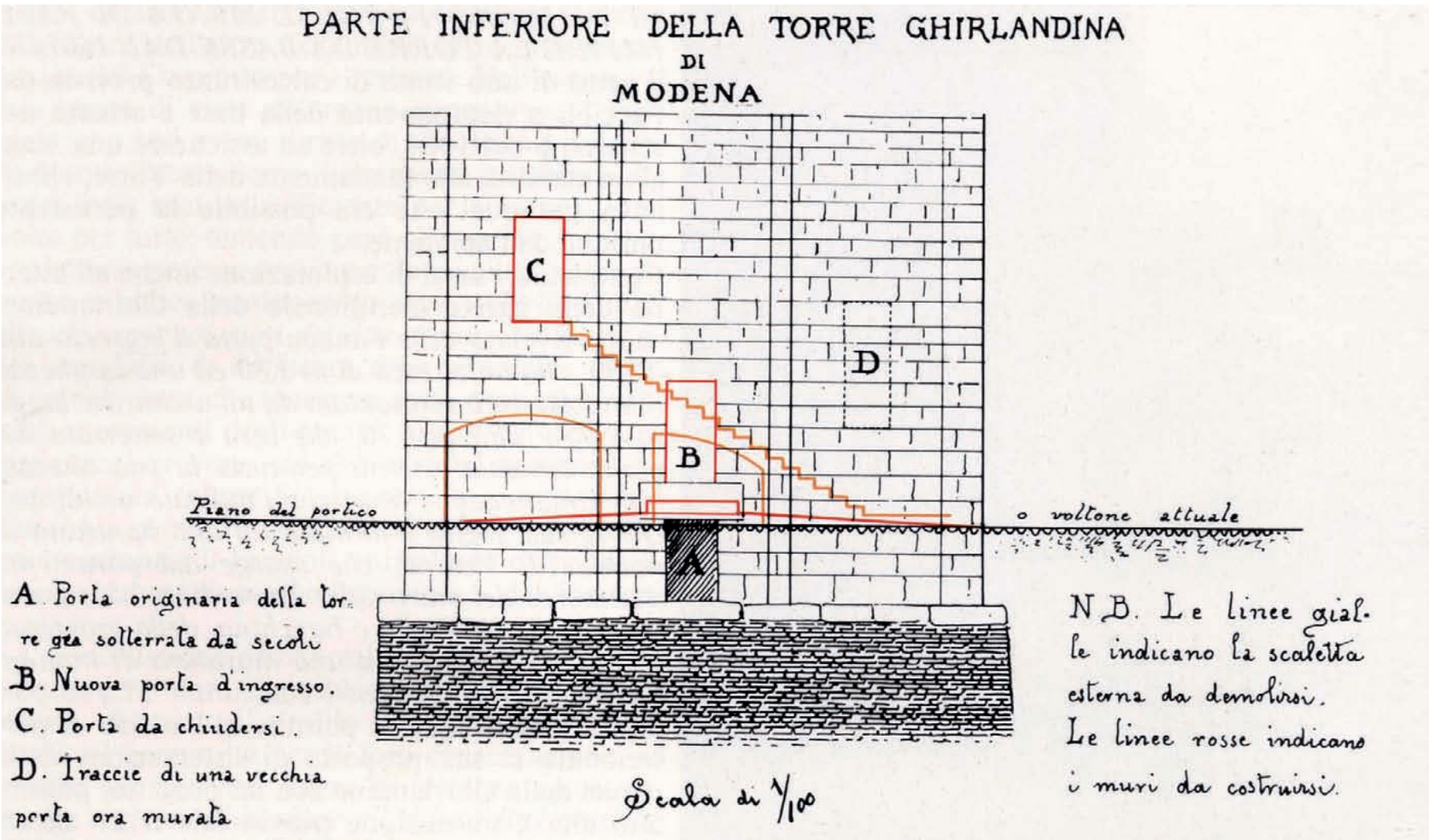
Aided by studies undertaken in 1899, from interpretive sketches made by Tommaso Sandonnini at the time and by the data which has emerged from the latest scientific and archeological research, keeping in mind also the drawings by Giancarlo Palazzi, we could propose a reconstruction of the structure of the Ghirlandina, based on clues gleaned from the studies, starting from its foundations (see the axonometric projection by Palazzi Fig. 11). Aside from the problems caused by the settling of the terrain, first of all, and referring exclusively to the "architectural finds," the excavation made in the central area of the south side to a depth of about three meters has brought the original entrance to light: 1.8 meters high and 1.25 meters wide, its threshold was formed by a rock "bench", protruding for 33 cm, on top of which the exterior stone veneer began (Figs. 5, 7). This was the critical point representing the wainscoting of the external composition on which the pilasters and extended corners rested, under which began a well-laid out, brick foundation. This lay out was confirmed by a deeper excavation carried out on the northern side which reached the base of the foundations themselves in the area nearly reaching the Roman paving stones of the antique *Via Aemilia*, up to beyond six meters (Fig. 5). Neither platforms nor poles were found (a system of poles for the laying of foundations had already been recommended by Vitruvio, *De architectura*, book III, IV), nourishing the theory that the tower, rather than having been built *ex novo*, had been built over the remnants of an ancient, similar structures, reutilizing its foundation. The paving stones of the old *Via Aemilia* were then intercepted (Labate in *The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 72-73) which could not have facilitated a pole system and perhaps were thought to provide a solid platform. The widening at the bottom, repeated in the foundations, was limited to relatively modest proportions, 70 cm at most throughout the entire depth, with an indented intermediate course, while the brickwork masonry continued to be composed of re-utilized Roman bricks (Fig. 7; cfr. C. Dieghi, *Cronistoria* cit., 1901). Two recent geo-diagnostic core samples taken from the north side, transversally towards the center of the tower, have substantially confirmed this information, but have also corrected one fundamental point: the brickwork, which was judged to be not perfectly regular, according to the report made in 1899, appears instead to be quite regular and high-quality even deep into the middle of the foundations (Lancellotta, *The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 182-183). The core samples, given their orientation, cannot offer data unfortunately about the make up, depth or consistency of the foundations of the interior corner piers. It is possible, at this point, considering that the threshold of the original entrance on the south side was ascertained by excavations in 1899 as corresponding to the interior of the room now partially underground, to reconstruct the layout of the interior structure.

Il pilastro centrale e i corrispondenti semipilastri periferici sarebbero stati alti circa due metri, l'altezza sotto il colmo delle volte 3,38 metri, e così si dovrebbe immaginare la feritoia sud almeno doppia in altezza di quanto oggi affiori (l'altezza attuale è di 2,41 metri). (Si vedano i rilievi ricostruttivi di Palazzi fig. 13). Sull'intonaco del tamponamento della porta si lesse l'iscrizione graffita: *Adì 2 giugno fornì il Menia di fare impiare la torre da basse dal 1609*, preziosa conferma datata del riempimento del vano inferiore operato dall'architetto comunale Raffaele Rinaldi detto il Menia, in un ampio programma di lavori da lui condotti nella Ghirlandina (C. Dieghi, *Cronistoria* cit., 1606-1609). Alcune riflessioni elementari s'impongono sui dati sin qui sommariamente riepilogati. La prima riguarda le perplessità sulle fondazioni, giudicate insufficienti già dai primi scopritori. A proposito osserviamo che la loro consistenza e profondità doveva essere stata pensata per un'altezza della torre che non andava oltre il piano che si pone alla conclusione della scala (il piano primo delle trifore, detto anche dei "torresani", per l'esterno denominato quinto in base alla successione delle cornici), sui piloni a questa predisposti, e che può calcolarsi, dall'originario presumibile pavimento inferiore alla copertura di quel piano, tra 46 e 46,50 metri circa. Inoltre, tenendo conto dei confronti con costruzioni simili e di quelle scarse nozioni che si hanno in materia di fondazioni di edifici medievali, non dovrebbe sfuggire che l'ordito laterizio regolare in spessore rappresenta una caratteristica, per quanto se ne sa, tecnicamente rara e probabilmente mirata a dare la massima solidità possibile alla fondazione stessa, restando il calcolo della profondità piuttosto basato su criteri empirici tratti dalla pratica tradizionale, come risulta da altri pochi casi noti di monumenti medievali.[4] Pur mancando una nozione purchessia che riguardi le fondazioni dei nostri piloni angolari interni, questi sembrano essere un requisito strutturale sin dall'inizio pensato per garantire il percorso di salita. Si tratta di una soluzione che non trova preciso riscontro, in questa forma, a quanto è dato per ora sapere, in altre grandi torri campanarie coeve (ma si veda l'esempio di Vercelli in Lomartire *infra*). L'alternativa possibile, senza questi piloni, sarebbe stata quella di un interno servito da scale lignee, come avviene a lungo per torri campanarie di limitata dimensione. Tuttavia la circostanza che grandi torri campanarie come quelle dell'abbazia di Fruttuaria a San Benigno Canavese e la torre civica di Pavia (crollata, come è noto, il 17 marzo 1989), comportassero, già al principio o intorno alla metà del secolo XI, scale in spessore di muro, in successive rampe laterali, lasciando a solai interni esclusivamente lignei una partizione in piani,[5] fa pensare che la soluzione

The central pillar and the corresponding, peripheral half-pillars would have been about two meters high, and the height from the topmost point of the vault, 3.38 meters, so we must imagine that the southern embrasure must have been at least twice as tall as it is today (currently 2.41 meters high). (Reliefs reconstructed by Palazzi, Fig. 13). On the plaster of the filler-wall of a door a scratched inscription reads: *dì 2 giugno fornì il Menia di fare impiare la torre da basse dal 1609*, precious confirmation dating the filling work carried out on the lower room by civic architect Raffaele Rinaldi, nicknamed Menia, in part of a vaster program of work he conducted on the Ghirlandina (C. Dieghi, *Cronistoria* cit., 1606-1609). A few basic reflections impose themselves on the data which we have summarily reported here so far. The first deals with the perplexity regarding the foundations, already judged to be insufficient by the earliest discoverers. In light of this, we can observe that their consistency and depth must have been planned for a tower that was not to exceed the height of the level where the stairs end (the first floor of the three-light windows, known as the "*torresani*", externally considered the fifth floor based on the succession of cornices), on the piers which were predisposed for them, and that can be calculated, from the presumed original floor of that lowest level to the ceiling of the "*torresani*" floor, to be about 46-46.5 meters high. In addition, keeping in mind the parallels between this and similar constructions, and the scarcity of information available about the foundations of medieval buildings, we cannot help but notice that the regular pattern of the brickwork through the thickness of it seems to represent a characteristic, as far as we know, technically rare and probably aimed at providing the foundations themselves with the maximum solidity, leaving the depth to be calculated based on empirical criteria derived from traditional practices, as it is in the few other known cases of medieval momuments.[4] While we have no clues as to the original intended use of these internal corner piers, it seems that they were a structural requirement designed from the beginning to provide climbing access to the tower. This solution is not present in the same form in any other large bell tower of the same period, as far as we know (see Lomartire *infra*). A possible alternative to this system of piers would have been internal wooden stairs as had been commonly used for some time in smaller towers. However, large bell towers like that of the Fruttuaria Abbey in San Benigno Canavese and the civic Tower of Pavia (which collapsed on March 17th, 1989), dating back as far as the beginning of the 11th century used staircases enclosed within the walls, in successive lateral flights, leaving the floor division to internal wooden loft constructions.[5]

Fig. 7 Prospetto meridionale della torre, disegno di Raffaele Faccioli con alzato della parte inferiore, tratto delle fondazioni e dislocazione degli ingressi:
A, ingresso originario trovato nello scavo;
B, il nuovo ingresso:
C, l'ingresso allora praticato con il profilo della scala per raggiungerlo (Archivio Centrale dello Stato, Roma).

Southern view of the tower, drawn by Raffaele Faccioli, with an elevated lower part, part of the foundations and the displacement of the entrances:
A, original entrance, discovered during the excavations;
B, the new entrance:
C, the entrance used at the time accessed by a ladder (Archivio Centrale dello Stato, Rome).



[4] Viollet-le-Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*, Bance editeur, Paris 1859-1869, V, voce *Fondation*; Kubach, H.E., *Verborgene Architektur: über das Verhältnis von Fundament und Bauwerk am Beispiel des Speyerer Domes*, Festschrift Verbeek, in *Beiträge zur rheinischen Kunstgeschichte und Denkmalpflege* II, Beiheft 20), pp. 35-48; Conrad, D., *Kirchenbau im Mittelalter, Bauplanung und Bauausführung*, cit., pp. 161-165. Per la particolare pratica della palificazione nei precedenti di Ravenna e dell'ambito adriatico: Deichmann, F.W., *Ravenna Hauptstadt des spätantiken Abendlandes, Kommentar. Geschichte, Topographie, Kunst und Kultur*, 3 voll., Steiner, Stuttgart 1989, p. 246.

[5] Per la torre di Fruttuaria: Scalva, G., *La torre campanaria dell'Abbazia di Fruttuaria a San Benigno Canavese*, Nautilus, Torino 2008; per la torre civica di Pavia: Segagni Malacart, A., *La Torre Civica di Pavia e le torri campanarie padane del secolo XI*, in *La Torre Maggiore di Pavia*, Banca del Monte di Lombardia, Milano 1989, pp. 51-82; Ead., *La "Torre Civica" di Pavia e le torri campanarie padane del secolo XI*, in "Arte medievale", IV, 2, 1990, pp. 99-121.
Della stessa Segagni è importante la citazione delle due torri di Fruttuaria e di Pavia, in una cornice generale: *Modelli e tramiti comparativi dell'architettura lombarda della prima età romanica: alcuni esempi*, in *Medioevo: i modelli*, atti del Convegno internazionale di studi, Parma 27 settembre – 1 ottobre 1999, a cura di Quintavalle, A.C., Electa, Milano 2002, pp. 429-442, particolarmente p. 437. Oggetto d'interesse particolare nel vano interrato sono le tracce di una grande catena lignea che l'attraversava sull'asse mediano est-ovest, dalle cui buche si sono potuti individuare nello spessore del muro corrispondenti incavi di travi "dormienti". Sono scarse finora le nozioni sulla presenza di simili catene, raramente conservate, e tuttavia a lungo ricorrenti nell'architettura di area adriatica, specialmente a Venezia: Haas, W., *Hölzerne und eiserne Anker an mittelalterlichen Kirchenbauten*, in "Architectura", 13, 1983, pp. 136-151 (qui in particolare per i "dormienti" pp. 143-147).

[4] Viollet-le-Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*, Bance editeur, Paris 1859-1869, V, entry *Fondation*; Kubach, H.E., *Verborgene Architektur: über das Verhältnis von Fundament und Bauwerk am Beispiel des Speyerer Domes*, Festschrift Verbeek, in *Beiträge zur rheinischen Kunstgeschichte und Denkmalpflege* II, Beiheft 20), pgs. 35-48; Conrad, D., *Kirchenbau im Mittelalter, Bauplanung und Bauausführung*, cit., pgs. 161-165. For the unique practice of creating a system of poles in the precedents in Ravenna and around the Adriatic coast: Deichmann, F.W., *Ravenna Hauptstadt des spätantiken Abendland es, Kommentar. Geschichte, Topographie, Kunst und Kultur*, 3 voll., Steiner, Stuttgart 1989, p. 246.

[5] For the Fruttuaria Tower: Scalva, G., *La torre campanaria dell'Abbazia di Fruttuaria a San Benigno Canavese*, Nautilus, Torino 2008; per la torre civica di Pavia: Segagni Malacart, A., *La Torre Civica di Pavia e le torri campanarie padane del secolo XI*, in *La Torre Maggiore di Pavia*, Banca del Monte di Lombardia, Milan 1989, pgs. 51-82; Ead., *La "Torre Civica" di Pavia e le torri campanarie padane del secolo XI*, in "Arte medievale", IV, 2, 1990, pgs. 99-121. Also by Segagni is the important citation about the two towers of the Fruttuaria and Pavia, in a general framework: *Modelli e tramiti comparativi dell'architettura lombarda della prima età romanica: alcuni esempi*, in *Medioevo: i modelli*, minutes from the Internation Study Convention, Parma 27 September-1 October, 1999, edited by Quintavalle, A.C., Electa, Milan 2002, pgs. 429-442, particularly pg. 437.
A particularly interesting in the underground room are the traces in the thickness of the walls of a large, wooden chain which crossed the entire east-west axis from the holes of which it was possible to recognize indentations for "sleeper" beams in the corresponding wall.
Not much information has come to light regarding such chains, rarely preserved, but in any case often used in architecture along the Adriatic, particularly in Venice: Haas, W., *Hölzerne und eiserne Anker an mittelalterlichen Kirchenbauten*, in "Architectura", 13, 1983, pgs. 136-151 (here in particular for the "sleepers" pgs. 143-147).

modenese intendesse brillantemente ovviare alle difficoltà intrinseche di provvedere alla crescita di una torre introducendo vuoti negli spessori perimetrali, quando sopravveniva la difficoltà, in quei precedenti non prevista, di far quadrare un esterno lapideo con specifici obblighi di partitura, con un interno esclusivamente funzionale. D'altra parte la rinuncia alla soluzione della scala, entro uno spessore che sarebbe divenuto troppo ingente, conseguiva un notevole risparmio di materiale e apriva nello stesso tempo la possibilità di appoggiare a quei piloni vani voltati. (si rinvia ai rilievi di G. Palazzi figg. 11, 12 e 13). Un'opzione strutturale questa che selezionava su sostegni propri l'articolazione interna dei vani e dei transiti, mentre a Fruttuaria, per fare un esempio, la scala entro la muratura ne aumentava lo spessore fino a oltre tre metri. L'idea dei grandi piloni, di autonoma e molteplice funzione, non può non far pensare alle "case torri" dell'architettura pisana e alimentare la curiosità per gli aspetti propri e malnoti dell'architettura civile del Medioevo.[6] Dunque è proprio su questa scelta radicale che occorre ancora soffermarsi, perché gli studi sulla Ghirlandina hanno a tal punto privilegiato l'esterno in pietra, con le sue ricche cornici marcapiano, con le sue sculture, con le varianti della sua parte terminale, da ignorare quasi il rapporto con la struttura di supporto interna, prevalentemente in mattone. I nuovi rilievi e le nuove sezioni dell'insieme della torre confermano che non sussiste un rigido intento di rispondenza tra esterno e interno (Giandebiaggi *et al.* in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 78 e ss). Il percorso delle rampe interferisce infatti con il profilo di talune delle maggiori aperture, incongruenze che sono state addotte per ipotizzare fasi diverse in relazione, per intenderci, all'esito "classico" nella successione monofora – bifora – trifora[7] (figg. 8, 9). Attenti a circoscrivere il nostro tema all'avvio della struttura, ci limitiamo a osservare che, stando all'interno, la più significativa determinazione di piani si riscontra nella successione iniziale dei tre vani voltati, quello detto "interrato" e gli altri due successivi, conformi questi tra loro nella copertura; il terzo, quello della Secchia, sensibilmente più alto (circa 5,80 metri).

I requisiti di questi interni variamente articolati fanno pensare anche a loro precise funzioni, difficili da determinare nelle originarie intenzioni, ma che in realtà trovarono utilizzo, come è noto, per un

This type of construction makes us think that the builders of the Modense Tower intended to brillantly solve the intrinsic difficulties of leaving empty space in the perimeter wall and line up the outer stone wall-coving, not present in the previous examples, that had specific requirements for its arrangement with the purely functional needs of the inner walls. On the other hand the exclusion of a space-consuming stairwell offered remarkable savings in building materials and at the same time opened up the possibility of building vaulted rooms supported by the same piers. (see G. Palazzi's survey results Figs. 11, 12, 13). This was a structural option that used its own supports for the internal division of rooms and corridors, whereas in the Fruttuaria, for example, the intramural stairwell increased wall thickness by up to three meters. This idea of great piers, independent and multi-functional, reminds us of the "*case torri*" (tower-houses) of Pisan architecture and it stimulates our curiosity about those aspects of civil architecture that are exclusively Medieval and poorly-known.[6] So we should focus our attention on this particular radical choice, because studies of the Ghirlandina have concentrated so much on the stone exterior, with its sumptuous decorative string course mouldings, its sculptures and the variations on its top levels, that it has ignored the relationship of the exterior with the internal supporting structure, which is mainly in brickwork. New surveys and cross-sections of the entire length of the Tower confirm that there is no strict matching of the intentions in the development of the interior and exterior sections (Giandebiaggi *et al.* in *The Ghirlandina Tower* 1, pg. 78 *e seq.*). The route of the stairwells actually interferes with some of the major openings in the walls. These incongruences were adopted throughout different developmental phases in order to create a succession of windows and give a "classical" look to the order of monofore – bifore – trifore mullioned windows[7] (Figs. 8, 9). Staying within our theme of the origin of the structure, we can observe that, from the inside, the most significant intentional design of a floor can be seen in the succession of the three vaulted rooms: the basement and the next two, in which the ceilings are comparable; The third one, the Secchia Room is notably higher than the others (about 5.80 meters). The characteristics of these interiors that are differently sized suggest precise functions, although it is difficult to determine what they might have originally been.

[6] Redi, F., *Analisi termografica: l'esempio del palazzo dei Cavalieri a Pisa*, in "Ricerche storiche", 12, 1, 1982, pp. 3-34; Id., *Pisa com'era, archeologia, urbanistica e strutture materiali (secoli X-XIV)*, Gisem Liguori, Napoli 1991, pp. 177 e ss.
[7] Gandolfo, F., *Problemi della cattedrale di Modena*, in "Commentari", XXII, 1971, pp. 124-155; Dieghi C. in *La torre Ghirlandina* 1, p. 59. Senza sottovalutare il problema delle contraddizioni tra lo sviluppo della scala interna e della partitura esterna con le relative aperture (talché si ha quasi l'otturazione della bifora verso ovest), si osserva che le mensole predisposte per le passerelle lignee di accesso alle aperture stesse (congegno simile a quello che si osserva in piccolo nei falsi matronei del Duomo) rappresentano una organica soluzione funzionale. La contraddizione non sarebbe frutto di un errore, ma la conseguenza di una scontata autonomia tra la partitura esterna e il congegno strutturale interno.
[8] Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, Modena 1896, pp. 218-219, p. 249.

[6] Redi, F., *Analisi termografica: l'esempio del palazzo dei Cavalieri a Pisa*, in "Ricerche storiche", 12, 1, 1982, pgs. 3-34; Id., *Pisa com'era, archeologia, urbanisticaand strutture materiali (secoli X-XIV)*, Gisem Liguori, Napoli 1991, pgs. 177 *et seq.*
[7] Gandolfo, F., *Problemi della cattedrale di Modena*, in "Commentari", XXII, 1971, pgs. 124-155; Dieghi C. in *The Ghirlandina Tower* 1, p. 59. Without underestimating the issue of the contradictions between the development of the stairways inside and the external composition, including the position of the windows (resulting in practically totally obscuring the westward two-light window), we can observe that the corbels designed to support the wooden access walkway to reach the windows (similar to the device seen on a smaller scale in the false matronea of the Duomo) represent an organically functional solution. The contradiction was not perhaps an error, but the consequence of a conscious choice to maintain the autonomy between the external composition and the layout of the interior structures.
[8] Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, Modena 1896, pgs. 218-219, p. 249.

certo tempo, almeno dal XIV secolo, nell'ospitare l'archivio comunale e poi nella tesaurizzazione altamente simbolica della famosa Secchia (cfr. Piccinini, *infra* e rilievi di G. Palazzi in questo volume). Nello stesso vano erano custoditi "i tesori delle Sante Reliquie, l'Archivio e le argenterie" del Duomo, uso al quale si rinunciò definitivamente solo nel 1768.[8]

Nella destinazione nota e documentata dei vani interni si rispecchia dunque la vocazione della torre legata al Duomo nelle sue funzioni liturgiche, promosse insieme dalla committenza civile: un intreccio che doveva portare a contrasti tra Vescovo e Comune in materia di manutenzione e restauro, e che trova spiegazione nell'originario indissolubile legame della comunità col culto del Santo patrono.

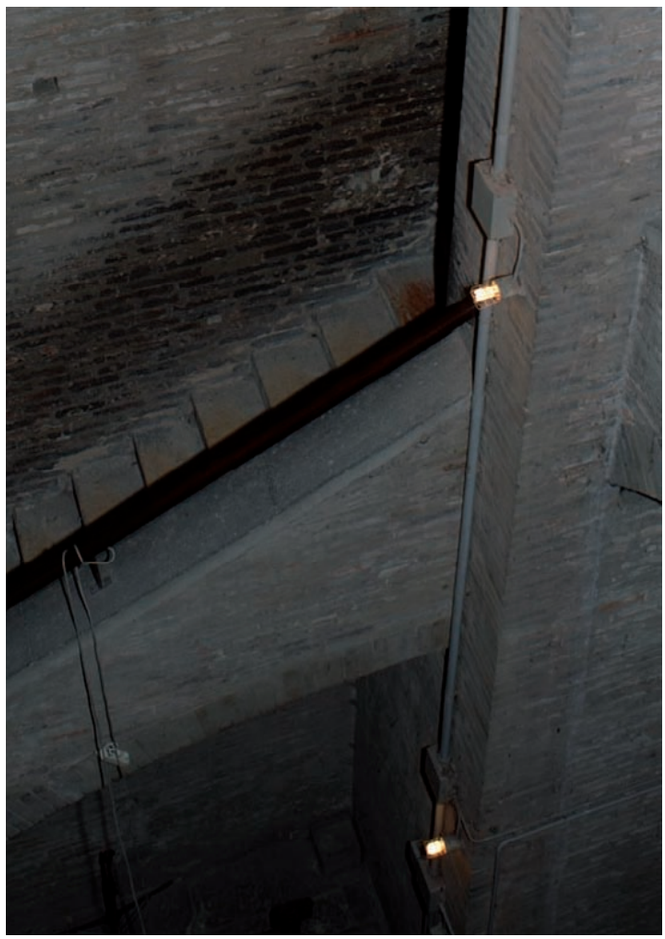
Actually it is known that they housed the City's Archives for a certain period starting at least in the 14th century and then later they housed the highly symbolic and famous "*Secchia*" (bucket) (cfr. Piccinini, *infra* and G. Palazzi's essay in this volume).

The Cathedral's "treasures and holy reliquaries, archives and silver" were housed in this same room, a use which was definitively halted as late as 1768.[8] So the known and documented usage of the Tower is strongly tied to the Cathedral in its liturgical function, and this was supported by the concurrent civic activities: this interrelation must have brought with it contrasts between the Bishop and City on the topic of maintenance and restoration, which can be explained by the ancient and indissoluble tie between the City and worship of the city's patron saint.

Fig. 8 Scala chiusa, lato sud, che porta alla stanza della Secchia.
View of the continuation of the stairs beyond the Secchia Room.



Fig. 9 Veduta della prosecuzione del sistema delle scale al di sopra della stanza della Secchia.
Closed off stairway, south side, leading to above the Secchia Room.



Né va dimenticata la funzione di campanile, oltre che di osservatorio per la sicurezza della città.
Nel percorso delle scale era indubbiamente contemplato l'accesso alla cella campanaria e persino l'alloggio stanziale, in particolari strutture lignee, per gli addetti a tali compiti, i "torresani", dei quali restano colorite testimonianze.[9] D'altra parte, mentre il secondo e il terzo ambiente, con coperture voltate affini (e lo è, segnale di un progetto coerente, anche la volta che regge il piano della stanza dei Torregiani), rientrano nel congegno delle scale perimetrali che proseguono verso l'alto, il vano interrato se ne distingue, come abbiamo visto, per un assetto voltato del tutto singolare e per un passaggio di scale pure diverso, anche se non noto nei particolari. Il sistema delle grandi rampe scalari era pensato per salire fino alla sommità, ma, per il secondo e terzo piano voltati, anche per un loro funzionale accesso indipendente. L'introduzione delle rispettive coperture di questi due piani risulta peraltro successivo, come fa osservare Saverio Lomartire, alla rampa relativa della scala, che proprio dal secondo prende avvio. Lo dimostra l'inserimento a posteriori in quel congegno dell'architrave che funge anche da base d'imposta per la volta del vano. La rampa era già impostata sul pilone quando si costruì la prima crociera a profilo ribassato, con vele allargate sino al muro perimetrale, tra un pilone e l'altro. Questa singolare conformazione, che si ripete nella stanza della Secchia, non dispone di facili confronti, né è possibile d'altra parte, a causa dei rivestimenti d'intonaco e delle pitture, esaminarne i requisiti tecnici. Se si considera come riconoscibile, in base a molteplici indizi archeologici (dai materiali di rivestimento alle buche pontaie), una prima fase costruttiva che arriverebbe poco sopra la prima cornice esterna (Labate D., in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 66 e ss., in particolare p. 75), che è pure quella che, con un largo consenso, presenta nell'apparato esterno caratteri formali compatibili con la compagine lanfranchiana del Duomo, si tratta ora di affrontare il quesito, già più o meno distintamente affiorato, se nella struttura di avvio si possa ravvisare una premessa coerente entro questa convenzionale prima fase. Le singolarità del piano interrato possono insinuare dubbi circa l'applicazione sin dall'inizio del fondamentale sistema di piloni, che trova la sua piena funzione solo a partire dal vano voltato intermedio, quello dell'accesso attuale. Il punto cruciale consisterebbe nel controllare se i piloni che articolano all'interno il quadrato della torre siano progettualmente e strutturalmente solidali con i muri perimetrali. Tenderemmo a crederlo e a spiegare l'incongruenza delle malte e di altri particolari con vicende interne del cantiere piuttosto che con interventi distanziati e dovuti a mutamenti di progetto. Pur lasciando aperta la discussione si osserva che la segnalata coerenza progettuale del sistema voltato con la finestra est, implica anche

And we must not forget the structure's function as bell tower, as well as observatory for surveillance of the city for security reasons. The stairwell route was most certainly intended to provide access for the workers, the "*torresani*", to the bell room and even their lodgings, wooden structures of which interesting clues have survived.[9] While the second and third rooms have similar vaulted ceilings (the vault that supports the floor of the Torresani Room also indicates a coherent plan), and they all contain the perimeter stairs that continue from floor to floor. On the other hand, the basement has a different and very particular vaulted ceiling as well as distinctly different stairwells, as we have seen, even though this fact is not well known. The system of grand flights of stairs was designed to reach to the top of the Tower, including independent functional entrances for the second and third vaulted floors. The ceilings of these two floors were built in a later date, as Saverio Lomartire observed, compared to the relative flight of stairs, which was built in correspondence with the second floor. The proof of this is the later inclusion of the mechanism of an architrave that doubles as impost base for the room's vault. The flight of stairs was already imposed on the pier when the first low-profile groin vault was constructed, with its bays expanded to reach the perimeter wall, between one pier and the next. It is hard to find similar examples of this unique design outside the Secchia Room, nor is it possible to study the technical aspects of the underlying masonry, due the plastered and painted refinishing. If, based on numerous archeological indications (from the cladding material to the putlog holes), we consider recognizable a preliminary construction phase which arrived to just above the first external cornice (Labate, in *The Ghirlandina Tower* 1, pg. 66 *est seq*., in particular pg. 75), which is also the one, according to the general consensus, presenting comparable characteristics in form in its exterior layout with that of the Lanfranchian design of the Cathedral, we must now deal with the question, already touched on to a certain extent, of whether any premise of consistency can be recognized in the first parts of the building erected during this conventional first phase. The unique characteristics of the underground floor can cast some doubts about the application of the fundamental pillar system from the outset, since its full functionality would not come into play until the intermediate vaulted level, where the current entrance is located. The crucial point consists in being able to discover if the pillars installed in the square part of the tower are an integral, planned part of the structure of the perimeter walls. We tend to believe so and explain the inconsistencies in the types of mortar used and other details as having been due to the dynamics at work within the worksite rather than on the interventions occurring over long intervals of time or to changes made in the design.
Even leaving this open for discussion, we can observe that the marked coherence in the plan for

quella dei piloni, ai quali egualmente quella copertura si adatta e si appoggia.
In questo quadro un altro punto problematico concerne la ricostruzione della scala di raccordo originaria tra il vano interrato e il piano superiore, ubicata concordemente nel pilone sud-ovest. Nel rilievo riepilogativo del 1899 (fig. 5) viene messa in relazione con un ispessimento più sottile sul lato est del pilone (circa 50 cm) e maggiore su quello nord (un metro circa). Un altro disegno della cartografia del 1899 dell'archivio comunale (fig. 4) (*La torre Ghirlandina* 1, p. 66) dice qualcosa di più, tracciando, con la semplice didascalia "scaletta", un ingresso poco oltre l'entrata, sia nella pianta che nell'alzato, di larghezza simile a quella dell'entrata della torre e solo di poco più bassa, per lo spessore di un sottile architrave.
In pianta è segnalato un primo tratto interno, che subito piega il percorso ad angolo retto lungo il lato nord del pilone. Secondo uno schizzo sommario di Tommaso Sandonnini, che l'accompagna in effetti con trattini che vorrebbero accennare a un giro di gradini, si sarebbe trattato di una scala a chiocciola.[10] È questo uno schema interpretativo che non tiene conto del maggiore ispessimento sul lato nord del pilone, chiaramente rilevato nei disegni professionali. Questi risultano, a loro volta, ipotetici e privi di particolari interni della scala, e il motivo è chiaro: l'ingresso alla scala è ricostruito nella sua altezza sulla base dello scavo esterno, senza che se ne fosse praticato uno nel riempimento interno. Come era dunque veramente la scala in spessore, usufruiva del nucleo interno del pilone, e in qual misura, e infine dove sbucava al piano superiore? Sono interrogativi di grande portata, ma destinati a restare insoluti sino a quando saggi esplorativi mirati potranno dirci di più su questo aspetto della prima fase costruttiva della torre.
Recenti assaggi nelle murature (giugno 2010) confermano la presenza della scala, ma non ne precisano il percorso a causa degli estesi rifacimenti dell'intervento del 1901, specie sul lato est del pilone. Sul lato nord, relativamente meglio conservato, si situa la lapidina che ricorda la misurazione della pendenza della torre il 22 dicembre del 1898. Un'ipotesi ricostruttiva di Palazzi ricupera la proposta del Sandonnini, confortandola con la casistica delle scale a chiocciola note nel Duomo (se ne veda il disegno fig. 13).

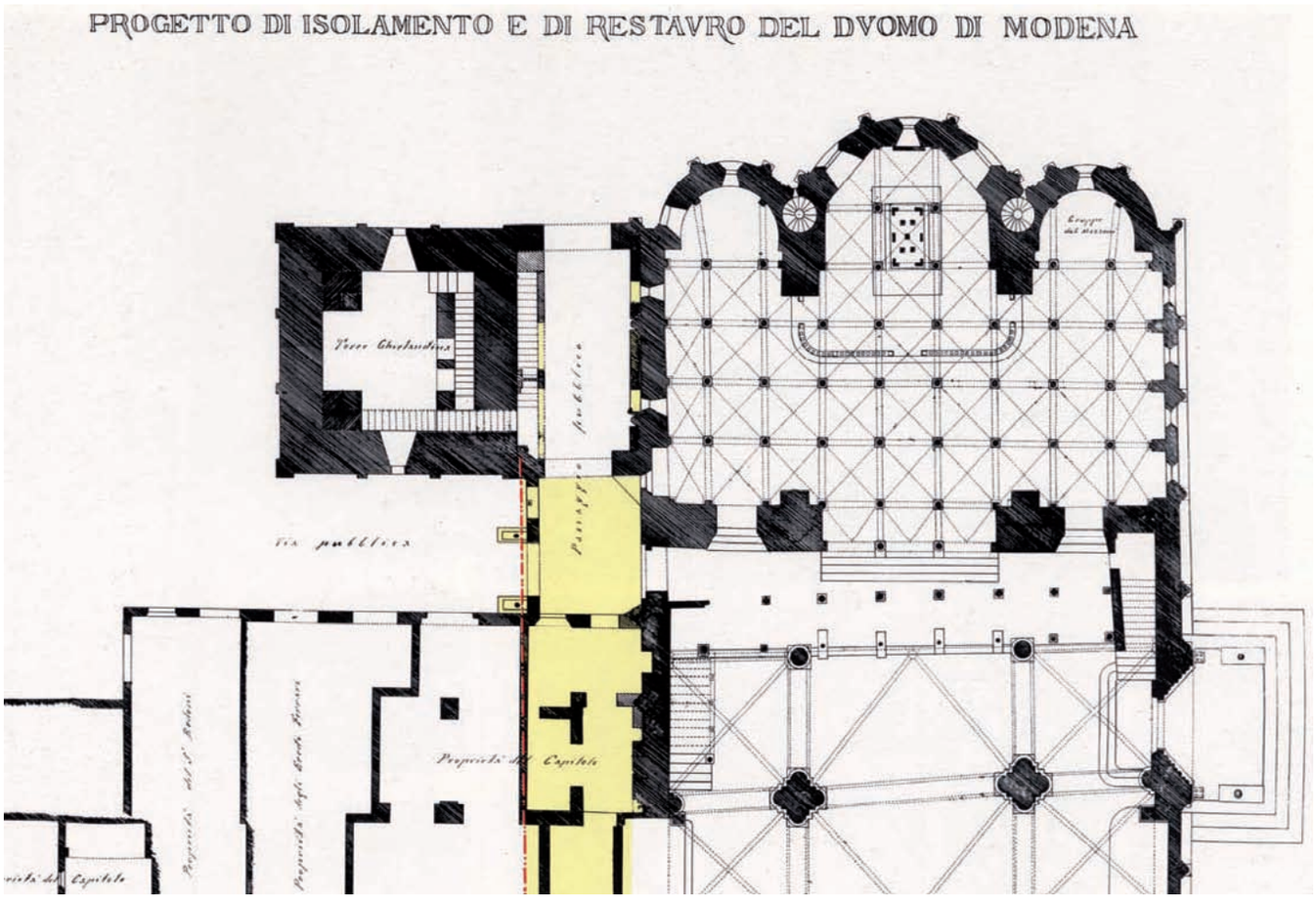
the vault with the eastern-facing window also implicates that of the pillars, to which the ceiling appears equally adapted and on which it rests.
In this context, another difficulty concerns the reconstruction of the original stairs linking the basement room with the upper floor located, according to the commonly accepted hypothesis, in the southwestern pier.
According to the summarizing study in 1899 (Fig. 5) a relationship was drawn between the lesser degree to which the eastern side of the pier was thickened (about 50 cm) compared to the greater thickness on the north side (about one meter). Another cartographical drawing dated 1899 found in the Municipal Archives (Fig. 4) (*The Ghirlandina Tower* 1, pg. 66) tells us something more simply by means of its captions, indicating both in the plans and on the wall, another entrance just beyond the door, as wide as the current entrance, only slightly below it and as deep as a narrow architrave. The first, interior part of it is marked in along the north side of the pier. According to a sketch by Tommaso Sandonnini, showing a series of lines that apparently represent steps, there must have been a spiral staircase.[10] This is an interpretation which does not take into consideration the thicker walls on the north side of the pier, clearly shown in the professional drawings. These, in turn, are hypothetical and lacking in interior details of the stairs, for an obvious reason: the entrance to the stairs was reconstructed to its height based on the external excavations, without having creating an opening in the interior infilling. What was this embedded stairway like then? Did it rely to any extent on the nucleus of the pillar? And finally, where did it come out on the upper floor? These are very important questions, but which are destined to remain unsolved until specific exploratory studies can give us more information about the first construction phases of the tower. Recent tests of the walls (June 2010) confirm the presence of a staircase, but cannot precisely locate it due to the extensive remodeling done to it in 1901, especially on the east side of the pillar. On the north side, comparatively well preserved, a small, stone plaque records the measurement of the tower's tilt on the 22nd of December, 1898. A reconstructive hypothesis by Palazzi takes up the proposal made by Sandonnini, comparing it to the situation of the known spiral stairs in the *Duomo* (as seen in the drawing Fig. 13).

[9] Oltre ai cenni di Dieghi, *Cronistoria* cit., Bussi, R., *La Cronaca di Modena 1465-1547 di Lionello mercante*, in *Tracce dei luoghi, tracce della storia. L'editore che inseguiva la bellezza. Scritti in onore di Franco Cosimo Panini*, Donzelli, Roma 2008, pp. 5-76, particolarmente p. 16. Soppalchi e tramezzi dei "torresani" figurano in uno spaccato settecentesco della torre illustrato da Luciano Serchia in Acidini Luchinat, C., Serchia, L. e Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, p. 183, fig. 175. Un'interpretazione dei tramezzi dei "torresani" è stata proposta da Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, prefazione di Giordano Bertuzzi, Aedes Muratoriana, Modena 1976, p. 137.
[10] Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, a cura di Baracchi Giovanardi, O., Aedes Muratoriana, Modena 1983, pp. 11-14. Oltre ai due schizzi, come sempre sommari, del Sandonnini, sono importanti per le questioni qui accennate i disegni di Giovan Battista Massari, che risalgono al 1750, riportati in Ivi, pp. 170-171, che non è possibile qui commentare.

[9] In addition to references to Dieghi, *Cronistoria* cit., Bussi, R., *La Cronaca di Modena 1465-1547 di Lionello mercante*, in *Tracce dei luoghi, tracce della storia. L'editore che inseguiva la bellezza. Scritti in onore di Franco Cosimo Panini*, Donzelli, Roma 2008, pgs. 5-76, particularly p. 16. Lofts and walls of the "torresani" are depicted in a 18th century cross-section of the tower illustrated by Luciano Serchia in Acidini Luchinat, C., Serchia, L. and Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, p. 183, fig. 175, an interpretation of the interior wall design of the "torresani" has been proposed by Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, preface by Giordano Bertuzzi, Aedes Muratoriana, Modena 1976, p. 137.
[10] Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, edited by Baracchi Giovanardi, O., Aedes Muratoriana, Modena 1983, pgs. 11-14. Other than two sketches, rough as usual, by Sandonnini, the drawings by Giovan Battista Massari are also pertinent to the questions addressed here. These drawings are from 1750, reported in Ivi, pgs. 170-171, about which we cannot comment in the current forum.

Fig. 10 Stralcio della planimetria storica ("Prospetto di isolamento e di restauro del Duomo di Modena") che, a confronto con la fig. 8, mostra la scala esterna che sino al 1901 portava all'ingresso allora praticato.

Part of the historical floor plan ("Prospetus for the isolation and restoration of the Cathedral of Modena") which, when compared to fig. 8, shows the external stairs which led to the entrance used up until 1901.



Livelli, fondazioni, materiali a confronto col Duomo

La relazione della Ghirlandina col Duomo è sempre stata ritenuta imprescindibile, ma è curioso che per illustrare le diverse opinioni circa le fasi della torre ci si sia accontentati di profili schematici dell'alzato prescindendo, oltre che dalla sua sezione interna, da un confronto con l'altezza e il volume del Duomo (*La torre Ghirlandina* 1, pp. 57-58, 61, da Montorsi). La sproporzione in elevato oggi percepita, specie nell'immediato confronto da est tra i due monumenti, viene giustificata anche dal più sprovveduto dei turisti con le tardive sopraelevazioni dal secolo XIII in poi, alle quali si deve anche la denominazione antonomastica di *Ghirlandina*.
Ma se idealmente riduciamo, sia pure in modo approssimativo, la torre a un'altezza compatibile cronologicamente con il Duomo rielaborato dalle maestranze campionesi, abbiamo pur sempre un elevato ragguardevole, di circa il doppio della mole della chiesa.
Nelle misure del robusto impianto quadrato della torre si è ricercata anche una congruenza con particolari fattori dimensionali della planimetria del Duomo, ma lo stesso colpo d'occhio dal lato orientale del gruppo Duomo-torre persuade, insieme con le rispettive planimetrie, che il lato della torre è di poco inferiore alla profondità della cripta e del sovrapposto presbiterio, escluse le absidi (fig. 10). Conta dunque ben più l'ubicazione, con l'alta probabilità che, fin da principio, fosse previsto tra le due costruzioni un vincolo funzionale, che vediamo più avanti nel tempo documentato.
Nella calcolata disposizione sono da considerare concomitanti condizionamenti di pianificazione urbanistica, tra i quali la disponibilità dell'area a est del precedente Duomo, che restava ancora in piedi e funzionante mentre dalle absidi Lanfranco intraprendeva il nuovo. Anche il tracciato viario della Pescheria sul lato ovest della torre, corrispondente all'omonima porta della cattedrale, al limite di probabili aderenze di edifici canonicali, poteva far parte del piano.
Quanto ai livelli reciprocamente messi a confronto le ultime ricerche segnalano un cedimento della torre già in fase iniziale di circa 20 cm, accresciutosi poi nel tempo sino a raggiungere i due metri, con una pendenza verso sud-ovest (su questo vertice con 30 cm in più), secondo i rilievi del 1899, del 2,16%, pari a uno strapiombo di un metro all'altezza di 48 metri,[11] dati ora aggiornati in modo ben più preciso e dettagliato, piano per piano (Giandebiaggi *et al.* in *La torre Ghirlandina* 1, p. 87).

[11] Serchia, L., in *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, cit., p 173. Un riepilogo critico del problema complesso dei cedimenti e dei livelli tra torre e Duomo in Lancellotta R., in *La torre Ghirlandina* 1 cit., pp. 184 e ss.; inoltre Labate, ivi, p. 74, nota 28.

Levels, foundations and materials compared to those of the Duomo

The relationship of the Ghirlandina with the *Duomo* has always been undeniable, but it is curious that in order to illustrate the different opinions about the phases of the tower one had to be satisfied with the schematic profiles of the erected walls disregarding not only its inner section, but also any comparison with the height and volume of the Duomo (*The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 57-58, 61, from Montorsi). The disproportionate height perceived today, especially in the immediate comparison from the east of the two monuments, is associated even by the most naive of tourists with the late additions to its elevation made from the thirteenth century onwards, to which we owe also its appropriate name of Ghirlandina. If we were to imagine the height of the tower to be reduced, even approximately, to what it was at the time when the *Duomo* was being re-elaborated by the Campionesi masters, it would still be considerably tall, of about double the height of the church. Some congruence has also been sought between the measurements of the solid, square body of the tower and the particular dimensional factors of the *Duomo*'s floor plan, but a quick glance at the east side of the *Duomo*-Tower group, together with their respective floor plans, persuades us that the side of the tower measures slightly less than the depth of the crypt and the presbytery above it, excluding the apses (Fig. 10). Therefore, it is the location which is more important, with a high probability that right from the start, a functional constraint was foreseen between the two buildings, which will later be documented.
In calculating their disposition, urban planning conditions had to be taken into consideration concurrently, including the availability of the area east of the previous *Duomo*, which was still standing and functional while Lanfranco undertook the new one, starting with the apses. Even the road layout of the Pescheria on the west side of the tower, corresponding to the homonymous door of the cathedral, at the limit of probable adherence to canonical buildings, could have been part of the plan. As to the compared levels, the latest research indicates that the tower had already sunk at an early stage by about 20 cm, increasing over time to as much as two meters and sloping towards the south-west by 2.16% (the summit on this side measuring 30 cm higher), according to the surveys dated 1899, equal to a drop of one meter at a height of 48 meters,[11] data now updated and far more precise and detailed for each level (Giandebiaggi *et. al.* in *The Ghirlandina Tower* 1, p. 87).

[11] Serchia, L., in *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, cit., p. 173. A critical overview of the complex sinking problems and of the levels between the Tower and the Duomo in Lancellotta R., *The Ghirlandina* Tower 1, pgs. 184 *et seq.*; furthermore Labate, ivi, p. 74, note 28.

L'analisi dei dissesti e delle lesioni ha condotto d'altra parte a riscontrare due variazioni significative nell'inclinazione della torre, alle quali "devono avere corrisposto lunghe interruzioni del processo costruttivo": la prima tra il secondo e terzo piano, corrispondendo all'incirca a una prima fase della struttura, sia pure frazionabile in più tappe esecutive (Alfieri *et al.*, in *La torre Ghirlandina* 1, p. 151). Il cedimento della zona del Duomo che fronteggia la torre si calcola in 60 cm, e si ritiene indotto da quello della torre. I raccordi tuttora esistenti, ridotti a due diaframmi archiacuti, frutto di rimaneggiamenti moderni, non sono che residui contrafforti in luogo di più intricate strutture intermedie e varchi più volte ricostruiti[12] (M. Alfieri e M. Carobbi in *La torre Ghirlandina* 1).
Ai fini del nostro discorso è particolarmente interessante un disegno di Raffaele Faccioli, ingegnere, del 1901, che, segnando sul lato sud l'apertura allora proposta, poi eseguita e tuttora in funzione, al di sopra di quella originaria sottostante ritrovata, fornisce il dato di quella allora in uso, decentrata più a ovest e più in alto, raggiungibile con una scaletta esterna addossata, costruita nel 1763 (figg. 7, 10). Si riepiloga così la struttura inferiore della torre a partire dalle fondazioni, con la storia degli ingressi e l'evidente prova che gli attuali gradini nell'ingresso furono solo allora eseguiti insieme con la nuova apertura. Dimostrazione fondamentale del precoce rapporto tra il Duomo e la torre si ritrova tuttavia nel fatto che la prima cornice esterna non compare sul lato sud della torre, a quel livello legato prioritariamente ai passaggi diretti al presbiterio e a vani intermedi. È vero che diversi autori hanno supposto che la cornice ci sia stata e che sia stata in seguito scalpellata, ma è poco credibile che una tale operazione non abbia lasciato traccia nel paramento, pur certamente in altri punti sostituito in riparazioni e restauri. Vi si riscontra invece l'impronta degli spioventi rispondenti a quelli che, sul lato di fronte del blocco orientale del Duomo (Lugli S., in *La torre Ghirlandina* 1, p. 127, lato sud), obbligarono i Campionesi ad adattarvi la partitura della loro sopraelevazione quando introdussero il falso transetto sul presbiterio. In quel momento, e cioè non dopo l'inizio del XIII secolo, era dunque consolidato, probabilmente da tempo, forse da qualche decennio, un volume architettonico di collegamento tra i due edifici, anche se è oggi problematico ricostruirne le innumerevoli vicissitudini interne.

[12] Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, cit., voci *Sagristia*, pp. 210 e ss. e *Torre della Ghirlandina*, pp. 244 e ss.; Serchia, L., in *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, cit., pp. 119 e ss. e pp. 169 e ss.: questa trattazione resta la più ricca di informazioni circa le aggrovigliate vicende delle trasformazioni a nord del Duomo, ma deve essere integrata con più precisi controlli sullo stato rispettivo dei due alzati, della torre e del Duomo. Un quadro aggiornato ed efficace dei restauri della Ghirlandina, che tiene conto della classificazione dei rivestimenti è nella tesi di Pedrazzi, S., *Le sculture ritrovate. Analisi storico-artistica e litologica dell'apparato scultoreo della Ghirlandina*, discussa nell'ottobre 2008 presso l'Università di Modena, relatore Stefano Lugli.

The analysis of the unevenness and damage led, on the other hand, to identifying two significant variations in the inclination of the tower, which "must have been caused by long interruptions in the building process": the first between the second and third level, corresponding approximately to the first phase of the structure, even if divisible into various steps of execution (Alfieri *et al.*, in *The Ghirlandina Tower* 1, pg. 151). The gradual sinking area of the Duomo facing the tower is calculated at 60 cm and is believed to have been caused by the tower. The existing connections, reduced to two segmental arch diaphragms, result of modern reworking, are all that remains of intricate, intermediate structures of buttresses and passages rebuilt several times on the site[12] (M. Alfieri e M. Carobbi in *The Ghirlandina Tower* 1). For the purposes of our discussion, a drawing by Raffaele Faccioli, an engineer from 1901 is particularly interesting.
It marked the proposed opening to be positioned above the original one, rediscovered below on the south side, which was then constructed and is still functional, thus providing information regarding the former one, decentralized towards the west and higher, reachable by an external staircase, against the wall, built in 1763 (Figs. 7, 10). This sums up the history of lower structure of the tower starting from the foundations, including the entrances and the obvious evidence that the present steps at the entrance were only built together with the new opening.
A fundamental demonstration of the early connection between Duomo and the Tower is however found in the fact that the first outer cornice does not appear on the south side of the tower, at that level primarily linked to direct passages to the presbytery and the intermediate compartments. It is true that several authors have assumed that the cornice existed and that later it had been chiseled off, but it is hard to believe that such an action would not have left traces on the wall, as certainly it has in other points of substitution for repairs and restoration. Instead, there is an imprint of the slopes corresponding to those that, on the front side of the east block of the Duomo (Lugli S., in *The Ghirlandina Tower* 1, pg. 127, south side), obliged the Campionesi to adapt the pattern of the elevation when the false transept on the presbytery was introduced.
At that time, no later than the early 13th century, an architectonic volume connecting the two buildings had already been consolidated for quite some time, perhaps even for decades, although today it is difficult to reconstruct the numerous turns of events that went on there.

[12] Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, cit., entries *Sagristia*, pgs. 210 et seq. and *Torre della Ghirlandina*, pgs. 244 *et seq.*; Serchia, L., in *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, cit., pgs. 119 *et seq.* and pgs. 169 *et seq.*: this discussion remains the richest information regarding the tangled events of the transformation north of the Duomo, but must be supplemented more with precise controls on the respective state of the two elevations of the tower and Duomo. An effective updated picture of the restorations of the Ghirlandina, that takes into account the classification of the coatings, is in the thesis of Pedrazzi, S, *Le sculture ritrovate. Analisi storico-artistica e litologica dell'apparato scultoreo della Ghirlandina*, discussed in October 2008 at the University of Modena, discussed with Prof. Stefano Lugli,

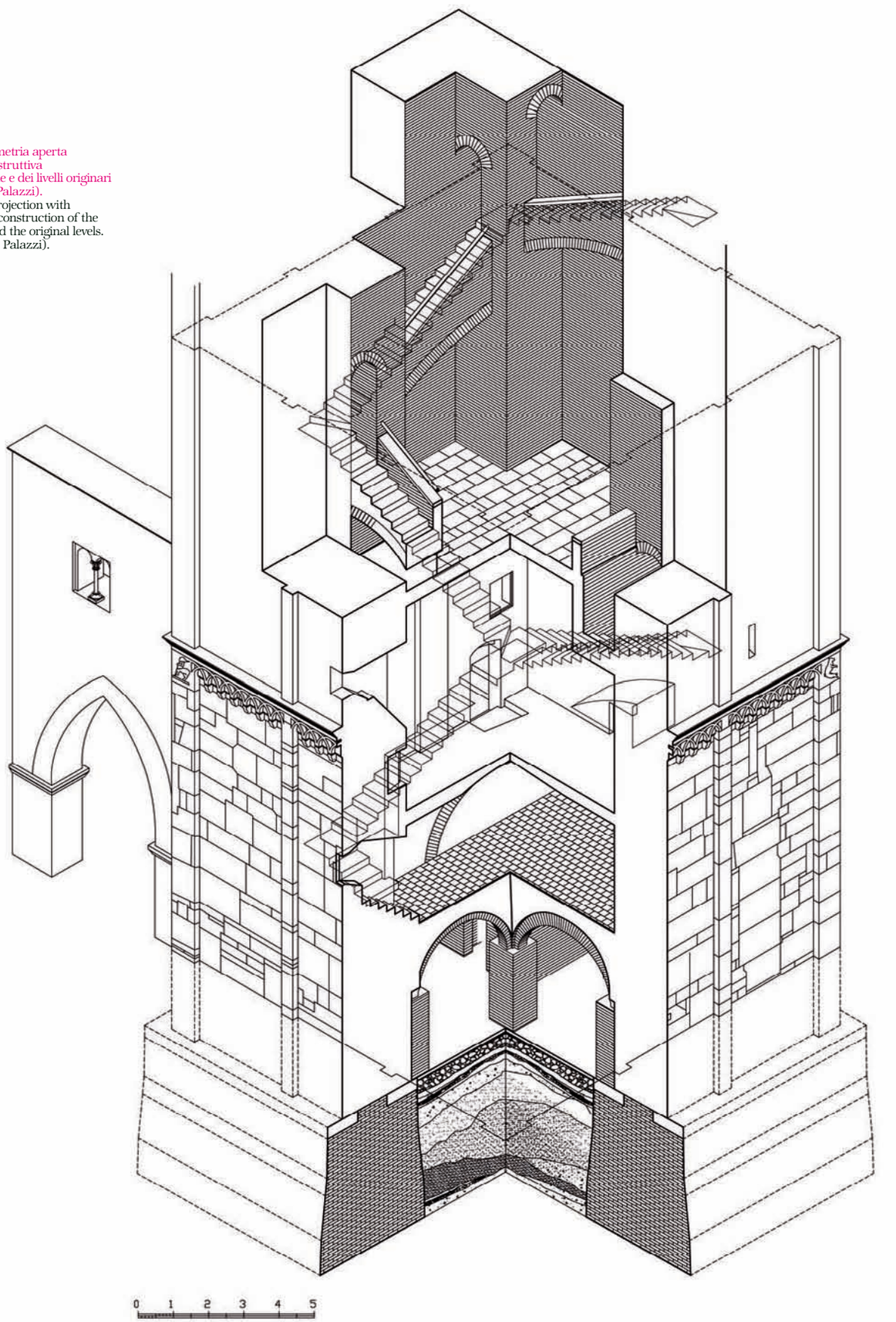
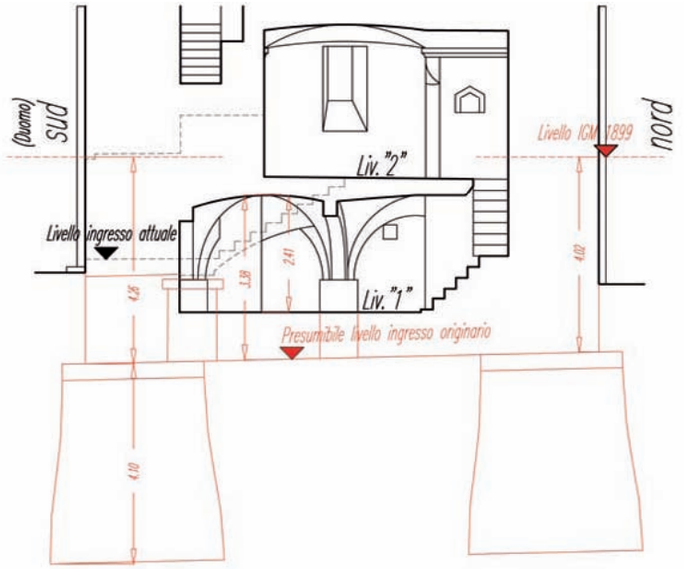


Fig. 11 Assonometria aperta con ipotesi ricostruttiva delle fondazione e dei livelli originari (Disegno di G. Palazzi).
Axonometric projection with hypothetical reconstruction of the foundations and the original levels. (Drawing by G. Palazzi).

Fig. 12



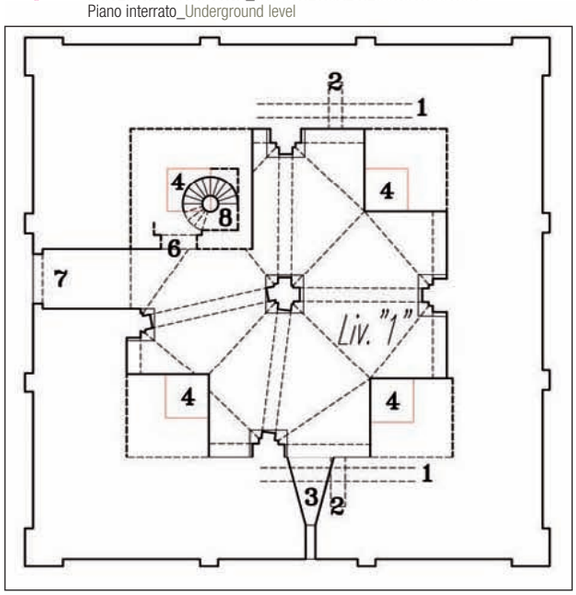
Sezione Nord-Sud verso Est_North-South cross section looking East

Fig. 12 Sezione trasversale dello stato attuale del I e II livello con ricostruzione (in rosso) dei rilievi delle fondazioni tratte dai sondaggi di R. Faccioli (1899).
Cross section of level I and II with the reconstruction (in red) of the foundations survey of R. Faccioli (1899).

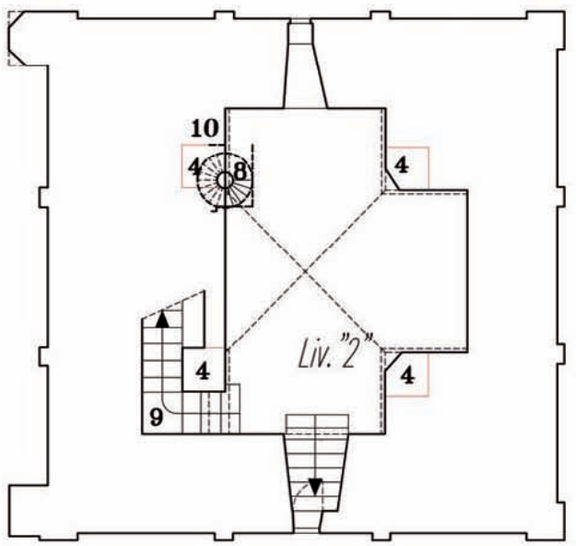
Fig. 13 Confronto tra lo stato attuale del I e II livello e l'ipotesi ricostruttiva.
Comparison between present-day level I and II and the hypothetical reconstruction.

Fig. 13 **IPOTESI RICOSTRUTTIVA**_HYPOTHETICAL RECONSTRUCTION

Piano interrato_Underground level

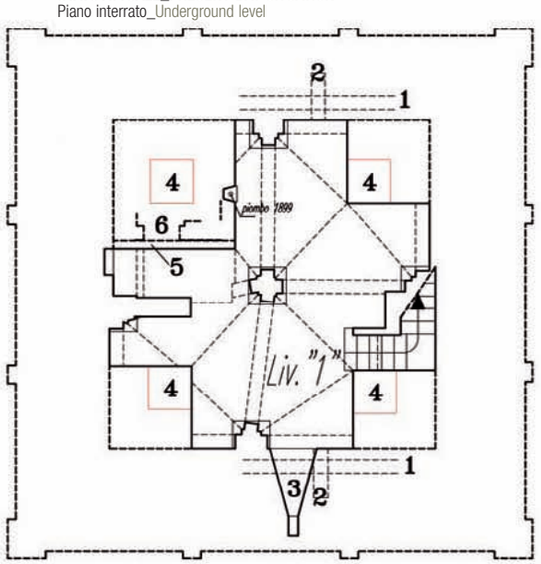


Piano rialzato_Mezzanine

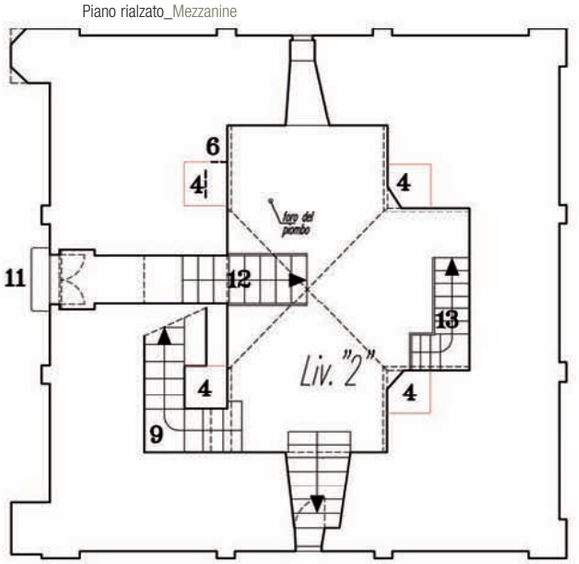


STATO ATTUALE_PRESENT-DAY SITUATION

Piano interrato_Underground level



Piano rialzato_Mezzanine



LEGENDA_LEGEND

1. Tracce dei dormienti
Traces of the sleeper beams
2. Infissioni catene in legno
Wooden chain slots
3. Monofora interrata
Underground embrasure
4. Proiezione del pilastro di sostegno della scala della torre
Projection of the staircase pillar
5. Muro di foderatura della porta di accesso alla "scaletta"
Mansonry linig on the door leading to the staircase
6. Porta di accesso alla "scaletta"
Entrance door to the staircase
7. Ingresso originale
Original entrance
8. Modello della scala a chiocciola corrispondente a quella incompiuta della facciata del Duomo
Model of the spiral staircase corresponding to the unfinished one in the Cathedral façade
9. Scala di salita alla Torre
Staircase
10. Traccia di sutura verticale del muro
Trace of a vertical suture in the wall
11. Ingresso attuale alla Torre
Present-day entrance to the tower
12. Scala di accesso all'ingresso dei visitatori
Stairs leading to the entrance of the visitor room
13. Scala di accesso al piano interrato
Stairs leading to the underground level

Non solo: lo stesso elevato della torre cresceva condizionato, sul suo lato sud, dai tramiti funzionali col Duomo, inducendo a rinunciare alla prima cornice, eseguita sugli altri tre lati (fig. 15), senza pregiudizio del risvolto del profilo superiore al vertice sud-est, in corrispondenza del centauro che guarda verso il Duomo, segno di raffinata compiutezza del motivo.[13] Lo stretto concomitante legame tra le due costruzioni risulta evidente, e vi concordano le sculture riconoscibili come originarie di quei tre lati.

Nel Duomo è documentata da indizi precisi un'operazione di compensazione del cedimento verso nord da parte delle maestranze campionesi, allorquando, rielaborando l'intera struttura, si cimentarono nell'innalzamento dell'area presbiteriale. Ne fu coinvolta la cripta, che ha conservato sul lato settentrionale, in ragione di aderenze che ne impedivano l'adeguamento, tratti dell'assetto precedente.[14] Si può anzi pensare che proprio il cantiere della torre, o meglio i collegamenti già in costruzione, abbiano imbarazzato l'intervento su quel lato della cripta. A sua volta la torre subiva, sullo scorcio della prima decade del XVII secolo, i già accennati interventi del Menia, indotti dalla necessità di tenere conto del più sensibile sprofondamento della struttura; allora fu parzialmente interrato il vano inferiore e apprestato il nuovo accesso con le due scalette relative, quella esterna illustrata nei rilievi del 1899-1901, e quella interna per accedere al vano interrato, tuttora in uso. La configurazione degli interventi intermedi non è facile, ma conta qui ricuperare il contesto iniziale e questo è possibile in rilievi che mettano a riscontro il passaggio tra l'accesso documentato dal Faccioli (figg. 7, 10, 15) e il varco corrispondente del presbiterio, rilevabile all'esterno. Certo le vicende del livello del presbiterio e dei cedimenti in generale, e l'articolazione degli spazi interni, mutati nel tempo, lasciano aperti molti problemi. Altra cosa è ritornare al colpo d'occhio straordinario delle absidi e della Ghirlandina, tentando di rievocare una situazione originaria ideale, alterata dallo sprofondamento della struttura, immaginando che il ricupero del livello delle absidi, artificiosamente conseguito nei ripristini di un secolo fa, se trasferito intorno alla torre, comporterebbe un fossato ben più profondo, sempre a motivo del già detto maggiore cedimento (soluzione già allora prospettata, ma rimasta senza seguito, C. Dieghi, *Cronistoria* cit., 1899-1901).

[13] Per la sopraelevazione campionese del presbiterio: Serchia L. in *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, cit., pp. 121, 149 e 150. Un'eccellente fotografia fornita dall'architetto Rossella Cadignani documenta come il concio, pur fessurato, del centauro conservi bene il profilo della cornice superiore, per fortuna rispettato dal muro dell'arco di collegamento con il Duomo. Sarebbe questo l'unico residuo indizio della prima cornice sul lato sud della torre, ma, trattandosi della finitura del concio scolpito proprio sullo spigolo, non potrebbe giustificarsi solo in quanto terminazione della cornice est, la più esposta sull'allineamento delle absidi?

[14] *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1985, p. 170, fig. 86, ove è chiaramente riscontrabile la variante dello pseudotransetto di fronte alla Ghirlandina: la stessa porzione analiticamente nei rilievi di Giancarlo Palazzi, in *Il Duomo di Modena. Atlante grafico*, Panini, Modena 1988, tavv. 15 e 18.

Not only: the erection of the tower itself was conditioned, on the south side, by functional connections with the Duomo, leading to renounce construction of a first-level cornice, which was instead added on the other three sides (Fig. 15) with no detriment to the upturning upper profile on the south-east summit, in correspondence to the she-centaur that looks towards the Duomo, a sign of refined perfection of the motif.[13] The close co-relationship between the two buildings is evident as substantiated by the sculptures identified as originating from these three sides. The Duomo is documented with precise evidence that operations were undertaken to compensate for the land that was sinking in the area towards the north, carried out by the Campionesi workers, when, by rearranging the entire structure, they attempted to raise the presbytery. The crypt was involved, but parts of its previous structure were preserved on the northern side because the adjoining structures had prevented them from changing it.[14] One might think that the actual work site of the tower, or rather the links already being built, would have impeded the interventions on that side of the crypt. In turn, the tower underwent, towards the end of the first decade of the 17th century, the above-mentioned interventions by Menia, driven by the need to compensate for the most appreciable sinking of the structure; thus was the lower room partially buried and a new access was prepared with two stairs, the outside one illustrated in an 1899-1901 study and the inside one to access the basement, still in use. The configuration of the intermediate work is not easy, but what counts here is to recover the initial context and this can be seen in surveys that trace the transformation of the access as documented by Faccioli (Figs. 7, 10 and 15) to the corresponding entrance to the presbytery, as found on the outside. Certainly, the history of the level of the presbytery, the settling and sinking in general and the articulation of the inside spaces, changed over time, leave open many problems. It is another thing altogether to return to the extraordinary view of the apses and the Ghirlandina, attempting to evoke an image of the ideal original situation, altered by the sinking of the structure, imagining that the recovery of the level of the apses, artificially achieved in the restoration carried out a century ago, if transferred around the tower, would have meant a much deeper ditch, once again due to the sinking as we have already mentioned (this solution was already proposed at the time, but was not followed through, C. Dieghi, *Cronistoria* cit., 1899-1901).

[13] For the Campionese elevation of the presbytery: Serchia in *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, cit., pgs. 121, 149 and 150. An excellent photograph provided by Arch. Rossella Cadignani that shows how the stone, although cracked, of the centaur well preserves the profile of the higher frame, fortunately respected by the wall of the arch that connects the Duomo. Is this the only remaining evidence of the first cornice on the south side of the tower, but since it regards the stone finish sculptured right on the abutment, can it not be justified only as a term of the east cornice, the most exposed one on the alignment of the apse?

[14] *Lanfranco and Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1985, pg. 170, fig. 86, where the variation of the pseudo-transept in front of the Ghirlandina is clearly evident: analytically the same portion in the frieze of Giancarlo Palazzi, in *Il Duomo di Modena. Atlante Grafico*, Panini, Modena 1988, tables 15 and 18.

Un utile riepilogo dei livelli e di come vi si collochino reciprocamente le rispettive fondazioni, con relativi spessori è stato formulato, opportunamente coinvolgendo i ritrovamenti archeologici dell'area circostante (Labate D., in *La torre Ghirlandina* 1, p. 73). Le fondazioni del Duomo hanno, sulla base di ispezioni solo occasionali, uno spessore di circa 210 cm, essendo predisposte per la previsione degli aggetti della partitura esterna sopra l'apposita zoccolatura, senza particolari allargamenti a scarpa, e profonde intorno a 2,60 metri, meno della metà dei 6 metri e più riscontrati, come s'è visto, nelle fondamenta della torre.

A differenza delle fondamenta della torre, quelle del Duomo sono in materiale misto, salvo, almeno all'esterno, una fascia in laterizio apparecchiato immediatamente sotto lo zoccolo di base in pietra.[15] Si è individuata una cesura nella fondazione del colonnato settentrionale, proprio come limite del primo lotto di lavori comprendente la cripta e il blocco orientale,[16] che corrisponde anche all'allineamento dello stesso lato della torre contigua. Il confronto del rapporto tra le murature e le rispettive fondazioni resta, pur nei suoi dati incompleti, di qualche interesse, se si tiene conto della scarsità delle nozioni in materia.

Nel nostro caso si può al più osservare che certamente era avvertita la necessità di proporzionare le fondazioni all'altezza prevista dell'elevato, con particolari accorgimenti nell'ordito, per quanto riguarda la torre. Si notano discrepanze ma anche approssimazioni a quanto richiedeva la trattatistica tardoantica.[17] Si potrebbe concludere questa rilettura dei dati disponibili ravvisandovi la conferma che l'avvio della torre si spieghi plausibilmente dopo l'erezione del blocco absidale, destinato a divenire presto intercomunicante con quella a livello del presbiterio. Lo stesso impegno del cantiere diretto da Lanfranco, bene riflesso dalla *Relatio*, che riferisce dell'energico intervento dell'architetto per sbloccare il proseguimento dei lavori verso ovest, rende probabile che, se la torre fu allora pensata come complemento della cattedrale, la sua costruzione si concepirebbe più facilmente con un parallelismo più lento, almeno agli inizi, e posposto al massimo fervore dei lavori del Duomo, che ha il suo acme critico nel 1106, il che concorderebbe con gli indizi che si leggono nel paramento e nella prima cornice esterna della torre sui tre lati est, nord e ovest. Si tratta di semplici supposizioni, perché il cantiere della torre poteva inizialmente non essere amministrato unitamente a quello del Duomo, situazione nota per altri casi, per esempio a Lucca e a Pisa. Né ci sono molte notizie documentarie precise circa il "massariato

A worthwhile summary was formulated with regards to the difference in levels and how the foundations, with their relative thicknesses, are situated with respect to one another, appropriately involving the archeological findings in the surrounding area (Labate, in *The Ghirlandina Tower* 1, pg. 73). The foundations of the Duomo have, according to the only occasional inspections, a thickness of about 210 cm, having been prepared in view of the planned projections of the composition of the external sculptural elements to be installed above the wainscoting designed to support them, without particular enlargements of the scarp and about 2.60 meters deep, less than half of the more than 6 meters found, as seen, in the foundations of the tower.

Unlike the foundations of the tower, the Duomo foundations are made up of mixed material, except, at least on the outside, a layer of bricks applied immediately beneath the stone wainscot base.[15] A break in the foundation of the northern colonnade has been identified, marking the completion of the first batch of work including the crypt and the eastern block,[16] which is also aligned on the same side of the adjoining tower.

The comparison of the relationship between the masonry and the respective foundations remains of some interest, even in its incomplete data, if one takes into account the lack of knowledge of the topic.

With regard to the tower, in our case it can be certainly observed that it was felt necessary to proportion the foundations to the foreseen height of the structure, with particular attention to the bond of the brickwork. Discrepancy is noted but also an approximation regarding what was required by late antiquity treatment.[17] One might conclude this reinterpretation of the available data recognizing what has been confirmed: that construction of the tower could plausibly have been initiated after the erection of the apse block, soon destined to become intercommunicating with it at the level of the presbytery. The same commitment seen in the work site directed by Lanfranco, well reflected in the *Relatio*, in terms of the energetic intervention of the architect to unblock the continuation of the works towards the west, makes it probable that, if the tower was thought to be a supplement of the cathedral, its construction could easily have been conceived according to a slower parallelism, at least at the beginning, yielding to the intensity of the work on the Duomo, which reached its critical peak in 1106. This would substantiate the indications that can be read on the wall and on the first outside cornice of the tower on three sides, east, north and west. These are simply assumptions, because the work site of the tower could not initially be administered together with that of the Duomo, as was the situation known for other cases, e.g. in Lucca and Pisa. Nor are there many precise

del Santo" (così era detta a Modena l'opera o fabbriceria del Duomo) prima del secolo XIII.[18] Ci sono ora novità nella classifica dei materiali, dovuti alle ricerche di Stefano Lugli e dei suoi collaboratori, che divengono materia di ulteriore riflessione comparativa.[19] La classificazione dei rivestimenti esterni di entrambe le architetture, il Duomo e la Ghirlandina, consente di valutare per la prima volta la portata del riuso del materiale litico attinto a ritrovamenti di strutture antiche nel sottosuolo. Due testimonianze capitali ne danno la certezza, quella della *Relatio* proprio per la prima fase del Duomo nel suo blocco orientale, e poi un noto documento del 1167.[20] Nel primo caso il ritrovamento viene considerato addirittura miracoloso, per consentire il proseguimento dei lavori. Tuttavia proprio queste notizie fanno pensare che questi materiali fossero ricercati con appositi scavi e non certo raccolti casualmente, ed è scontato che si trattasse non solo delle pietre, ma anche dei mattoni. Aggiungiamo che un cantiere organizzato come quello dell'architetto Lanfranco, celebrato anche per la sua capacità di disporre di macchine utili ai lavori, doveva probabilmente approvvigionare i materiali in modo da immetterli regolarmente nella lavorazione per la posa in opera. A questo punto si dovrà ammettere che l'uso complementare del granitello e della pietra di Vicenza arriva nella Ghirlandina sino a un'altezza di 45 metri circa, con una prevalenza di granitello dopo avvicendamenti misti per poco più di due ordini.

documents about the "administrators of the Holy" (as the work or *Fabrica* of the Duomo in Modena was called) before 13th century.[18] The work of Stefano Lugli and his équipe has produced new material for classification methods, which provide topics for further comparative analysis.[19] Classification of the outer materials used in the building of both the Cathedral and the Ghirlandina allows us to evaluate for the first time the extent to which reused stones coming from ancient, underground structures were employed. Two principal documents attest to this: that of the *Relatio* related to the first phase of building the eastern block of the Duomo and another well-know document, dated 1167.[20] In the first case, the discovery of these stones was actually considered to be miraculous, to allow the work on the building to continue. However it is precisely because of this report that we can suppose that the discoveries were certainly not by happenstance, but rather that the material had been sought through specific excavations, especially since not only stones were discover and used, but bricks as well. Allow us to add that a well-organized work site,like that of the architect Lanfranco, famous also for his capacity to provide machines useful for the job, probably had to be able to receive a steady supply of materials to keep the sculpting and laying work going regularly. At this point we must admit that the complementary use of granitello and Vicenza Stone is used on the Ghirlandina up to a height of about 45 meters, with a predominance of granitello after a more even mix on the first two courses or so.

[15] Peroni, A., in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, cit., pp. 200-201; Palazzi, G., *Il Duomo di Modena. Atlante grafico*, cit., tav. 3, dove è introdotta la cesura sulla base dell'annotazione del Sandonnini, *Cronaca* cit., pp. 112-113.
Inoltre: Labate D. in *La torre Ghirlandina* 1 cit., pp. 72-73, e nota 28.
[16] Sandonnini, T., *Cronaca* cit., pp. 112-113; Palazzi, G., *Il Duomo di Modena. Atlante grafico*, cit., tav. 3.
È evidente che le ipotesi di primo tracciamento delle fondazioni del Duomo vanno ora ripensate perché si sono andati rivelando molteplici ostacoli a una perimetrazione generale, salvo che per il blocco orientale.
Di qui anche l'ammissione di difficoltà nello svolgimento del sistema esterno che recinge tutta la costruzione, indubbiamente una delle più caratterizzanti invenzioni dell'architetto Lanfranco.
[17] Plommer, H., *Vitruvius and Later Roman Buildings Manuals*, Cambridge University Press, Cambridge 1973, pp. 16-17: Vitruvio prescrive una profondità delle fondazioni di un quinto dell'elevato su terreno argilloso, e addirittura di un terzo su terreno cedevole.
Adottando quest'ultimo criterio per il Duomo e la torre, le fondazioni sarebbero dovute essere profonde rispettivamente circa 2,60 metri (dato sorprendentemente coincidente), e più di 9 metri, un terzo in più di quanto accertato.
È da segnalare anche l'aggettare della zoccolatura per un piede (poco meno di 30 cm) molto vicino a quello del "banchettone" della torre (33 cm).
Queste prescrizioni non si citano per l'eventualità che fossero lette e osservate, ma in quanto indiziarie di un sapere tradizionale dei cantieri, che per il Medioevo potrebbe solo essere ricostruito attraverso dati archeologici statisticamente attendibili.
Nel nostro caso sarebbe vistoso il calcolo deficitario per la torre, compensato solo ipoteticamente da una maggiore qualità del contesto laterizio.
Che nel Medioevo il problema delle fondazioni fosse oggetto di attenzione risulta dalle testimonianze dei testi, si vedano: Binding, G., Linscheid-Burdich, S., *Planen und Bauen im frühen und hohen Mittelalter nach den Schriftquellen bis1250*, Darmstadt 2002, in particolare pp. 157-168; Sennhauser, H.R., *Schriftliche Nachrichten zum Baubetrieb süddeutscher und nordschweizerischer Klöster im frühen und hohen Mittelalter*, in *Bamberger Beiträge zur Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit*, I, Darmstadt 2004, pp. 283-295, particolarmente pp. 287-288.
[18] Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, cit., voci *Ambone e lettorile* e *Massariato del Santo*. V. sotto la nota 22.
Per la menzione del massariato nel documento del 1167 si veda sotto la nota 20.
[19] Lugli *et al.*, *Le pietre della torre Ghirlandina*, pp. 96 e ss. e *Mappatura dei fenomeni di degrado*, pp.118 e ss. *in La torre Ghirlandina* 1.
Si veda sotto anche la nota 22.
[20] Per il documento del 1167, forse il primo, o tra i primi che menzioni il "massaro del Santo", che ottiene la concessione di cavare marmi dal sottosuolo della città: Vicini, E.P., *Regesto della Chiesa Cattedrale di Modena*, I, Regesta Chartarum Italiae 16, Roma 1931, p. 49 n. 579 e pp. 171-184.

[15] Peroni, A., in *Lanfranco and Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, cit., pgs. 200-201; Palazzi, G., *Il Duomo di Modena. Atlante Grafico*, cit., table 3, where the dividing line is introduced on the base of the annotations by Sandonnini T., *Cronaca* cit., pgs. 112-113. Furthermore: Labate in *The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 72-73, and note 28.
[16] Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., pgs. 112-113; Palazzi, G., *Il Duomo di Modena. Atlante Grafico*, cit., table. 3.
It is evident that the assumptions of the first traces of the Duomo's foundations should now be reconsidered because many obstacles have revealed a general deterioration, except for the east block.
Hence also the admission of the difficulty in the performance of the outside system that surrounds the whole construction, undoubtedly one of the most characteristic inventions by Architect Lanfranco.
[17] Plommer, H., *Vitruvius and Later Roman Buildings Manuals*, Cambridge University Press, Cambridge 1973, pgs. 16-17: Vitruvio establishes a depth of the foundations to a fifth of the building on clay soil and even a third on the sinking soil. Adapting this last criteria for the Duomo and the Tower, the foundations should have been, respectively, about 2.60 meters deep (an amazing coincidence) and more than 9 meters, a third more than what had been ascertained.
The projection of the wainscot (a little less than 30 cm) close to the banchettone of the tower (33 cm) should also be noted. What has been established is not cited so that they are read and observed, but as circumstantial evidence of traditional knowledge of the work site, which for the Middle Ages could only be reconstructed through statistically reliable archeological information.
In our case the deficit calculation for the tower, compensated only hypothetically by a higher quality of the brick context would be striking.
That in the Middle Ages the problem of the foundations was subject to attention results from the testimony of the texts seen in: Binding, G., Linscheid-Burdich, S., *Planen und Bauen im frühen und hohen Mittelalter nach den Schriftquellen bis 1250*, Darmstadt 2002, in particular pgs. 157-168; Sennhauser, H.R., *Schriftliche Nachrichten zum Baubetrieb süddeutscher und nordschweizerischer Klöster im frühen und hohen Mittelalter*, in *Bamberger Beiträge zur Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit*, I, Darmstadt 2004, pgs. 283-295, particularly pgs. 287-288.
[18] Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, cit., entries *Ambone e lettorile* e *Massariato del Santo*. See note 22 below.
For what is mentioned about "administrator" in the 1167 document see note 20 below.
[19] Lugli and collaborators, *Le pietre della torre Ghirlandina*, pgs. 96 *e seq.* and *Mappatura dei fenomeni di degrado*, pgs. 118 *e seq.* in *The Ghirlandina Tower* 1. See also note 22 below.
[20] The 1167 document is maybe the first, or one of the first that mentions the "farmer of the Saint", that permission to extract marble from under the ground of the town: Vicini, E.P., *Regesto della Chiesa Cattedrale di Modena*, I, Regesta Chartarum Italiae 16, Roma 1931, pg. 49, n. 579 and pgs. 171-184.

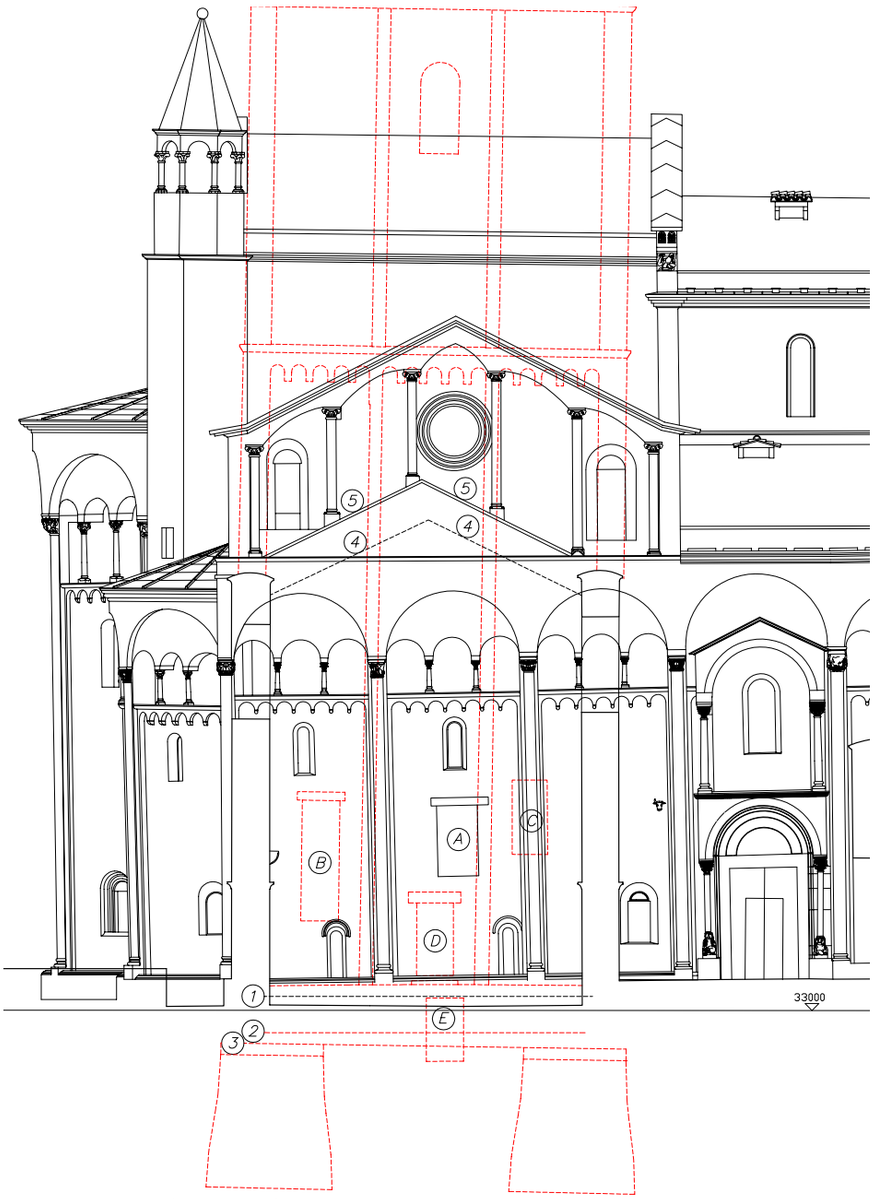


Fig. 14 Duomo con stralcio degli alzati esterni della torre, a confronto: confronta il disegno del Tosi per il progetto di isolamento (1898), disegno di G. Palazzi.
Duomo con stralcio degli alzati esterni della torre, a confronto: confronta il disegno del Tosi per il progetto di isolamento (1898), disegno di G. Palazzi.

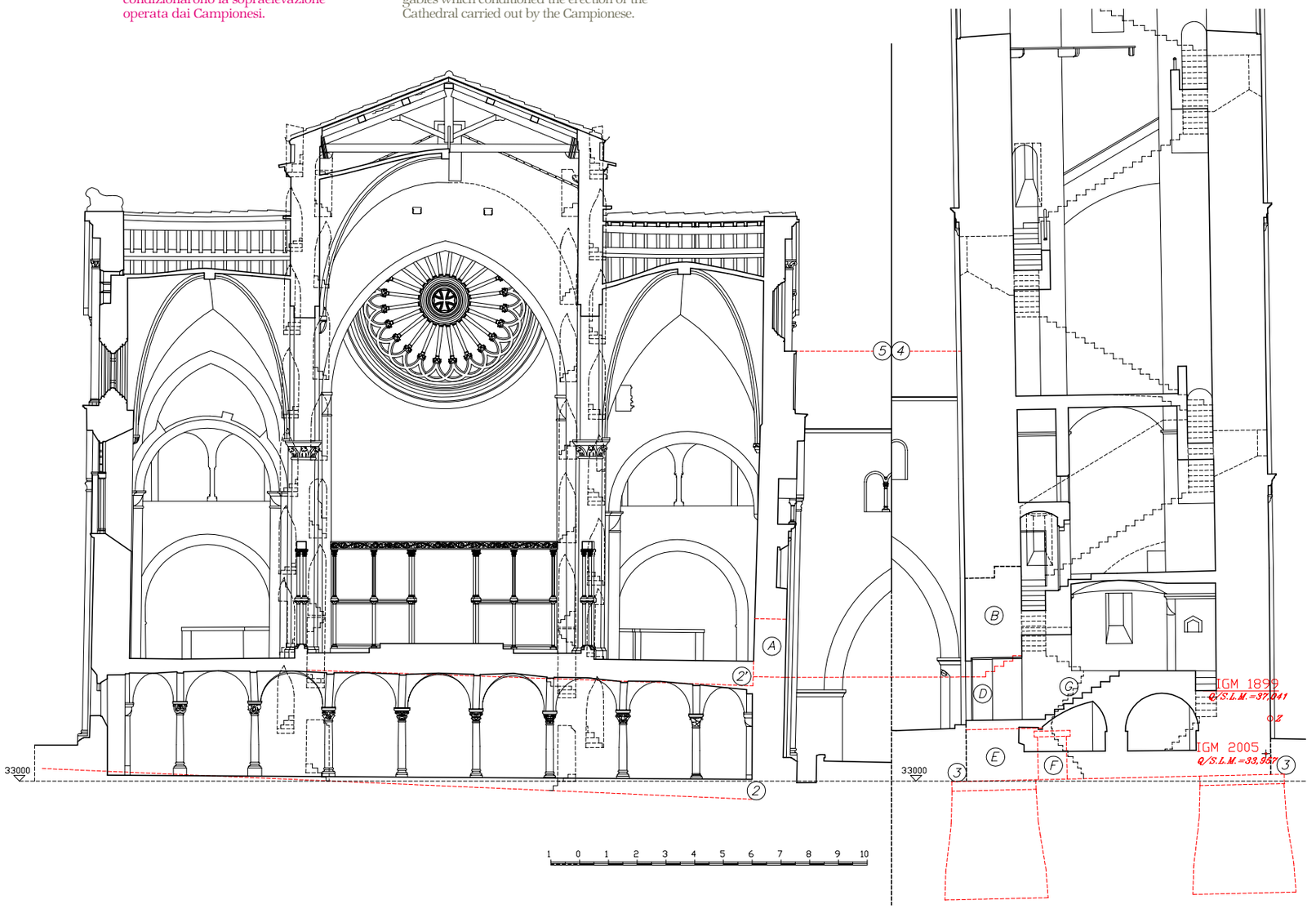
TAVOLA F1 e G_PLATE F1 and G
1 Livello attuale della cripta del Duomo
Present-day level of the crypt in the Cathedral
2 Livello presunto del pavimento lanfranchiano della cripta del Duomo
Possible level of the lanfranchian floor in the crypt of the Cathedral
2' Livello presunto del pavimento pre-campionese del presbiterio del Duomo
Possible level of the pre-campionese floor in the presbytery of the Cathedral.
3 Livello presunto del pavimento originario della base della Ghirlandina
Possible level of the original floor at the base of the Ghirlandina.
4 Tracce di falde sulla facciata sud della Ghirlandina
Traces of sloping roof on the southern façade of the Ghirlandina.
5 Spioventi sulla facciata nord del Duomo precedenti l'intervento Campionese
Sloping on the northern facade of the Cathedral before the Campionese modifications.
A Traccia di porta sulla facciata nord del Duomo: immetteva nel corpo di fabbrica di collegamento tra Duomo e Ghirlandina presumibilmente al livello del presbiterio per-campionese (2')
Trace of a door on the northern façade of the Cathedral: it led to the building connecting the Cathedral to the Ghirlandina probably at the level of the pre-campionese (2')
B Traccia di porta sulla parete sud della Ghirlandina (possibile corrispondenza con "A")
Trace of a door on the southern façade of the Ghirlandina (possible correspondence with "A".
C Traccia di porta sulla parete sud della Ghirlandina
Trace of a door on the southern façade of the Ghirlandina
D Porta dell'attuale ingresso alla Ghirlandina
Door of the present-day entrance to the Ghirlandina.
E Porta dell'ingresso originario della Ghirlandina
Doorframe of the original entrance to the Ghirlandina.
F Porta di accesso alla scala di collegamento tra il primo livello originario della Ghirlandina e il soprastante secondo livello.
Door leading to the staircase connecting the first original level of the Ghirlandina to the overlaying second level.

È vero che già nel secondo ordine c'è largo impiego di ammonitico veronese, non esclusivo come nelle sopraelevazioni del blocco orientale del Duomo alle soglie del XIII secolo, sicché qui si potrebbe scorgere un primo indizio dell'introduzione di questa pietra (nella quale erano però già state lavorate le otto colonne messe in opera da Lanfranco nelle navate).
La stessa pietra di Verona può essere stata impiegata anche nel primo ordine esterno per risarcimenti seriori, come nel 1828 per sostituire le pietre lavorate, scolpite e iscritte poi raccolte e pervenute al Museo del Duomo.[21] Sembra dunque che la Ghirlandina, se cresciuta con qualche ritardo rispetto al Duomo, abbia tuttavia mantenuto a lungo fedeltà agli stessi materiali, specialmente al laterizio.[22] Non pare possibile ricavare dati cronologici precisi da questa constatazione, in attesa di paralleli accertamenti conclusivi per il mattone, circa un possibile

It is true that in the second course we can already see a wide usage of ammonitico veronese stone, so not only for the erection of the eastern block of the del Duomo at the beginning of the 13th century, so that here we see the first indications of the introduction of this kind of stone (although the eight columns in thenave by Lanfranco had been carved out of it). This same Verona stone would also be used in the first external course in later interventions, like that of 1828 in which it was used to substitute worked, sculpted and inscribed stoneswhich had been removed and placed in the cathedral Museum.[21] It would therefore seem that the Ghirlandina, although its elevation proceeded with some delay compared to the evolution of the cathedral, sought to remain faithful to the choice of materials used there, in particular the bricks.[22] No precise dates can be be extracted from this constatation, at least until parallel conclusions can be drawn regarding the bricks

Fig. 15 Ricostruzione del passaggio dal presbiterio del Duomo alla Ghirlandina nella fase lanfranchiana (disegno di G. Palazzi).
Si noti: 1. sul lato sud della torre, la mancanza della prima cornice 2. il segno speculare, su questo stesso lato, degli spioventi che nel Duomo condizionarono la sopraelevazione operata dai Campionesi.

Recostruction of the passageway between the presbytery of the Cathedral to the Ghirlandina Tower during the Lanfranco era (drawing by G. Palazzi)
Note: a) the lack of the first cornice on the south side of the tower;
b) the specular sign, on this same side, of the gables which conditioned the erection of the Cathedral carried out by the Campionese.



passaggio da quello antico, riusato e rilavorato, a quello appositamente prodotto da nuove fornaci. Resta significativo il concordante combinarsi tra pietra (all'esterno) e mattone (all'interno), che nel Duomo, grazie alla più complessa gamma di moduli architettonici, diventa una delle più esplicite connotazioni inventive dell'architetto Lanfranco, rivelando fattori di strategia operativa e insieme alti esiti formali.

in order to recognize which of them had been extracted from ancient sites, reworked and reused, and which had been purposely produced in contemporary kilns. The matching of interior brickwork to exterior stonemasonry in the Duomo is recognized as one of Lanfranco's most significant contributions, thanks to the more complex range of architectural modules, indicating his attention to factors regarding both operational strategies and esthetic results.

[21] Malmusi, C., *Museo lapidario modenese*, Tipografia camerale, Modena 1830, pp. 7, 8, 26, 60, 61, 69, 91; Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, cit., p. 253; Trovabene, G., *Il Museo lapidario di Modena*, Modena 1984. Aggiornamenti in Pedrazzi, S., *Le sculture ritrovate*, cit. Il bilancio dei pezzi antichi rimossi andrebbe completato con l'identificazione, ove possibile, dei singoli pezzi. Per il quadro dei materiali romani a Modena si veda anche: *Il Museo lapidario estense. Catalogo generale*, a cura di Giordani, N. e Paolozzi Strozzi, G., Marsilio, Venezia 2005.

[22] Oltre a Lugli *et al.*, *Le pietre* cit., sono da considerare le seguenti tesi discusse presso l'Università di Modena, relatore Stefano Lugli: Rossetti, G., *Il volto della cattedrale: un mosaico di pietra. Il paramento lapideo del Duomo di Modena*, dicembre 2007; Pedrazzi, S., *Le sculture ritrovate*, cit; Tintori, S., *Il prospetto absidale della cattedrale di Modena. Rilievo e caratterizzazione preliminare del paramento lapideo*, anno accademico 2008-2009. Inoltre: Labate, D., in *La torre Ghirlandina* 1, p. 76, nota 34.

[21] Malmusi, C., *Museo lapidario modenese*, Tipografia camerale, Modena 1830, pgs. 7, 8, 26, 60, 61, 69, 91; Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena raccolte ed ordinate dal Can. Antonio Dondi coll'elenco dei codici capitolari in appendice*, cit., pg. 253; Trovabene, G., *Il Museo lapidario di Modena*, Modena 1984. Updates in Pedrazzi, S., *Le sculture ritrovate*, cit. The assessment of the oldest pieces removed should be identified, where possible, one by one. Regarding the Roman materials in Modena see also: *Il Museo lapidario estense. Catalogo generale*, edited by Giordani, N. and Paolo Strozzi, G., Marsilio, Venezia 2005.

[22] In addition to Lugli *et al.*, *Le pietre* cit., the following theses, discussed at the University of Modena with Prof. Stefano Lugli should also be taken into consideration: Rossetti, G., *Il volto della cattedrale: un mosaico di pietra. Il paramento lapideo del Duomo di Modena*, December 2007; Pedrazzi S., *Le sculture ritrovate*, cit; Tintori, S., *Il prospetto absidale della cattedrale di Modena. Rilievo e caratterizzazione preliminare del paramento lapideo*, academic year 2008-2009. And: Labate, D., in *The Ghirlandina Tower* 1, p. 76, note 34.

Lo si vede già nella cripta, nell'assortimento tra colonnato in granitello (anche qui con una sostituzione in ammonitico veronese, tipicamente campionese)[23] e muri e sostegni d'ambito in mattone, e poi nel congegno ben più articolato dei sostegni alternati tra pilastri complessi laterizi e colonne in pietra dell'interno, per arrivare al confronto, nella partitura esterna in pietra, con lo scultore Wiligelmo nel programma scultoreo della facciata.[24] In questo senso la proposta della paternità di Lanfranco per la torre può considerarsi un'ipotesi possibile a livello progettuale, non tuttavia, sulla base dei dati disponibili, dimostrabile.

Lo stesso paramento lapideo esterno, ove si riscontrano indubbi paralleli nei materiali, rivela divaricazioni evidenti nel trattamento delle superfici, tanto più a confronto delle parti ben conservate della cripta e speculari a fronte della torre, e così anche la forma dei risalti angolari e della lesene, nonché la stessa morfologia della prima cornice, non trovano riscontri di immediata concordanza col Duomo, mentre lo sono sculture e mensole sopravvissute. Certo questo si spiega facilmente con una voluta caratterizzazione della torre, e si può a questo punto ritornare ai riscontri ravvisabili nel corredo plastico (cfr. Lomartire, *infra*).

Le prime tappe della costruzione restano dunque, per quanto riguarda il quesito della paternità progettuale, piuttosto incerte, tuttavia va riconosciuto che le notizie e i dati archeologici sin qui raccolti, e così le nuove classificazioni di materiali, la determinazione dei livelli entro cui Duomo e torre sono iniziati, oltre che offrire la base per ulteriori approfondimenti, ci danno qualche risposta sull'ordito di questa architettura al momento della sua impostazione tra fondazioni, paramento esterno e interno, dallo zoccolo con banchina lapidea alla disposizione dei primi tre vani voltati e al congegno della scala.

Si noti che la sequenza di questi tre piani interni sopravanza di poco la prima cornice esterna dei tre lati est, nord e ovest, corrispondendo a una prima fase della costruzione (Labate D., in *La torre Ghirlandina* 1, p. 75). Se ne può ipotizzare lo svolgimento dopo il 1106, né si saprebbe precisare quanto dopo, con un processo entro il quale si riscontra, sulla prima grande rampa già avviata, l'introduzione di un sistema di copertura – che verrà più sopra replicato due volte – concepito in modo

This is evident in the crypt, by the contrast between the granitello colonnade (even here, though, with some typically Campionese substitutions in ammonitico veronese)[23] and the walls and support features in brick, and also by the well-articulated alternating pattern of brick piers and stone columns in the interior, and finally by the exterior stone compostion, with the sculptor Wiligelmo at the helm of the sculptorial designs for the façade.[24] In this sense we can consider the proposal of Lanfranco as the possible creator of the Tower in terms of the drawing stages, although not on the basis of provable data.

The very stone outer walling, which contains doubtless matches in materials used, shows evident differences in surface treatment, especially if compared to the best preserved sections of the crypt, that mirror the Tower, as well as the shape of the corner moulding and pilasters, and the profile of the first cornice, have no immediate matches in the Cathedral, while there are similarities in the surviving sculptures and corbels.

Of course, this is easily explained by a desired characterization of the Tower, and at this point, we can refer back to examples of this in the sculpted decorations (cfr. Lomartire, *infra*). So the first phases of the construction are still rather uncertain in terms of the authorship of the plans.

However, we should admit that the archaeological data and other news that have been collected as well as the new materials classification, the identification of the Tower and Cathedral levels and periods in which construction began give a basis for further analysis, as well as some answers about this architecture when it was set up among foundations, external and internal wall coverings, the wainscot and stone platform used in the three vaulted-ceiling rooms and the stairwell apparatus.

Note that the series of these three internal floors slightly exceeds the first external cornice on the east, north and west sides, which constitutes the first construction phase (Labate D., in *The Ghirlandina Tower* 1, p. 75). It is possible to hypothesize continued work in this phase after 1106, but we cannot be more precise about how much later this feature was used on the first great stairwell a newly conceived ceiling – that would be later replicated twice in the above floors: a single crossed-vault ceiling whose bays split up into many sections. While in the basement the ceiling is formulated with a technique that is widely used in Romanesque crypts, the expanded-sections of

nuovo, in un'unica volta a crociera che espande le sue vele in più bracci. Se nella volta del vano "interrato" si rispecchia la tecnica largamente documentata delle cripte romaniche, le crociere a bracci espansi dei due livelli successivi rappresentano, insieme con quella dei piloni, una geniale soluzione innovativa, che doveva attingere ispirazione da rari congegni precedenti, come la cappella di Sant'Andrea del Palazzo Arcivescovile di Ravenna.[25]
Lasciamo aperta la questione se l'immissione dei due vani superiori possa definirsi mutamento di progetto o semplice variante in una ripresa dei lavori del cantiere, limitandoci a ribadire che dovette trattarsi di un'operazione richiesta dai collegamenti funzionali tra il Duomo e la torre, dei quali si conservano chiare tracce prima dell'intervento di trasformazione duecentesca del presbiterio (figg. 14-15).
A questo punto dovrà ancora soccorrere, per necessari controlli, il corredo decorativo e plastico dell'esterno, pure meglio documentato che in passato, come si vede in questo stesso volume.
Se l'identificazione dell'architetto della torre con Lanfranco – il cui profilo è tra i meglio distinguibili del Medioevo romanico – ci sembra per ora senza sbocco, ci sentiamo compensati, grazie a nuove nozioni del contesto e ai rilievi di Giancarlo Palazzi, da una mutata percezione della struttura architettonica nel suo primo svolgimento.[26]

the vaulted ceilings over the following two floors, along with the floor with pillars – were an ingenious and innovative solution, that must have drawn their inspiration from the rare previous occurrences like the Sant'Andrea Chapel of the Archbishop's Palace in Ravenna.[25] Let us leave open for the moment the question of whether the addition of the two upper rooms should be defined as a modification to the original plan or simply a variant resulting from the work being taken up again at another moment, and limit ourselves to observing that in any case it must have been linked to the functional demands of constructing a connection between the Tower and the Church, of which clear traces can still be seen especially in the transformational interventions carried out on the presbytery in the 13th century (Figs. 14-15).
At this point the exterior sculptures and moldings still require some addition care and tests, even though they are far better documented than in the past, as this volume testifies.
Whether or not we can identify Lanfranco as the architect of the tower – whose profile is one of the most immediately recognizable of the Romanesque period of the Middle Ages – for the moment is immaterial, because we have been compensated by the new information presented by Giancarlo Palazzi, granting us a different perspective on the architectural structure of the tower right from its beginnings.[26]

[23] Peroni, A., *La cripta del Duomo di Modena e l'avvio della costruzione dell'architetto Lanfranco*, in corso di stampa a Münster, nel prossimo volume della rivista "Westfalen".
[24] Porter, A.K., *Lombard Architecture*, cit., I, pp. 274-275, con l'acuta osservazione dell'arte di Wiligelmo come "impatient of architectural restraints". Si è toccato più volte questo punto, che coglie nel segno circa il complesso rapporto tra contesto architettonico e corredo scolpito nella facciata.
[25] Per la cappella ravennate: Gerola, G., *Il ripristino della Cappella Arcivescovile di Sant'Andrea nel Palazzo Arcivescovile di Ravenna*, in "Felix Ravenna", 1932, pp. 71-132; Verzone, P., *L'architettura religiosa dell'alto Medio Evo in Italia settentrionale*, Milano 1942, pp. 27-28; Id., *Il palazzo arcivescovile e l'oratorio di S. Andrea di Ravenna*, in "Corsi di cultura sull'arte ravennate e bizantina", XIII, Ravenna 1966, pp. 445-454; Deichmann, F.W., *Ravenna Hauptstadt des spätantiken Abendlandes, Kommentar. Geschichte, Topographie, Kunst und Kultur*, cit., I, pp. 200-201. Preme sottolineare che questa architettura offre un confronto complesso, non limitato alla copertura, ma esteso alla struttura, in un terzo piano che dispone di pilastri angolari e di un nartece, che presuppongono un sistema statico particolare, anche se non di facile percezione. Occorrerebbero a questo punto dei sondaggi sulle coperture dei vani interni della Ghirlandina.
[26] Sono debitore di scambi e suggerimenti in particolare a Rossella Cadignani, Donato Labate, Saverio Lomartire, Stefano Lugli, Francesca Piccinini, Rita Romanelli. Per l'esplorazione delle murature è stato prezioso l'intervento del restauratore Gabriele Beccantini. Il mio debito di riconoscenza va soprattutto a Giancarlo Palazzi per i rilievi raffinati che per la prima volta rivelano la struttura della Ghirlandina.

[23] Peroni, A., *La cripta del Duomo di Modena e l'avvio della costruzione dell'architetto Lanfranco*, currently being printed in Münster, to appear in the next issue of the magazine "Westfalen".
[24] Porter, A.K., *Lombard Architecture*, cit., I, pgs. 274-275, with the acute observation that the art of Wiligelmo seems "impatient of architectural restraints". He touched on this point on a number of occasions, his comments right on the mark about the complex relationship between the architectural context and the sculptural elements of the façade.
[25] For the Ravennate chapel, see: Gerola, G., *Il ripristino della Cappella Arcivescovile di Sant'Andrea nel Palazzo Arcivescovile di Ravenna*, in "Felix Ravenna", 1932, pgs. 71-132; Verzone, P., *L'architettura religiosa dell'alto Medio Evo in Italia settentrionale*, Milano 1942, pgs. 27-28; Id., *Il palazzo arcivescovile e l'oratorio di S. Andrea di Ravenna*, in "Corsi di cultura sull'arte ravennate e bizantina", XIII, Ravenna 1966, pgs. 445-454; Deichmann, F.W., *Ravenna Hauptstadt des spätantiken Abendlandes, Kommentar. Geschichte, Topographie, Kunst und Kultur*, cit., I, pgs. 200-201. It is important to point out that this architecture is a complex comparison, not limited to the ceilings, but extended to the structure of the third floor that has corner pillars and a narthex, which indicate the existence of a particular static system, even though it is not easily identified. At this point studies of the Ghirlandina's ceilings are needed.
[26] I am grateful for discussions with and suggestions from Rossella Cadignani, Donato Labate, Saverio Lomartire, Stefano Lugli, Francesca Piccinini, Rita Romanelli. The restorer, Gabriele Beccantini's help was priceless in the study of the masonry. I am especially indebted to Giancarlo Palazzi, as his refined survey work has unveiled the Ghirlandina's structure for the first time.

L'APPARATO SCULTOREO E LE FASI DI COSTRUZIONE DELLA GHIRLANDINA

THE SCULPTURAL ELEMENTS AND PHASES OF CONSTRUCTION OF THE GHIRLANDINA TOWER

Saverio Lomartire

Scultura angolare terza cornice lato sud raffigurante un danzatore.

Angular sculpture of a man dancing from the third cornice, southern side.



Sulla struttura architettonica della Ghirlandina sono stati nel tempo dislocati, quale frutto delle campagne edilizie susseguitesi nel corso di due secoli, non meno di trecentocinquanta elementi scolpiti, la maggior parte dei quali riconducibili alle fasi costruttive dal primo al quinto ripiano della partitura esterna.
Le restanti parti presentano elementi decorativi pur sempre scultorei, ma più semplici, come i capitelli cubici e scantonati del quinto e sesto ripiano e della guglia ottagonale.
A questo numero vanno aggiunti poi fusti di colonna e basi, queste ultime riportanti talora marginali dettagli decorativi, e ancora elementi sagomati, come i conci delle ghiere archiacute polilobate o le mensole e le cornici dei vani interni, senza tralasciare le fasce marcapiano esterne ad archetti, che costituiscono come vedremo elementi peculiari del complesso decorativo della torre e sono eseguite con cura del dettaglio.

Over the course of two centuries, at least three hundred and fifty sculptural elements were added to the architectural structure of the Ghirlandina Tower during various renovation campaigns, most of them linked to the phases of construction of the first and fifth external levels. The decorative elements of the remaining portions, while still sculpted, are much simpler in design, such as the cubic and polygonal capitals on the fifth and sixth level and the octagonal spire.
In addition, there are the columns, the bases of which display marginal decorative details, as well as moulded elements such as the ashlars of the multi-lobed, pointed archivolts and the interior shelves and cornices, not to mention the arched, exterior string course, which make up, as we will see, unique elements of the tower's decorative complex and have been executed with careful attention to detail.

Né va esclusa dal computo totale la non esigua serie di pezzi e sculture antichi reimpiegati sulle pareti e nelle strutture, che partecipava a suo modo, ma già nelle intenzioni dei costruttori, all'insieme decorativo.
Un simile ingente complesso scultoreo non ci è pervenuto nella sua totalità, dal momento che numerose sono state le sostituzioni intervenute nei secoli a risarcire elementi deteriorati o perduti.
Né peraltro i pezzi originali rimasti sono oggi tutti leggibili, a causa del continuo dilavamento cui la struttura è sottoposta.
Eppure della *Bauplastik* della Ghirlandina – vale a dire del congegno scultoreo senza il quale alla struttura architettonica mancherebbero i principali elementi connotativi e il suo stesso significato – resta materiale ancora qualitativamente e quantitativamente sufficiente per permettere almeno il tentativo di una lettura diacronica che aiuti a chiarire l'evolversi, o per altri aspetti il perpetuarsi, del sistema decorativo in connessione con quanto si riesce a ricostruire circa le diverse fasi costruttive della torre. Si intende quindi affrontare, anche attraverso una selezione delle notizie documentarie in vario modo riconducibili alla torre e osservazioni preliminari su alcuni punti salienti della struttura, l'esame parallelo di partitura architettonica e complemento decorativo.[1]

A remarkable series of antique pieces and sculptures reutilized on the walls and within the structure contributed in their own way, according to the builders' original intention, to the sculptural complex as a whole.
This enormous decorative complex has not come down to us in its entirety, since over the centuries a number of lost or damaged elements have been replaced. Nor have all the original pieces remained legible due to the constant weathering to which the structure is subjected.
And yet the *Bauplastik* of the Ghirlandina – by which we mean the collective set of sculptural elements without which the architectural structure itself would lack its main connotative elements and its very meaning – still supplies enough qualitative and quantitative material to allow at least an attempt at a diachronic reading to help clarify the evolution or, with regards to other aspects, the duration, of the decorative system in terms of the tower's estimated phases of construction.
We shall therefore attempt to examine the parallels between the architectural layout and the decorative components[1] through the exploration of a selection of documents linked to the tower and through preliminary observations on several salient points regarding the structure itself.

[1] Questo studio si collega ad altri contributi in questo volume, in particolare ai saggi di Adriano Peroni, Donato Labate, Rossella Cadignani, Francesca Piccinini e Stefano Lugli.

[1] This study is related to others present in this same volume, in particular to the essays by Adriano Peroni, Donato Labate, Rossella Cadignani, Francesca Piccinini and Stefano Lugli.

Il problema delle fonti più antiche

A differenza del Duomo, che sorge pochi metri a sud, per la Ghirlandina manca una sia pur minima traccia o memoria che ricordi le coordinate e le circostanze della sua prima edificazione. La famosa epigrafe lanfranchiana murata sull'abside maggiore della cattedrale – riproposizione duecentesca di un testo composto nelle primissime fasi edilizie dal *magister scolarum* Aimone – parla esplicitamente di "domus haec", senza menzione ad altri edifici; allo stesso modo, l'epigrafe che sulla facciata ricorda anch'essa la data di fondazione del Duomo aggiungendovi le lodi per lo scultore Wiligelmo, parla di "ista domus".[2]

Né l'altra importantissima fonte per la storia del cantiere della cattedrale al suo inizio, cioè la *Relatio* pure attribuita allo stesso canonico Aimone, accenna in modo esplicito alla torre, e anzi riferisce testualmente (c. 3v del cod. Capitolare O.II.11): "crescunt ergo parietes, crescit edifitium", con riferimento diretto al solo edificio chiesastico.[3]

Ci si può interrogare circa l'assenza di un'epigrafe, in qualche modo simile alle due citate, specialmente dedicata all'avvio della costruzione della torre della cattedrale ed eventualmente al suo progettista, soprattutto se si pensa alla duplice valenza religiosa e civica della struttura, imponente già dal suo avvio (metri 11 circa di lato) e se si confronta quello modenese con altri esempi pressoché coevi, quali il campanile dell'abbazia di Pomposa, quello della pieve di Isola della Scala, nel Veronese, o ancora quelli del Duomo di Pisa e di San Zeno di Verona, per i quali rimangono ricordi epigrafici diretti, che trasmettono l'anno di costruzione e in due casi (Pomposa e Isola della Scala) anche il nome dei costruttori.[4]

Dall'assenza a Modena di un simile attestato parrebbe potersi desumere, come in passato è già stato fatto, l'appartenenza "organica" del campanile al Duomo, così da ricomprendere la torre nel progetto complessivo per la nuova cattedrale iniziata nel 1099, riconducendone la paternità allo stesso architetto Lanfranco:[5] fatto ovvio, si direbbe, ma non scontato, se si pensa agli innumerevoli casi di torri campanarie non allineate, dal punto di vista cronologico, alle fasi costruttive degli edifici ai quali appartengono, e venutesi anzi assai spesso ad aggiungere a essi, oppure preesistenti quali testimonianze di una fase edilizia intermedia tra quella altomedievale e quella romanica, per restare nei limiti cronologici che qui interessano.[6]

Nel caso della Ghirlandina va anzi rammentato che nell'ambito della letteratura storica locale risale a epoca piuttosto antica l'ipotesi

The problem with the oldest sources

As opposed to the Cathedral, just a few metres south, the Ghirlandina lacks even the slightest trace of written documentation recalling the circumstances and coordination of its initial construction.

The famous Lanfranchian epigraph walled into the main apse of the cathedral – a 12th century quote of a text composed during the very first construction phases by *magister scolarum* Aimone – speaks explicitly about "domus haec", with no mention of other buildings. In the same way, the epigraph on the façade recalling the date of the Cathedral's foundation, together with praise for the sculptor Wiligelmo, speaks of "ista domus".[2] Nor does the other important source of information about the cathedral's construction history from its beginnings, the *Relatio*, also attributed to Canon Aimone, make any direct reference to the tower, but says (c. 3v of cod. Capitolare O.II.11): "crescunt ergo parietes, crescit edifitium", referring exclusively to the Church building.[3] One wonders why no epigraph similar to the two quoted above has emerged in reference to the cathedral's tower or its architect, particularly in the light of the both civic and religious importance of the structure (imposing right from the outset at about 11 metres per side), and because other more or less contemporary constructions, such as the bell towers at the Abbey of Pomposa, or the church of Isola of thela Scala, near Verona, or the Cathedral of Pisa or that of San Zeno in Verona, still bear direct epigraphical testimony of their construction dates and in two cases (Pomposa and Isola of thela Scala) even the builders' names.[4]

The lack of such attestation in Modena could lead us to surmise, as had been done in the past, that the bell tower was conceived as an integral part of the cathedral, thus part of the overall project for the new cathedral, begun in 1099, and therefore attributable to the hand of the same architect, Lanfranco:[5] we might say this appears obvious, even blatantly so, in the light of the numerous bell towers which were not aligned in chronological terms to the constructive phases of the churches to which they belong, but quite often added later or prior to them, testifying to an intermediate phase of construction between the late Middle Ages and the Romanesque periods (to remain within the context of the time-frame at hand).[6]

In the case of the Ghirlandina, it is important to remember that local historical lore has long maintained the theory that it may even have been built on the site of

che essa sorga sul luogo di un'antica torre di età longobarda, o anche di età romana, avente funzioni sostanzialmente difensive, o che addirittura essa sia la riconfigurazione attuata nel corso del XII secolo di un nucleo strutturale preesistente.[7] Le analisi condotte nel corso dei recenti interventi di restauro hanno tuttavia permesso definitivamente di escludere una simile possibilità,[8] peraltro già scartata sostanzialmente dagli studi almeno dell'ultimo ventennio.[9]
Sotto gli aspetti documentari altre sono le fonti, quasi sempre però notizie indirette, alle quali ci si può appoggiare con una certa confidenza – mai però per dati incontrovertibili, almeno per le fasi più antiche – utili a fissare alcuni punti di riferimento per la vicenda edilizia della torre che solo molto più tardi, con le fasi del completamento trecentesco e poi con le ristrutturazioni quattro-cinquecentesche, assumerà definitivamente il nome attuale di "Ghirlandina".
Tali fonti sono state già in passato oggetto di ricognizioni, talora assai minuziose, e di discussioni in contributi anche specialmente dedicati alla torre, ai quali conviene opportunamente rinviare.[10]
Non va tuttavia dimenticato che esiste pur sempre una memoria diretta, che può obiettivamente essere considerata la più antica e attendibile attestazione di una fase costruttiva, ancorché avanzata, della torre. Essa è costituita dalla nota iscrizione graffita nella parte inferiore di una lastra a rilievo in pietra di Vicenza databile al I secolo a.C., collocata assieme ad altre due subito al di sotto della seconda cornice marcapiano sulla fronte orientale della torre, a circa m. 15 dal suolo (misurati dal piano stradale odierno). Si tratta di tre lastre a racemi, immurate quali elementi di reimpiego, come molti altri sulle pareti del Duomo e della Ghirlandina, in ognuna delle tre specchiature che, tramite piatte lesene, articolano la partitura architettonica esterna della torre dalla base sino al quarto ripiano; tutte e tre riportano la stessa ornamentazione vegetale, mostrando così di provenire da un unico contesto originario.[11]

an ancient Longobard or even Roman tower, essentially for defence purposes, or perhaps that it was re-configured in the 12th century from a pre-existing structural nucleus.[7] Analysis carried out in the light of recent restoration interventions has allowed us to definitively exclude such an hypothesis,[8] which had largely been discarded anyway, at least according to studies over the last couple of decades.[9]
Other sources of information, which while relatively reliable are not incontrovertible, especially regarding the oldest phases, have allowed us to pinpoint, although almost always by indirect inference, several reference points regarding the construction chronology of this tower, which only much later, during the phases of completion in the 14th century and then with the restorations carried out in the 15th and 16th centuries, would definitively take on the name "Ghirlandina". The careful scrutiny to which these sources had been subjected in the past and the resulting discussions, in particular regarding the tower, are well worth examining.[10]
It is equally important to keep in mind the existence of a specific memento, which may objectively be considered the oldest and most reliable attestation of one particular phase, although a rather late one, of the tower's construction. It consists in a graffito scratched into the bottom part of a protruding Vicenza stone slab dating from the 1st century B.C., located along with two other ones right underneath the second string course cornice on the western side of the tower, about 15 m from the ground (measured from modern street level). These three grape-vine adorned slabs, re-utilized spolia, as were many other elements lining the walls of both the Cathedral and the Ghirlandina, were inserted into each of the three panels separated by flat pilasters, articulates the external architectural configuration of the tower from the base up to the fourth floor. All three display the same floral design, thereby indicating a common origin.[11]

[2] Per le due epigrafi rinvio sinteticamente a Lomartire 1984, *Epigrafia*, Schede E. 1 – E. 2, pp. 374-380; Lomartire 1999, pp. 124-125 e relative Scheda 60, p. 202 e Scheda 496, pp. 244-245.
[3] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, c. 3v.
[4] Per l'iscrizione del campanile di Pomposa cfr. Balboni 1963; per il campanile di Isola della Scala cfr. Arslan 1939, pp. 121-122; per il campanile pisano cfr. Banti 1997; per le iscrizioni del campanile di San Zeno cfr. Valenzano 1993, pp. 213-219.
[5] Rinvio all'ampia rassegna bibliografica in Pezzini 1984 e Dieghi 2009.
[6] Trevisan 2007; sulla questione rinvio anche a Lomartire 1997.
[7] V. *infra*, nota 9.
[8] Labate 2009, pp. 69-73; v. inoltre il saggio di Adriano Peroni in questo volume.
[9] Per una disamina delle diverse posizioni della critica si rinvia a Montorsi 1976, pp. 83-93; Orlandini e Ceccarelli 1975, pp. 38-39; Pezzini 1984, pp. 843-844. Baracchi Giovanardi 2001, pp. 19-21, ha ripreso, anche sulla scorta delle osservazioni di Gian Maria Barbieri (XVI secolo), la vecchia ipotesi che la Ghirlandina sia costruita su una torre romana; le prospezioni effettuate recentemente mostrano però che la Ghirlandina insiste su uno strato alluvionale che ricopre i resti del basolato romano dell'antica Via Aemilia: cfr. Labate 2009, pp. 69-73, e inoltre il saggio di Labate in questo volume.
[10] Rinvio alle esaurienti rassegne compiute da Montorsi 1976, Pezzini 1984, Dieghi 2009.
[11] Rebecchi 1984, Scheda R. 11, p. 342.

[2] For the two epigraphs, I refer synthetically to: S. Lomartire, *Epigrafia*. Schede E.1 – E.2, pgs. 374-380; Lomartire 1999, pgs. 124-125 and relative Scheda 60, pg. 202 e *Scheda 496*, pgs. 244-245.
[3] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, c. 3v.
[4] For Pomposa: Balboni 1963; for the bell tower of Isola della Scala: W. Arslan, *L'architettura romanica veronese*, Verona 1939, pgs. 121-122; for the one in Pisa: Banti 1997; for the inscriptions on the bell tower of San Zeno: G. Valenzano, *La basilica di San Zeno in Verona. Problemi architettonici*, Vicenza 1993, pgs. 213-219.
[5] Refer to the ample bibliography in Pezzini 1984, and Dieghi 2009.
[6] G. Trevisan, 2007; on this question, refer again to S. Lomartire 1997.
[7] See note 9 below.
[8] Labate, pgs. 69-73; see also the essay by Adriano Peroni in this volume.
[9] Bibliography, refer to Pezzini 1984 and Baracchi Giovanardi, and to Orlandoni Ceccarelli; an exception is constituted by the observations by Orianna Baracchi Giovanardi, pgs. 19-21, which maintains, based on observations by Gian Maria Barbieri (XVI sec.) that the Ghirlandina was constructed on the foundations of a pre-existing Roman tower; recent investigations however show that the Ghirlandina was built on a layer of silt insiste which buried the flagstonesof the old Roman road, Via Aemilia: now see: D. Labate in volume 2009, pgs. 69-73, and his essay in this volume.
[10] See the exhaustive series of essays by Montorsi 1976, Pezzini 1984, Dieghi 2009.
[11] Rebecchi 1984, file R. 11, p. 342.

L'iscrizione è graffita con qualche difficoltà sul piano di fondo della lastra, che è collocata nella specchiatura centrale, e trova spazio sulle ristrette porzioni lasciate libere dai racemi.
La limitata visibilità risultante dalla tecnica di incisione, come pure dalle ridotte dimensioni delle lettere, doveva probabilmente, già nelle intenzioni di chi tracciò il testo, restringere la funzione commemorativa a un ambito "privato" per così dire, e comunque non pubblico/celebrativo, dal momento che il testo non sarebbe di fatto risultato leggibile da terra – cosa che d'altro canto si verifica ancor oggi, in condizioni di leggibilità ancor più ridotte a causa del dilavamento subito nei secoli dalla lastra.
In tal modo l'iscrizione si presenta come la più antica delle molte memorie lasciate da scalpellini e muratori che nei secoli si sono avvicendati nel completamento e nelle riparazioni alla torre, memorie che sono state rinvenute e censite anche nei restauri appena conclusi.[12]
E tuttavia, a prescindere dal suo valore effettivo, la nostra iscrizione ha un ruolo importantissimo, come si può ben immaginare, nella ricostruzione della vicenda della torre, stante la mancanza di altre analoghe testimonianze dirette.
Sulla lettura e sull'interpretazione del testo si è già dalla prima metà del XIX secolo sviluppata una nutrita serie di interventi. Intorno al 1823, in un manoscritto ora conservato presso l'Archivio Capitolare del Duomo, il canonico Ferdinando Bassoli fornì una trascrizione parziale del testo, riportando in un disegno solo la prima parte del graffito e dandone una lettura fantasiosa (*MCLVIIII / completa in nomine domini ista turris*); altri studiosi in seguito hanno, pur con risultati diversi, letto il testo per intero e con maggiore precisione, ma talora con interpretazioni altrettanto fantasiose.[13] Attualmente la maggior parte dell'iscrizione, in particolare nelle porzioni di sinistra, è perduta a causa del degrado della lastra di calcare, così che l'unico documento affidabile resta, a parte la trascrizione del Bassoli pubblicata in seguito da Dondi nel 1896,[14] e alcune vecchie immagini fotografiche,[15] un calco in gesso, eseguito nel 1898, eseguito in due pezzi (le righe dell'iscrizione sono separate da un racemo a rilievo) e conservato presso il Museo Civico di Modena (fig. 1).[16] Vi sono diversi aspetti dell'iscrizione che si prestano ad approfondimenti e che possono fornire, direttamente e indirettamente, indicazioni di qualche utilità alla ricostruzione della

[12] Si veda il contributo di Rossella Cadignani in questo volume.
[13] Per una disamina delle diverse letture e interpretazioni rinvio a Lomartire 1984, Scheda E. 14, pp. 401-402.
[14] Dondi 1896, p. 247.
[15] Bertoni 1909, n. IV.
[16] Il calco fu pubblicato per la prima volta due anni dopo da Crespellani 1900, p. 262; cfr. Lomartire 1984, p. 401.

The inscription was scratched with difficulty on the bottom edge of the slab, which is located on the central panel, and finds space on the narrow portions of the bottom edge, left free of the floral designs.
The limited visibility resulting from the engraving technique, as well as reduced size of the letters, indicate that the engraver of the text himself probably intended to keep the commemorative function a "private" affair, so to speak, or in any case non public/celebratory, since he knew the text would not have been legible from the ground – which is even more true today, its legibility having been further reduced by centuries of weathering.
Thus the inscription remains as the oldest of many souvenirs left by the chisels and workers who over the course of the centuries were involved in building and repairing the tower, souvenirs which have further come to light and been recorded during this latest restoration.[12] In any case, apart from the intrinsic value of this inscription, it has played a very important role in the reconstruction of the tower's history, as you can well imagine, given the lack of other similar testimonies. The rich series of interventions had already been developed by the mid-19th century to aid in the reading and interpretation of the text.
In around 1823, in a manuscript still kept in the Chapter House Archives of Modena Cathedral, Canon Ferdinando Bassoli provided a partial transcription of the text, tracing a reproduction of only the first part of the graffito and assigning a fanciful interpretation to it (*MCLVIIII / completa in nomine domini ista turris*); other subsequent scholars have read the entire text with greater precision, but with a diverse variety of results and interpretations which were equally fanciful.[13] Currently most of the inscription, particularly on the left-hand side, has been lost due the degradation of the limestone slab, so that the only reliable document, apart from Bassoli's transcription later published by Dondi in 1896[14] and a few old photographs,[15] remains a two-piece plaster-cast made in 1898 (the lines of inscription are separated by a sculpted grape-vine) kept in the Modena Civic Museum (Fig. 1).[16]
There are a number of different aspects of the inscription worth studying and which can provide, directly or indirectly, some useful indications for reconstructing the history of the building and ornamenting of the Ghirlandina Tower, and not merely from a chronological standpoint.
Regarding the text, from a merely graphic point of view, one cannot

[12] Reference to the contribution by Rossella Cadignani in this volume.
[13] For an analysis of various interpretations, refer to S. Lomartire, file E. 14, pgs. 401-402.
[14] Dondi 1896, p. 247.
[15] G. Bertoni 1909, n. IV.
[16] The plaster cast was first published two years later by Crespellani 1900, p. 262; Lomartire 1984, p. 401.



Fig. 1

M.C.S.VIIII / q(…) III dom(us) / istit(us) turris + / + fuit facta. Arbor

vicenda edilizia e decorativa della Ghirlandina, anche al di là del dato cronologico. Per rimanere al testo, dal punto di vista meramente grafico non si può che constatare l'assenza di elementi caratteristici e l'impiego di una capitale assai irregolare, mescolata con qualche lettera onciale, come ebbe già a rilevare Ferdinando Patetta, che per primo compì una descrizione accurata del testo;[17] e forse vi si può vedere piuttosto l'immissione di lettere minuscole esemplate sulla scrittura libraria o documentaria. Sotto l'aspetto del contenuto, elementi di non immediata comprensibilità sono la particolare formulazione e di conseguenza la corretta interpretazione della data, poi lo scioglimento dell'abbreviazione della Q alla seconda riga e ancora il significato dei termini "domus" e "arbor". Tale difficoltà ha prodotto, nel complesso delle diverse interpretazioni tentate sul contenuto, letture anche assai articolate del graffito, pur sempre nel tentativo di determinare le parti della struttura a cui la data si riferisce. Risulta più semplice procedere dagli ultimi elementi. L'inclusione del sostantivo "arbor", al nominativo, nel contesto della frase crea certo non piccoli problemi interpretativi, che portarono già a ritenere che ci si volesse riferire a una scala di legno interna;[18] d'altra parte la più recente articolatissima lettura, compiuta da William Montorsi con ampiezza di argomentazioni talora anche sovrabbondante, tendeva a riconoscere nei segni incisi i resti del verbo "ornata", con la conseguente lettura "fuit facta et ornata".[19] Evitando qui ogni

help but notice the absence of certain characteristic elements and the use of a quite irregular Roman Square Capital script, mixed with a few Uncial letters, as already disclosed by Ferdinando Patetta, the first person to compile an accurate description of the text;[17] and perhaps we can also see there the introduction of lower-case letters, exemplified in book and document scripture.
As far as content is concerned, elements which are not immediately comprehensible are found in the particular formulation (and consequently the proper interpretation) of the date, and also in the deterioration of the abbreviation containing the letter Q in the second line, not to mention the meaning of the terms "domus" and "arbor". In the overall picture of the various attempts to interpret the content of the text, these difficulties have produced very articulated readings of the graffito, in an attempt to determine to which part of the structure the date in question is referring.
It has proved easier to proceed beginning from the latest elements. The inclusion of the noun "arbor", in the nominative case, in the context of the phrase creates considerable difficulty in terms of interpretation, leading one to surmise that it referred to an internal wooden stairway;[18] on the other hand the most recent, extremely detailed reading, carried out by William Montorsi with a such breadth of argumentation so as to be at times overabundant, tended to recognize in the engraved markings remains of the verb "ornata", with the consequent reading of "fuit facta et ornata".[19]

[17] Patetta 1906, pp. 514-517.
[18] Fregni 1909, p. 7.
[19] Montorsi 1976, pp. 15-37.

[17] Patetta 1906, pgs. 514-517.
[18] Fregni 1909, pg. 7.
[19] Montorsi 1976, pgs. 15-37.

ulteriore disamina nel dettaglio, non si può negare tuttavia che la lettura "arbor" risulta indiscutibile.[20] Il punto che precede la parola la segnala chiaramente come un elemento separato dal resto della frase, così che appare più plausibile che esso costituisca una sorta di didascalia al rilievo, in effetti decorato con elementi vegetali, e dunque a loro modo arborei. Il senso commemorativo dell'iscrizione deve dunque prescindere dalla parola finale del graffito. Il resto del quale è invece unitario, se si considera il salto fra terza e quarta riga (*turris / fuit*), ben segnalato con croci di richiamo alla fine e all'inizio delle rispettive righe.

Il termine "domus", più direttamente implicato nel senso della frase, può presentare difficoltà interpretative, ma già il Patetta vi riconobbe correttamente l'allusione ai ripiani sovrapposti che, separati da cornici ad archetti, scandiscono in altezza il paramento esterno della canna della torre, con una modularità che si riscontra pressoché regolarmente nelle torri campanarie, e quasi mai invece in quelle civili, tra XI e XII secolo,[21] e che bene possono essere intesi come cellule modulari sovrapposte, ancorché senza diretta relazione con l'articolazione interna della struttura. Dunque pare proprio che l'iscrizione debba essere riferita a una delle fasi che interessarono la torre, fasi misurate sulla progressiva aggiunta di ripiani esterni nei quali, occorre sottolinearlo, le cornici ad archetti sembrano avere, con modalità sulle quali si faranno più oltre alcune osservazioni, un ruolo importante quale discriminante tra fasi costruttive, o anche solo di cantiere, diverse.

La determinazione della "domus", cioè del ripiano esterno della torre in un dato momento, cioè quello dichiarato dalla data incisa, deve appoggiarsi alla parte di testo che precede quel termine; qui troviamo una lettera Q con segni di abbreviazione che è stata in passato interpretata, con i segni verticali che la seguono, come l'abbreviazione di "quarta" o "quinta", con riferimento dunque al quarto o quinto ripiano: come a dire all'intera compagine, o quasi, della torre secondo il presumibile primo progetto.[22]

Tuttavia, una simile lettura va esclusa perché non sufficientemente suffragata da riscontri, così che l'abbreviazione potrebbe essere sciolta tentativamente in "quoque" o anche "quando", ad esempio. Risulta invece ben chiaro il fatto che le tre aste verticali che seguono non possono che essere lette come "tertia", e dunque identificano con maggior plausibilità il ripiano a cui il testo accenna con quello che si trova subito al di sopra della cornice ad archetti del secondo ripiano, cioè, appunto, il terzo ("III domus"). In tal senso l'iscrizione indicherebbe come oggetto della memoria il terzo ripiano esterno; si può aggiungere che parrebbe più plausibile riferire l'indicazione cronologica piuttosto all'avvio della costruzione (e ciò in ragione

Without going any further into detail, however, the fact remains that the presence of the word "arbor" is indisputable.[20] The full stop preceding the word clearly indicates that it was separate element from the rest of the sentence, so it appears plausible that it constituted a sort of carved caption, effectively decorated with a floral motif, therefore arboreal in its own way. The commemorative sense of the inscription must therefore take priority over the final word of the graffito, the rest of which holds together as a unit, if we consider that the gap between the third and fourth line (*turris / fuit*), is well marked with crosses which create a link between the end of one line and the beginning of the next.

The term "domus", more directly implicated in the sentence, could present some difficulty in interpreting, but Patetta has already correctly identified an allusion to the many floors, separated by cornices and archways, which break up the vertical thrust of the tower's external surface into sections, with a modularity which is found almost always in 11th and 12th century bell towers, but hardly ever in civil ones,[21] and can be seen as modular cells, one on top of the other, yet without any particular relationship with the internal layout of the structure. It therefore seems that the inscription refers to one of the phases relative to the tower, phases measured by the progressive addition of floors to the outside of the building in which, it is important to note, the cornices and archways seem to have played an important role (we will later discuss how) in distinguishing the various phases of construction or of construction teams from one another. The determination of the significance of the word "domus", meaning the outside floors of the tower at a specific moment - that of the date of the inscription – must be made according to a reading of the part of the text preceding that term. There we find the abbreviation beginning with Q, which in the past has been interpreted to mean "quarta" (fourth) or "quinta" (fifth), therefore referring to the fourth or fifth floor: that is to say the entire phase of the tower, or almost all of it, according to a what was presumably the first project.[22]

In any case, such an interpretation must be excluded as insufficiently corroborated, thus the abbreviation could tentatively be assumed to mean "quoque" or "quando", for example. It seems perfectly clear, instead, that the three vertical lines which follow could not possibly be anything else but the Roman numeral III, meaning "tertia" (third), thereby identifying with greater plausibility the floor to which the text is referring as the one immediately above the arched cornice above the second floor, thus the third ("III domus"). In this sense the inscription would seem to indicate a written testimony to the construction of the third external floor; we might add that it seems more plausible to assume that it refers to the chronology rather than the beginning of the construction (for reasons of the graffito's

della collocazione del graffito), a dispetto del verbo "facta", che a prima vista si potrebbe considerare invece allusivo al completamento di quella parte di struttura. È infatti ragionevole pensare che la eventuale interruzione dei lavori tra il secondo e il terzo ripiano sia avvenuta prima dell'allestimento della cornice ad archetti, dalla quale sarebbe partita la prosecuzione dell'opera, e che all'avvio della ripresa dei lavori vi sia stato chi, scalpellino o altri, abbia voluto lasciarne memoria. Resterebbe da riconoscere, nella particolare conformazione della data, l'anno a cui l'iscrizione assegna i lavori: "M.C.S.VIII". Già Federico Patetta aveva intuito, a differenza di altri, che la lettera S dopo la M e la C potesse alludere alla decina *sexaginta* o *septuaginta*, con la conseguente cronologia 1169/1179, in seguito pressoché concordemente accettata dalla critica.[23]

Si deve a William Montorsi, in anni più recenti, la conferma di tale interpretazione con l'apporto di significativi confronti in documenti del XII secolo, così che lo studioso ha potuto sostenere la precisazione della datazione al 1169.[24] Nel 1169 i lavori erano dunque verosimilmente giunti da qualche tempo alla sommità del secondo ripiano esterno della torre; tale doveva essere d'altra parte lo stato della fabbrica intera in quel momento, dato che il paramento esterno non rappresentava la semplice copertura di un nucleo murario indipendente in laterizi che poteva ad esempio essere in più avanzato stato di costruzione, ma, come accade per il Duomo, partecipava esso stesso in maniera determinante, per via del diverso spessore delle lastre lapidee, a formare la struttura muraria.[25]

E ciò a maggior ragione se si considera l'articolazione interna della torre, che prevedeva – almeno a partire da una certa fase costruttiva, da ritenersi però abbastanza precoce – percorsi di salita su rampe di scale a sbalzo e su snodi ricavati in spessore di muro nei contrafforti angolari interni, con riflessi inevitabili sul sistema delle feritoie che si aprivano sulle facce esterne e che appaiono sempre allestite in fase con il paramento lapideo.[26]

Non sono tuttavia mancate ipotesi circa una tarda realizzazione delle scale in muratura e dei contrafforti angolari interni.[27]

location), in spite of the use of the verb "facta", which at first glance might seem to allude to the completion of that part of the structure. It is in fact reasonable to assume that any interruption on the work between the second and third floors took place before the installation of the arched cornice, from which the work would have proceeded, and that once the work was again under way, someone took up a chisel or some other tool and carved a souvenir. From the way the date was configured, it remains difficult to determine with any certainty the year to which the inscription assigns the work: "M.C.S.VIII". As Federico Patetta had already guessed, as opposed to the hypotheses of other scholars, the letter S after the M and C might refer to the *sexaginta* (60th) or *septuaginta* (70th) decade, consequently dating the document to 1169/1179, a date which was later accepted nearly unanimously.[23]

It was William Montorsi who more recently confirmed this interpretation by bringing forth significant comparative 12th century documents which effectively allowed scholars to determine with precision that the date was in fact 1169.[24] By 1169 the work would have probably already reached the top of the tower's second external floor some time before; on the other hand, the state of the entire construction must have reached the same point at that time, given the fact that the outer walls were not just an independent, outer brick cladding which might have been at a more advanced stage of construction than the tower itself, but, as was the case for the Cathedral as well, were an integral part of the structure, given the thickness of the stone slabs utilized.[25]

This is further corroborated when we examine the interior of the building which called for – at least starting from one phase, almost certainly a quite early one – the buttresses for floating stairways and landings to be cut into the corners of the structure's walls themselves, with inevitable repercussions on the system of embrasures opening to the outside which also appear to have been installed during the construction of the exterior stone walls.[26] There is no shortage of hypotheses regarding a later construction of the internal stairways and the internal corner buttresses supports.[27]

[20] In tal senso si sono pronunciati già Patetta 1906, p. 515; Orlandini e Ceccarelli 1975, p. 42; cfr. inoltre Lomartire 1984, p. 402. Questa lettura è stata invece ancora di recente contestata da Montorsi 1999, p. 250, il quale continuava a sostenere la propria ipotesi che il sostantivo "arbor" fosse il risultato della riscrittura di un originario "et ornata"; cfr. Montorsi 1976, pp. 36-37.
[21] Sui caratteri compositivi applicati alle torri, campanarie e non, tra XI e XIII secolo in Italia settentrionale rimando a Lomartire 1997.
[22] Per le diverse proposte di determinazione delle fasi edilizie, che hanno comunque quasi sempre postulato la costruzione della parte maggiore della torre, fino al quarto o al quinto ripiano, entro la seconda metà del XII secolo, rinvio a Pezzini 1984 e a Dieghi 2009.
[23] Pezzini 1984, pp. 836 e ss.; Dieghi 2009, pp. 52-60.
[24] Montorsi 1976, pp. 25-30.
[25] Alcune fotografie di Orlandini, oggi nell'Archivio fotografico Panini, eseguite durante i restauri degli anni Settanta, mostrano parti del paramento lapideo staccato e mettono in luce una muratura che certamente è di riempimento, e che poteva essere allestita solo dopo, o meglio in concomitanza con, il montaggio del paramento esterno; Pedrazzi 2007-2008, pp. 104-105.
[26] Le feritoie si aprono, a diverse quote rispetto alle cornici marcapiano, a metà circa della larghezza delle specchiature laterali, almeno nei primi cinque ripiani esterni. La loro disposizione apparentemente casuale (cfr. Orlandini e Ceccarelli 1975, p. 37) corrisponde invece a precise esigenze funzionali del percorso di scale interno, e ha un riscontro diretto anche sull'apparecchiatura lapidea dell'esterno; cfr. anche Pezzini 1984, p. 844.
[27] Montorsi 1976, pp. 184-191; Montorsi 1999, pp. 259-260; l'autore data i contrafforti attorno al 1261.

[20] In reference to this, Patetta, 1906 pg. 515; and M.G. Orlandini, C. Ceccarelli 1975, pg. 42; see also S. Lomartire 1984, pg. 402. Have already expressed their point of view. This interpretation has been instead contested by W. Montorsi 1999, pg. 250, who continued to insist that the noun "arbor" was the result of a rewriting of what had originally been "et ornata", cfr. W. Montorsi 1976, pgs. 36-37.
[21] On the composite characters applied to bell towers and other kinds of towers between the 11th and 13th centuries in northern Italy, refer to: S. Lomartire 1997 pgs. 237-258.
[22] Regarding the various proposals to determine the building phases, which in any case nearly always dated the construction of most of the tower, up to the fourth or fifth floor, to some time before the second half of the twelfth century, see Pezzini 1984 and Dieghi 2009.
[23] Pezzini 1984, pgs. 836 ss., Dieghi 2009, pgs. 52-60.
[24] Montorsi 1976, pgs. 25-30.
[25] Some photographs by Orlandini, now kept in the Panini Photographic Archives, taken during the resoration campaign of the 1970s, show places where the stone veneer had been removed, revealing a structure that was certainly meant as a filler wall which could only have been built after or at the same time as the external walls. Pedrazzi 2007-2008, pgs. 104-105.
[26] The position in height of the embrasures varies from that of the string course cornices, at about the middle of the lateral panels, at least for the first five exterior floors. Their seemingly random layout (cfr. M.G. Orlandini, C. Ceccarelli 1975, pg. 37) corresponds instead to the specific functional requirements dictated by the position of the stairways inside, with direct repercussions on the layout of the cladding stones.
[27] Montorsi 1976, pgs. 184-191; Montorsi 1999, pgs. 259-260; the author dates them to 1261.

La data riportata dal graffito rappresenta inoltre, se è corretto il ragionamento fatto fino a ora, un affidabile termine cronologico per la datazione della seconda cornice ad archetti e delle sculture – mensolette e figure angolari – che ne fanno parte; su questo punto si farà in seguito qualche ulteriore osservazione.
In termini più generali, il 1169 costituisce un sicuro termine cronologico *ante quem* per la fondazione della torre.
Diversamente dall'opinione, ancor oggi accettata a livello critico, che sulla base della lettura "quarta" o "quinta" all'inizio della seconda riga dell'iscrizione riconduce la data 1169 a gran parte della struttura quadrata della torre, l'iscrizione sembra indicare più verosimilmente che negli anni '70 del XII secolo i lavori di costruzione dovevano essere giunti a circa metà dell'altezza verosimilmente prevista per la torre campanaria. A parte il contenuto dell'iscrizione, infatti, come abbiamo visto, che risulta sufficientemente chiaro, bisognerebbe chiedersi perché l'iscrizione si trovi in una zona della struttura così lontana dall'oggetto di cui tramanda la memoria.
In base all'interpretazione dell'iscrizione graffita nel senso qui proposto sarebbe giusto peraltro chiedersi se la costruzione della parte inferiore della struttura avesse davvero richiesto sei o sette decenni di lenti lavori edilizi, o se non avesse piuttosto visto l'avvicendamento di più fasi costruttive, con stasi anche prolungate. Né, d'altro canto, è possibile sapere per quanto tempo, alla ripresa dei lavori nel 1169, i lavori fossero rimasti interrotti. Prima di affrontare la questione dello stato della struttura prima della data trasmessa dal graffito va però ricordato che altre fonti, principalmente cronachistiche, ci forniscono ulteriori informazioni, per lo più indirette, sullo stato e sull'uso della torre.[28] Vale la pena di ripercorrere rapidamente alcune di tali notizie, opportunamente selezionate ai fini dell'analisi che qui si sta tentando: nel 1214 una campana presa all'assedio del castello di Ponte Duce risulta collocata sulla torre; nel 1217 un fulmine colpisce un *turricellum* alla sommità; nel 1261 la struttura viene innalzata "a quadro supra" (cioè a partire dal ripiano più alto in quel momento, probabilmente il quinto) di dodici braccia; nel 1279 viene rifusa una campana; nel 1319 si compie, a opera di Enrico da Campione, il coronamento della struttura e al culmine della guglia è posta una sfera in rame dorato; nel 1327 gli statuti cittadini dispongono che in vani interni alla torre venga custodito l'archivio del Comune; nel 1338 risultano costruite strutture di collegamento tra la Ghirlandina e il Duomo (ma esse dovevano però sussistere già da tempo).[29]

The date recorded in the graffito also represents, if our reasoning so far is correct, a reliable chronological framework on which to be able to date the second arched cornice and the relative sculptures – corbels and corner figures – which are part of it (further comments will follow on this subject).
In more general terms, 1169 constitutes a definite *ante quem* time frame for the foundation of the tower. Contrary to the opinion, still critically accepted today, that based on the interpretation of the Q as "quarta" or "quinta" at the beginning of the second line of the inscription, much of the tower's square base was constructed in 1169, the inscription actually seems to indicate that in the 1170s the construction work must have reached about halfway of the bell tower's probable expected height.
Apart from the content of the inscription, which, as we have seen, is in fact sufficiently clear, we need to ask ourselves why the inscription is located in an area of the structure so far from the object it is commemorating.
Based on the interpretation of the inscription in the sense proposed here, it is also reasonable to wonder whether building the lower part of the structure really did require six or seven decades of long, slow construction work, or whether it did not, rather, proceed in stages, with sometimes prolonged interruptions in between. Nor is it possible to determine, on the other hand, for just how long the work had been halted when it was begun again in 1169. Before addressing the question of the state of the structure before the date indicated on the graffito we should recall other sources, primarily chronicles, which supply us with further information, mostly indirect, on the state and use of the tower.[28]
It is worth taking a quick glance at some of this information, carefully selected to aid in the analysis we are attempting to make: in 1214 a bell seized during a raid on the Castle of Ponte Duce ends up in the tower; in 1217 one of the *turricellum* on top was struck by lightning; in 1261 the structure was raised 12 "braccia" (local unit of measurement) "a quadro supra" (meaning from whatever was the highest floor at the time, probably the fifth); in 1279 the bell was re-forged; in 1319 the structure was crowned with the spire designed by Enrico da Campione, and a gilded copper sphere placed on top; in 1327 civil statutes decreed that the City Archives be housed in the tower; by 1338 structures connecting the Ghirlandina and the Cathedral were built (but would have already been operational some time before).[29]
For our studies, the date of the tower's completion in 1319 and that of its further raising in 1261 are particularly significant, as these two recorded events

Risultano per noi particolarmente significative le date del compimento della torre nel 1319 e della sua sopraelevazione a partire dal 1261, giacché i due eventi ricordati rappresentano tappe fondamentali della storia edilizia della torre, al pari, potremmo dire, del graffito del 1169.

Ma un altro documento, spesso trascurato, trasmette interessanti ancorché rapide notazioni sulla storia della torre; esso è contenuto nel famoso codice capitolare O.II.11 che conserva copia della *Relatio* e di altri atti importanti per la storia dell'opera del Duomo e in particolare della sua amministrazione.

Il documento, esemplato nel gennaio 1261 dal notaio Bartolomeo Spadari di San Marco, rappresenta un estratto degli statuti del Comune di Modena e riguarda l'utilizzo degli introiti gestiti dal massaro di San Geminiano.[30] È importante rilevare che il documento verrà riportato (in una copia datata 22 gennaio 1307) in fondo allo stesso codice capitolare insieme alla trascrizione di una concessione di privilegi emessa nel 1244 dal vescovo di Modena e dei canonici della cattedrale in favore dell'amministrazione della *fabrica* del Duomo e a un documento più tardo che illustra le prerogative e i compiti del massaro di San Geminiano.[31]

Il documento del 1261 si riferisce, come indica la rubrica, alla deliberazione presa dal Comune di Modena di confermare e difendere le rendite e i possedimenti della cattedrale. Il testo accenna alla destinazione delle offerte[32] (con alcune eccezioni) alla *fabrica* e al *Massarius operis*, in quanto destinate "pro ipsa fabrica". Maggiore chiarezza su tale destinazione viene dalla premessa al documento, che conviene citare per esteso: "Avendo il popolo e gli uomini della città ed episcopato modenese da lungo tempo addietro edificato la chiesa e la torre del beatissimo confessore Geminiano e a proprie spese di tempo in tempo avendole migliorate e accresciute, e poiché continuamente essi rivolgono i propri sforzi, con il consenso divino, ad accrescerle (etc.)".[33] In un altro passo (c. 46v) si accenna alla "fabrica dicte ecclesie et turris" e qualche linea più sotto alla

represent fundamental milestones in the history of the tower's construction, as important, we might say, as the graffito from 1169. But another document, which is often neglected, offers interesting albeit brief notations on the tower's history.

It is contained in the famous capitulary codex O.II.11, which contains a copy of the *Relatio* and other important documents related to the Cathedral's history, especially regarding its administration. This document, drafted in January 1261 by the notary Bartolomeo Spadari di San Marco, presents an extract from the statutes of the City of Modena and deals with the use of managed revenues coming from the rural estate of San Geminiano.[30] It is important to note that the document will later be reported (in a copy dated January 22, 1307) at the end of the same capitular codex together with a transcription of a concession of privileges document emitted in 1244 by the bishop of Modena and of the canons of the cathedral in favor of the administration of the *fabrica* of the Cathedral and a later document illustrating the privileges and responsibilities of the San Geminiano agricultural estate.[31]

The 1261 document, as indicated in the index, makes reference to the decisions taken by the City of Modena to confirm and defend the revenues and holdings of the cathedral. The text mentions how the collection money was to be used[32] (with a few exceptions) for the *fabrica* and the *Massarius operis*, inasmuch as it was ordered to be used "pro ipsa fabrica". Greater clarity about this designated use comes from the document's premise, reported here in full: "Being that the people and the men of the city and the diocese of Modena long ago constructed the church and tower dedicated to the most blessed confessor Geminianus and at their own expense having from time to time improved and enlarged it, and since they are constantly relying on their own efforts, with divine consent, to enlarge it (etc.)".[33] In another passage (c. 46v) mention is made of the "fabrica dicte ecclesie et turris"

[28] Rinvio per brevità alle rassegne curate da Pezzini 1984; Baracchi Giovanardi 2001, pp. 23-24; Dieghi 2009.
[29] Dieghi 2009, pp. 63-64; v. inoltre *infra* nel testo.
[30] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, cc. 46v-49v; al documento, già pubblicato da Girolamo Tiraboschi (1795, *Cod. Dipl.* DCCCXCVII, pp. 62-63), diede giustamente grande rilievo Porter 1917, pp. 21-23.
[31] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, cc. 301v-303v. Alla c. 301 si trova la copia dell'atto con cui il vescovo Giovanni e i canonici concedono al massaro, a utilità della *fabrica*, gli introiti delle offerte ricevute nella vigilia e nel giorno della festa di San Geminiano. Nel documento fra l'altro si lodano i meriti di Ubaldino, *massarius et minister fabrice*, negli interventi edilizi di accrescimento del Duomo e di incremento delle entrate. Alle cc. 301r-301v è trascritta la bolla di conferma emessa da Lione, il 29 marzo 1245, da papa Innocenzo IV. Il documento è giustamente messo in evidenza da Porter 1917, p. 21. Alle cc. 302v-303v si trova il documento, dell'8 dicembre 1306, rubricato come *De electione massarii fabrice sancti Geminiani et de officio eius constitutio*.
[32] Dal documento apprendiamo (c. 47) che in Duomo esisteva un cippo lapideo "operis ecclesiae beati Geminiani" destinato a ricevere le offerte.
[33] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, c. 46v: "Cum hoc sit quod populus et homines civitatis et episcopatus Mutinensis ecclesiam et turrim beatissimi Geminiani confessoris a longis retro temporibus edificaverunt et de bonis ipsorum de tempore in tempore melioraverunt et augmentaverunt et semper de bono in melius intendant cotidie augmentare Domino annuente."

[28] Briefly refer to the series of essays edited by Pezzini 1984, Baracchi Giovanardi 2001, pgs. 23-24; Dieghi 2009.
[29] Dieghi 2009, pgs. 63-64; also see below in the text.
[30] Modena, Arch. Cap. cod. O.II.11, cc. 46v-49v; the already published document by G. Tiraboschi (1795, *Cod. Dipl.* DCCCXCVII, pgs. 62-63), rightly gives it great importance Porter 1917, pgs. 21-23.
[31] Modena, Arch. Cap, cod. O.II.11, cc. 301v-303v. In c. 301 there is a copy of the document in which Bishop Giovanni and the canons concede the revenue of the *fabrica* and the income from the eve and day of the Festival of Saint Geminianus to the Administrator. Moreover, the document praises the merits of Ubaldino, *massarius et minister fabrice*, for the construction and expansion of the Cathedral and for the increased income. In cc. 301-301v the confermation document released in Lyon on March 29, 1245, by Pope Innocence IV is transcribed. This document has been rightly highlighted by Porter 1917, p. 21. In cc. 302v-303v the document, dated the 8th of December, 1306, the following listing is found: "*De electione massarii fabrice sancti Geminiani et de officio eius constitutio*".
[32] From this document we learn (c. 47) that there was a stone plaque in the Cathedral with the inscription "*operis ecclesiae beati Geminiani*" meant for receiving offerings.
[33] Modena, Arch. Cap. cod. O.II.11, c. c. 46v: "Cum hoc sit quod populus et homines civitatis et episcopatus Mutinensis ecclesiam et turrim beatissimi Geminiani confessoris a longis retro temporibus edificaverunt et de bonis ipsorum de tempore in tempore melioraverunt et augmentaverunt et semper de bono in melius intendant cotidie augmentare Domino annuente".

"domus in qua lapides pro dicta fabrica inciduntur, et omnes porticus existentes iuxta turrim praedictam sive ecclesiam memoratam", aggiungendo più oltre che tali *domus* e *porticus* "non possano né debbano essere modificati, sopralzati o costruiti senza il permesso del Consiglio generale", del quale fanno parte la *Massaria* e il massaro di San Geminiano, gli Anziani del popolo e il Comune di Modena.[34] Un commento approfondito di questo passo e dell'intero documento esula dal proposito di queste pagine. Importa qui rilevare brevemente solo alcuni elementi significativi, come l'unione "a longis retro temporibus" delle due imprese costruttive ("fabrica ecclesie et turris"), o la nozione della lunga durata dell'attività di detta fabbrica per i lavori al Duomo e soprattutto, si direbbe, alla torre, per la quale il verbo *augmentare* ha implicazioni dirette nell'opera di innalzamento, che si intende proseguire. Poi è importante notare come sia la *Massaria*, cioè l'amministrazione della *fabrica operis*, sia il Comune abbiano un ruolo paritario nella raccolta e nella gestione "strategica", per così dire delle risorse, ma come al tempo stesso sembri risultare preminente il ruolo del Massaro di san Geminiano nella conduzione diretta della fabbrica.[35] Non va infine trascurato l'accenno alla "domus in qua lapides inciduntur", cioè alla loggia nella quale si confezionavano le pietre del paramento e gli elementi dell'arredo scultoreo – particolare significativo anche per l'argomento che qui ci interessa – né il fatto che tale *domus* e il *porticus* che a essa in qualche modo si connetteva fossero situati presso la torre e il Duomo,[36] a cui probabilmente si addossavano e che in qualche modo dovevano mettere in collegamento, in maniera tale che era necessario vigilare affinché ogni eventuale modifica o sopraelevazione non interferisse negativamente con le due strutture. Si sarebbe quasi tentati di collegare il documento alla notizia già citata della sopraelevazione, proprio nel 1261, della torre, e dunque di ricondurlo alla necessità di ribadire l'organizzazione amministrativa e la destinazione privilegiata delle entrate della *fabrica* di San Geminiano, forse anche, si potrebbe fantasticare, a correzione di qualche eventuale incongruo uso verificatosi nel passato.

and a few lines later to the "domus in qua lapides pro dicta fabrica inciduntur, et omnes porticus existentes iuxta turrim praedictam sive ecclesiam memoratam", adding a little further on that such *domus* and *porticus* "may and must in no way be modified, raised or constructed without express permission of the City of Modena."[34] An articulated comment on this passage and on the entire document has emerged in reference to these pages. It is important to briefly relate here only some of the significant elements, such as the union "a longis retro temporibus" of the two construction companies ("fabrica ecclesie et turris"), or the notion of how long the activity of this workshop lasted in relation to the work on the Cathedral, and especially, we would say, regarding the tower, for which the verb *augmentare* directly implicates the work of erecting the tower, which they intended to continue. It is also important to note how both the *Massaria*, and thus the administration of the *fabrica operis*, and the City played equal roles in the raising and "strategic" management of the (shall we say) resources, but at the same time it appears that the Administrator di San Geminiano played a greater role in the fabric's direct management.[35] Neither must we neglect the mention of the "domus in qua lapides inciduntur", referring to the loggia in which the masonry for the outer walls and the sculptural elements were produced – particularly significant in terms of the subject we are currently examining – nor the fact that this *domus* and the *porticus* which in some way were connected to it were situated in the tower and Cathedral,[36] and that probably in some way were linked to and supported by it, so that it became necessary to keep an eye on them to make sure that no modifications or vertical extensions would effect the two structures negatively. One might be tempted to link the document with the above-mentioned data regarding the tower's erection in 1261, and therefore trace it back to the need to confirm the administrative organization and the privileged destination of the *fabrica* of San Geminiano's revenue, perhaps even, one might imagine, correct any incongruous use of it made in the past.

[34] Ivi, c. 47v.
[35] V. *supra*, nota 32. Il documento del 1306, certamente ripreso da analoghi atti più antichi, dopo aver ricordato che ai canonici del Duomo "de iure et antiqua consuetudine spectat provisio cura et regimine et dispositio fabrice", fissa i criteri per la scelta del massaro (ingiungendogli "ne in domo fabrice mulierem aliquam debet detinere") e ne fissa il compenso annuo a cinquecento lire modenesi. Stabilisce poi le sue mansioni nell'amministrazione dei beni, circa la quale deve sempre riferire ai canonici, e nel decoro della cattedrale, che un custode stipendiato deve tenere "mundam, nitidam et scopatam continue", e soprattutto nel fare eseguire "omnia que fuerunt facienda de novo seu etiam reparanda in ecclesia, turri et sacristia", avendo cura di suppellettili, stalli, campane, funi, armadi, banchi, porte e chiavi, e inoltre "fenestris, coperturis, tegulis sive copis, et generaliter omnia que facienda et reparanda occurrerent in ferro, cupro, plumbo vel stagno, lapide, calce, lignamine, ramo (?) atque funibus"; l'accenno reiterato alle funi, unitamente alla menzione delle campane, può forse essere visto come un'allusione diretta alla torre, oltre che riferirsi alle campanelle interne al Duomo funzionali alla liturgia.
[36] In due passi a c. 47v del citato codice capitolare si dice infatti che *domus* e *porticus* si trovano "iuxta turrim sive ecclesiam".

[34] C. 47v.
[35] See above, note 32. The document of 1306, certainly modelled after earlier analogous papers, after having remembered that to the Canons of the Cathedral "de iure et antiqua consuetudine spectat provisio cura et regimine et dispositio fabrice", determines the criteria for choosing the administrator (with the injunction "ne in domo fabrice mulierem aliquam debet detinere") and fixes the annual salary at five hundred Modenese Liras. It also established his property management tasks, for which he was always answerable to the canons, and for the decorum of the Cathedral, which required a paid custodian to keep "mundam, nitidam et scopatam continue", and especially to make sure "omnia que fuerunt facienda de novo seu etiam repar and a in ecclesia, turri et sacristia" was carried out, taking care of household objects, stables, bells, ropes, wardrobes, pews, doors and keys, not to mention "fenestris, coperturis, tegulis sive copis, et generaliter omnia que facienda et repar and a occurrerent in ferro, cupro, plumbo vel stagno, lapide, calce, lignamine, ramo (?) atque funibus"; the repeated mention of ropes, together with the mention of the bells, could perhaps be seen aas a direct allusion to the tower, besides refering to the smaller, liturgical bells found inside the Cathedral.
[36] In two passages c. 47v of the Charter Code mentioned above, it says that the *domus* and *porticus* are found "*iuxta iuxta turrim sive ecclesiam*".

Murature e partitura architettonica

Premesso che resta pur sempre plausibile, e anzi probabile, la contemporaneità almeno a livello di progetto, considerati i reciproci rapporti proporzionali e la collocazione, tra Duomo e campanile,[37] la realizzazione di quest'ultimo dovette in un certo senso avere corso a sé: forse, almeno nelle fasi iniziali, con uno svolgimento non sincrono rispetto alla chiesa e probabilmente anche all'interno di un cantiere separato, ma probabilmente già dall'inizio nell'ambito della stessa fabbriceria e sotto la responsabilità diretta del Massaro di San Geminiano, come certo si può dedurre *a posteriori* dal citato documento amministrativo del 1261.[38] D'altro canto, l'esistenza di due cantieri paralleli potrebbe persino essere suggerita dal perdurare per lungo tempo, nonostante quanto riportato in quello stesso documento, della disputa circa la proprietà della torre da parte del Capitolo cattedrale o del Comune.[39] Insomma, non è chiaro se la situazione esposta nel 1261 rispecchi l'assetto economico-amministrativo degli inizi o se si sia venuto a definire progressivamente nel tempo. È un fatto però che nelle fasi più avanzate della costruzione si possono osservare elementi che legano direttamente gli interventi costruttivi e decorativi sia nella cattedrale sia nella Ghirlandina, fino al compimento di quest'ultima: indice certo dell'aggregazione dei due cantieri e del loro operare ormai sincrono.

Tornando alle fasi iniziali, si può osservare che la partitura che articola le superfici esterne della torre esibisce solo un debole richiamo alla particolare griglia architettonica così caratteristica del Duomo e si adegua invece a una prassi ben diffusa nelle torri campanarie "lombarde" tra XI e XII secolo, con la scansione pseudo-modulare in ripiani sovrapposti.[40]

Ai modelli lombardi, che pure contemplano eccezioni, riconduce anche il progressivo alleggerimento della canna via via che si procede verso l'alto, con l'ampliarsi delle aperture, dapprima feritoie (che qui però si riducono solo a quelle che danno luce alle scale interne, che proseguono fino al quarto ripiano) poi, in successione: ampie monofore, bifore, trifore, rispettivamente al terzo, quarto e quinto ripiano; quest'ultimo, le cui pareti sono prive ormai delle lesene centrali, doveva costituire la parte sommitale

[37] Tali rapporti sono stati individuati da Quintavalle 1964-1965, pp. 249-250, ma con riferimento alla volumetria del Duomo; cfr. Gandolfo 1971, p. 153; Pezzini 1984, pp. 843-844. V. *infra* nel testo. Certamente la collocazione della torre rispetto al Duomo segue una prassi consolidata, ma la sua disposizione in pianta e il suo proporzionamento tengono conto da un lato dell'allineamento allo spigolo nord-est della testata absidale e dall'altro della posizione della Porta della Pescheria. Un'iscrizione trecentesca, incisa su una lesena del lato ovest a circa 2,5 metri da terra, riporta l'indicazione *Sagra*, con accenno al sagrato antistante la Porta della Pescheria, segnalando la percezione della parete della torre come limite dell'andito della porta; cfr. Montorsi 1999, p. 258 e p. 261.

[38] Inoltre v. *supra*, nota 31.

[39] Dieghi 2009, pp. 50-51, con bibliografia.

[40] Per i campanili lombardi rinvio ad Arslan 1954 e Segagni Malacart 1989; per confronti tra le partiture architettoniche a Lomartire 1997 e Trevisan 2007.

Masonry and architectural composition

The most plausible, even likely premise, at least as far as the project goes, considering the reciprocal proportional and collocational relationship between the Cathedral and the bell tower[37] was perhaps, at least in the beginning phases, that the tower's creation in a certain sense followed its own, independent course, according to a rhythm quite separate from that of the Church and probably carried out by a completely separate building company, but probably right from the start under the jurisdiction of the same *fabrica ecclesiæ* and direct responsibility of the Administrator di San Geminiano, as can certainly be deduced *a posteriori* from the above-mentioned administrative document dated 1261.[38] On the other hand, the hypothesis that there were two distinct, parallel building sites could even be supported by how long the dispute went on, despite what the document itself states, regarding ownership of the tower, whether by the Cathedral Chapter or the City.[39] It remains therefore unclear if the situation described in 1261 reflected the actual economic-administrative reality as it was from the beginning or as it evolved over time.

The fact remains, in any case, that in the more advanced phases of construction, some direct links can be observed between constructive and decorative interventions made to both the cathedral and the Ghirlandina, up until the tower's completion, which surely indicates cooperation and syncronicity between the two building sites.

Returning to the initial phases, we can observe that the pattern of the tower's façades only vaguely recollects the particular design (griglia architettonica) which so characterized the Cathedral, adapting itself instead to the "Lombard" style of bell towers common between the 11th and 12th century, following a vertical, pseudo-modular, multi-floor scheme.[40]

The employment of wider and wider openings, first by embrasures (in this case serving merely to illuminate the stairs up to the fourth floor), then wide single windows and successively double and triple mullioned windows respectively on the third, fourth and fifth floor to make the tower progressively lighter can also be traced to the typical Lombardian model

[37] These relationships were identified by Quintavalle 1964-1965, pgs. 249-250, but with references to the size of the Cathedral; cfr. Gandolfo 1971, p. 153; Pezzini 1984, pgs. 843-844. See later in this text. Certainly the position of the tower compared to the Cathedral follows a standard practice, but its location in the context of the general layout and its proportions takes into consideration the alignment with the north-east corner of the apse and the position of the Porta della Pescheria. A 14th century inscription carved into a pilaster on the western side at about 2.5 m high reads, *Sagra*, in reference to the sagristy found in front of the Porta della Pescheria, indicating the perception that wall of the tower constituted the limit of the door's threshold; see Montorsi 1999, pgs. 258, 261.

[38] See also above note 31.

[39] Dieghi 2009, pgs. 50-51, with bibliography.

[40] For the Lombard bell towers refer to Arslan 1954; Segagni Malacart 1989; to compare architectural compositions see Lomartire 1997; Trevisan 2007.



Fig. 2

della torre secondo il progetto di completamento portato avanti dai Campionesi, mentre è stata avanzata l'ipotesi che secondo il progetto originario la torre doveva arrivare solo fino al quarto ripiano, in ragione della presenza di un fregio a denti di sega sopra la cornice del quarto ripiano, oltre che su quella del quinto.[41]

Nonostante una siffatta coerente articolazione strutturale della torre, non sono mancate però ipotesi circa un mutamento di progetto che sarebbe intervenuto proprio a livello del terzo, quarto e quinto ripiano; e ciò in ragione non solo del progressivo ridursi in altezza dei ripiani stessi (un espediente "ottico", adottato per dare maggiore slancio all'aspetto della struttura, osservabile peraltro in altre torri campanarie coeve), quanto soprattutto di talune incongruenze nella quota delle finestre, ma anche dell'interferenza delle scale interne con talune delle aperture delle zone superiori (fig. 2).[42] Riguardo a quest'ultimo punto sembra però probabile che la costruzione delle finestre dei livelli superiori abbia tenuto conto nei limiti del possibile, considerandone anche le eventuali interferenze, della presenza delle scale, il cui percorso era prioritario in quanto rigidamente determinato dalle quote.

Un simile sistema di salita, con scale in muratura a sbalzo, non segue il modello di campanili con scale in spessore di muro, come ad esempio quelli di Fruttuaria, della Torre Civica di Pavia, del S. Evasio di Casale Monferrato, tutti databili, al loro avvio, all'XI secolo, ma richiama esempi del XII secolo come i campanili delle cattedrali di Novara o di Vercelli. Resterebbe pur sempre il dubbio, in ragione delle interferenze sopra segnalate, che le scale interne costituiscano un intervento assai tardo, come pure è stato proposto,[43] ma ciò appare improbabile, dal momento che come abbiamo visto il sistema si avvaleva, quali ossatura ed elementi di snodo del percorso, dei pilastri addossati agli angoli interni della canna, che è ragionevole pensare impostati piuttosto precocemente. Appare pertanto opportuno considerare il sistema delle scale, come oggi lo conosciamo, coerente con una delle più antiche fasi edilizie, anche se eventualmente con una certa sfasatura rispetto quella iniziale, se si tiene conto del fatto che la tessitura muraria dei pilastri angolari non appare legata a quella dei muri perimetrali.[44]

Tuttavia, non va taciuto che è pur vero che rimangono alcune incertezze circa la configurazione originale del sistema di scale,

(although there were exceptions.) The fifth floor, its walls by now without a central pilaster, was intended to be the top of the tower according to the plan drawn up by the Campionesi masters, although the hypothesis has been set forth that according to the original plan, the tower was only to reach the fourth floor, since the cornice of the fourth floor is topped by a saw-toothed freize, as is the that of fifth floor.[41]

Despite such a well-ordered, structural layout of the tower, there is no shortage of theories as to why there should have been changes to the project at the third, fourth and fifth levels, and not only in terms of the progressive lowering in height of each floor (an "optical" expedient, designed to make the tower seem taller, as other towers of that period had employed), but especially in the face of certain incongruences regarding the number of windows, and also the interference of the stairs with some of the higher openings (Fig. 2).[42] With regards to this last point, however, it seems probable that the construction of the upper windows took into consideration as much as possible the presence of the internal staircases and any interference they may have caused, recognizing that the stairs took strict priority, given the height of the tower. Such a climbing system, with masonry floating stairs, does not follow the typical bell tower model having enclosed straight stairs, like those of the Fruttuaria, the Civic Tower of Pavia or St. Evasius of Casale Monferrato (all begun in the 11th century), but rather recalls 12th century examples such as the bell towers of the cathedrals at Novara or Vercelli. The doubt remains, however, in light of the above-mentioned interferences, whether the stairs were added later, as has been suggested,[43] although this appears improbabile, since we have seen that the system makes use of pillars, both for the skeletral structure and as junctions, in the inner corners of the tower, thus suggesting that they had been included early on in the design. It is, in any case, reasonable to consider the stairways, as they are today, as coinciding with one of the earliest phases of construction, even if they appear slightly out of alignment with regards to the intial phase, if we keep in mind that the internal structure of the corner columns does not seem to be related to that of the external walls.[44]

In any case, it must be mentioned that there are, in fact, some doubts as to the original configuration of the stairways, both in relation to

soprattutto nelle parti alte della struttura, in relazione sia al fatto che la monofora (quarto ripiano) sul lato est e la bifora (quinto ripiano) sul lato ovest mostrano di essere state parzialmente tamponate, sia all'osservazione delle passerelle lignee su mensole realizzate per raggiungere le finestre dall'interno della canna della torre, che talora non sono alla stessa altezza dei davanzali delle finestre, tamponate nella parte inferiore.[45] Francesco Gandolfo ha considerato anche questo elemento come prova di un mutamento progettuale della partitura architettonica delle porzioni superiori della torre;[46] su questi aspetti i materiali e le ricognizioni prodotte dal restauro appena concluso potranno fornire spunti per future riconsiderazioni.[47] Nonostante la percettibile differenziazione formale della partitura architettonica della Ghirlandina rispetto a quella del Duomo,[48] si osserva però nei due edifici l'impiego degli stessi materiali costruttivi, la pietra di Aurisina e la pietra di Vicenza, soprattutto nei ripiani inferiori, mentre per quelli superiori si opererà una selezione attenta che farà via via prevalere, per le caratteristiche meccaniche come pure per la qualità cromatica, l'uso della pietra di Aurisina,[49] essa pure presente, ma in minor quantità, nelle murature del Duomo.[50] Qui, nelle addizioni corrispondenti cronologicamente, come vedremo, a quelle delle fasi campionesi della torre, a primeggiare sarà invece il calcare ammonitico veronese, probabilmente importato appositamente, che pure era presente in qualche misura già dalle fasi più antiche del cantiere del Duomo (ad esempio nelle colonne dell'interno), con l'impiego anche cromatico delle varietà rosata e bianca. Da questo dato sarà possibile ricavare a suo luogo qualche elemento di ulteriore riflessione (v. oltre nel testo). Quanto alle fonti di approvvigionamento per i due edifici, le recenti ricognizioni effettuate per la determinazione delle componenti litiche della Ghirlandina e del Duomo[51] indicano che i due cantieri dovettero trarre largo vantaggio dalla cospicua mole di manufatti di età romana reperibili nel territorio modenese, anche a breve distanza dall'area del Duomo.

the fact that the fourth floor single window on the east side and the fifth floor mullioned window on the west side show signs of having been partially sealed off, and by observing the corbel-supported wooden passageways designed to reach the windows, now sealed off at the bottom, inside the tower.[45] Francesco Gandolfo considered this element to be further proof of a change in plan for the architectural design of the top portions of the tower.[46] With regard to these aspects, the materials and evidence produced by the recently concluded restoration could provide elements to stimulate future speculations.[47] Despite the perceptible, formal differences between the architectural composition of the Ghirlandina with respect to that of the Cathedral,[48] we can observe, however, thar the same building materials were used for both: pietra di Aurisina and pietra di Vicenza, especially on the lower floors of the tower, while a careful selection was made for the upper ones, gradually favoring, both for its mechanical characteristics and its chromatic qualities, the use of Aurisina,[49] which was used in walls of the Cathedral,[50] although to a lesser degree. Here, in the additions which correspond chronologically, as we will see, to the construction phases of the tower under the Campionesi Masters, the first choice of building material is Veronese ammonitic limestone, probably purposely imported, which was already present in some measure from the first phases of the building of the cathedral (for example in the inside columns), also with the use of pink and white hues. From this data other elements for further reflection will come to light (see below). Regarding the supply source for the two buildings, recent tests carried out to determine the mineral components of the Ghirlandina and the Cathedral[51] indicate that both building sites took great advantage of the mass of Roman era constructions available in the area around Modena, even near the Cathedral.

[41] Montorsi 1976, pp. 58-62, ha invece suggerito di considerare la cornice del quarto ripiano quale conclusione del progetto originario, per la presenza già in quella zona del fregio a denti di sega, sebbene riconosca che in numerosi esempi del XII secolo tale fregio non indichi necessariamente la prossimità di una linea di gronda del tetto.
[42] Salvini 1966, p. 151; Gandolfo 1971, p. 153; Pezzini 1984, p. 844.
[43] V. *supra*, nota 27.
[44] Tale ipotesi scaturisce dall'osservazione che le murature dei contrafforti interni non sembrano coerenti dal loro avvio con quelle dei perimetrali della canna; cfr. Labate 2009 e il saggio dello stesso autore in questo volume; cfr. il saggio di Adriano Peroni in questo volume; v. inoltre *supra*, note 26, 27, 43.
[45] Pezzini 1984, pp. 844-845.
[46] Gandolfo 1971, p. 153.
[47] Si vedano le osservazioni di Adriano Peroni, Donato Labate, Francesca Piccinini e Stefano Lugli in questo volume. Quale contributo alla discussione del problema, si può osservare che la scala ha il suo avvio, nell'attuale piano rialzato di ingresso (che poggia sulle volte del vano ora seminterrato), in corrispondenza del pilastro angolare sud-est, dove era in origine aperto un passaggio ad archivolto, che venne otturato nel momento in cui fu impostata la volta sopra la quale sta la Sala della Secchia; l'imposta corrispondente della volta, costituita da un architrave modanato, venne così a mutare il profilo del passaggio, ridotto a forma rettangolare, mentre più oltre riprende il profilo centinato.
[48] Tale differenziazione formale era stata evidenziata da Orlandini e Ceccarelli 1975, pp. 38-40, che ne ricavavano un sostanziale stacco costruttivo tra i due edifici.
[49] Lugli *et al.* 2009, pp. 101-102.
[50] Rossetti 2006-2007; Tintori 2006-2007; Rossetti 2009-2010; Tintori 2009-2010; Zanfrognini 2009-2010.
[51] Oltre ai lavori citati alla nota precedente, rinvio a Pedrazzi 2005-2006 e Pedrazzi 2007-2008; cfr. inoltre Lugli *et al.* 2009.

[41] Montorsi 1976, pgs. 58-62, has suggested instead that the fourth story cornice be considered the conclusion of the original project because of the presence of the saw-toothed frieze already at this point, even though he acknowleges that in numerous 12th century examples such a molding did not necessarily indicate proximity to the eaves of the roof.
[42] Salvini 1966, p. 151; Gandolfo 1971, p. 153; Pezzini 1984, p. 844.
[43] See above note 27.
[44] This theory comes from the observation that the internal supporting wall does not seem to have been built at the same time as the interior perimeter walls; see Labate, 2009 and the essay by the same author in this volume; compare with the essay by Peroni in this volume; see also above notes 26, 27, 43.
[45] Pezzini 1984, pgs.. 844-845.
[46] Gandolfo 1971, p. 153.
[47] Refer to the observations of Adriano Peroni, Donato Labate, Francesca Piccinini and Stefano Lugli in this volume. Contributing to the discussion of the problem, we note that the stairs begin on the floor slightly higher than the current entrance (which rests on the ceiling of a room which has become a basement), in correspondence to the south-east corner pilaste, where there used to be an open, archivolted passageway, later walled up when vaulted ceiling was built over the Sala della Secchia; the corresponding imposts of the vault, made of a molded architrave, altered the molded profile of the passageway, reduced to a rectangle, whereas further on the centinated profile is taken up again; see also the essay by Francesca Piccinini in this volume.
[48] This formal differentiation was highlighted by da Orlandini and Ceccarelli 1975, pgs. 38-40, who determined a considerable pause between the construction of the two buildings.
[49] S. Lugli *et. al.* 2009, pgs. 101-102.
[50] Rossetti 2006-2007; Tintori 2006-2007; Rossetti 2009-2010; Tintori 2009-2010; Zanfrognini 2009-2010.
[51] In addition to the above-mentioned notes, see Pedrazzi 2005-2006; Pedrazzi 2007-2008; see also Lugli *et al.* 2009.



Fig. 3

Come per la cattedrale, i materiali lapidei costituenti la Ghirlandina sono praticamente tutti reperibili nei resti di età romana relativi a sepolture o a edifici, se si eccettuano beninteso quelli riconducibili alle fasi più tarde (XIV sec.) e alle successive reintegrazioni e sostituzioni dei secoli XV e XVI,[52] per lo più in ammonitico veronese.
Se ben noto per la cattedrale è il caso, narrato dalla *Relatio*, della precoce carenza di pietra nel cantiere, e del rinvenimento come per miracolo di materiali usciti dal terreno (vale a dire in seguito a scavi "mirati"),[53] la notizia della concessione nel 1167 al massaro del Duomo del permesso di effettuare scavi al fine recuperare materiale lapideo,[54] unitamente a una notizia analoga del 1242, si mostrano significative e possono avere qualche risvolto anche per il cantiere della Ghirlandina.[55] A fronte dell'utilizzo di materiali simili nei due edifici contigui, si osservano però ben diverse modalità di allestimento delle apparecchiature murarie, che nelle parti inferiori della Ghirlandina, pur tenuto conto dei tardi risarcimenti al paramento,[56] appaiono ordinate in corsi piuttosto irregolari di conci di pezzature e forme molto diverse, mentre nelle già nelle prime fasi costruttive del Duomo, segnatamente quelle che corrispondono alla testata absidale, i paramenti lapidei hanno maggiore regolarità di corsi e di proporzioni. In particolare, la parte basamentale della torre mostra pezzature mediamente di piccolo formato e disposte in corsi non molto regolari, oltre al largo impiego di pezzi romani di spoglio, alcuni dei quali in seguito rimossi.[57] Tra gli *spolia* della torre spicca la nota stele dei *Salvii* (sec. I d.C.), ora al Lapidario Estense, della quale resta in sito ormai solo il timpano di coronamento sul lato ovest,[58] e che si mostra come rilavorata in epoca medievale, probabilmente nel momento in cui fu reimpiegata sul paramento della torre, mentre altri, e in particolare le tre lastre del I sec. a.C. già citate sul lato est, o elementi architettonici, rimangono ancor oggi in opera.
Nelle parti superiori è più raro l'impiego di elementi di spoglio; tra questi una lastra con figura di Medusa sul lato sud del terzo ripiano, la cui definizione però presenta non pochi problemi;[59] in un caso un'iscrizione, probabilmente tardoantica, è stata rilavorata e usata come elemento di una cornice modanata sopra la fascia a denti di sega del quinto ripiano, e la parte con l'iscrizione è rimasta rivolta verso l'alto, così da essere leggibile ormai solo dai ponteggi;[60] in un altro caso, nella quinta cornice (fig. 3 M. O C5 13), la fronte di una coppia di archetti mostra i resti di un'iscrizione monumentale.[61]
Riguardo al reimpiego sulle pareti della Torre Ferdinando Rebecchi, a cui dobbiamo uno studio memorabile su reimpiego nel Duomo e nella Girlandina, riconosceva la particolarità dell'esibizione degli *spolia* antichi sulle pareti della torre in una maggiore e pressoché costante cura nella rilavorazione dei pezzi, che lo studioso riteneva

Just as for the Cathedral, the stones used for building the Ghirlandina can nearly all be traced to local Roman ruins from burial sites or buildings, except of course those coming from later phases (14th century) and successive reintegrations and substitutions from the 15th and 16th centuries,[52] for the most part Veronese ammonitic limestone. Though the scarcity of stone for building the cathedral was already a problem early on is well known, recounted in the *Relatio*, as is the miraculous appearance of material coming out of the earth (actually the result of "calculated" excavations),[53] word of the concession in 1167 to allow the *administrator* of the Cathedral to carry out excavations to recover stone building material,[54] linked to a similar story from 1242, proves to be significant and may have had some influence also in the construction of the Ghirlandina.[55] Although similar materials were utilized for the two adjacent buildings, we can see that very different techniques were used in their construction. The bottom parts of the Ghirlandina's walls, even keeping in mind the later compensations to the outer walls,[56] appear to have been constructed using blocks which were quite irregular in size and shape, whereas right from the initial phases in the Cathedral's construction, notably those corresponding to the apse, the outer stone walls display a greater regularity of rows and proportions. In particular, the base of the tower displays rather small stones, laid out in somewhat haphazard rows, besides the wide usage of of recovered Roman materials *(spolia)*, some of which have since been removed.[57] Among the *spolia* used in the tower, the most noteworthy is the famous stele of the *Salvii* (1st century A.D.), currently held at the Estense Lapidarium, where by now only the tympanum crowning the westworks[58] remains, which shows how it was reworked in the Middle Ages, probably at the time when it was re-utilized in the outer walls of the tower, while others, in particular the above-mentioned three slabs dating from the 1st century B.C. found on the east side, or architectural elements, are still in place. In the upper parts, the use of salvaged material is rare, although among the these re-utilized pieces there is a slab displaying the face of Medusa on the south side of the third floor, the identification of which has been problematic, to say the least.[59]
In one case an inscription, probably from late antiquity, was re-worked and used as as an element in the cornice molding above the fifth floor saw-toothed strip, with the inscription facing upward, so only legible from the scaffolding.[60]
In another case, in the fifth cornice (Fig. 3), the front of a pair of arches shows the remains of a monumental inscription.[61]
Regarding the re-used materials in the walls of the Ghirlandina, the scholar Ferdinando Rebecchi, to whom we are indebted for his

operata da scultori campionesi, "una sorta di restauro *ante litteram*", una specie di musealizzazione insomma, "come se solo alla torre spettasse il privilegio di accogliere ed esporre le antichità ritrovate".[62] In una tale ottica, ancorata o no a una "estetica campionese" bisognerebbe riconoscere che il reimpiego partecipava così in modo anche più diretto al complemento plastico dell'architettura.[63]

Il primo ripiano della torre, così caratterizzato dunque per gli aspetti tecnico-costruttivi e per l'abbondante esibizione sulle superfici murarie di pezzi antichi di reimpiego, si differenzia dalle parti superiori della struttura non solo per il trattamento del paramento murario, ma anche, come è stato notato di recente da Donato Labate, per la disposizione del sistema di buche pontaie, che non corrisponde a quello presente nelle parti più alte della struttura, che sarà invece mantenuto sostanzialmente immutato fino al quinto ripiano.[64] In corrispondenza del primo ripiano si deve dunque individuare, con ogni verosimiglianza, la conclusione di una prima campagna costruttiva, che si interrompe poco sopra la prima cornice marcapiano. È però anche possibile che una ulteriore cesura dei lavori vada eventualmente individuata circa a metà di questo primo ripiano, in ragione del mutamento dei materiali lapidei individuato dalle analisi recenti, e che mostra il prevalere nella fascia inferiore l'uso della pietra di Aurisina, sostituita, a circa m. 5 dal piano di calpestio attuale (circa m. 7 dal piano di calpestio originario), dalla pietra di Vicenza (fanno eccezione i conci in pietra di Verona frutto di tardi risarcimenti).[65]

Tuttavia, le modalità pressoché identiche di allestimento del paramento murario sono probabilmente il segnale che lo stacco tra queste due eventuali fasi dovette essere alquanto breve, e che il cambiamento del tipo di pietra va probabilmente ricondotto solo a ragioni di diminuita disponibilità del materiale inizialmente messo in opera. Si potrà forse tentare un parallelo con l'analoga situazione documentata dalla *Relatio* per le prime fasi del Duomo, ma questa resta al momento solo una suggestione. La cesura tra le murature del primo e del secondo ripiano è riscontrabile con chiarezza in

memorable study on re-utilized material in the Cathedral and the Ghirlandina, recognized that the ancient *spolia* on the walls of the tower were placed affording major and nearly constant care in the re-working of the pieces, which he attributed to the Campionesi sculptors' "sort of *ante litteram* restoration" approach, museumizing, as it were, "as if only the tower had earned the privilege of hosting and exhibiting ancient relics".[62] From this point of view, whether or not linked to an idea of "Campionese esthetics," one must recognize in any case that the use of salvaged materials played a direct role in the plastic complements of the design.[63]

The tower's first floor, so characteristic for its technical-constructive aspects and for the abundant display of ancient, re-utilized pieces in the wall's surface, is differentiated from the upper floors not only in the treatment of the outer walls, but also, as was recently noted by Donato Labate, for the layout of its system of putlog holes, which do not correspond to those present in the upper parts of the structure, which remain practically unchanged up to the fifth floor.[64]

It stands to reason to identify the first phase of construction as having terminated just above the first string course cornice, in correspondence to the first floor. It is, however, also possible that another break in building activity can be identified about halfway up this first floor, based on the alteration of stone material identified by recent analysis, showing the prevalence on the bottom of Aurisina, substituted, at about 5 m from the current floor level (about 7 m from the original floor level), by Vicenza Stone (with the exception of blocks of Veronese stone, the fruit of later rennovations).[65] In any case, the nearly identical methods of outer wall construction probably indicate that the interval between these two, possible phases must have been quite brief, and that the change in type of stone was most likely due to lack of availability of the material originally utilized.

A parallel could be drawn between the analogous situation documented in the *Relatio* in relationship to the beginning phases of the construction of the Cathedral, but for the moment this

[52] Serchia 1984, pp. 176-184; Baracchi Giovanardi 2001, pp. 24-33 e *passim*; Lugli *et al.* 2009, pp. 98-99. V. inoltre il contributo di Rossella Cadignani in questo volume.
[53] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, c. 3.
[54] 12 maggio 1167. Il legato imperiale Girardo Rangoni e i consoli modenesi riunitisi in consiglio decretano "(…) ut Massarius Santi Geminiani presente set futuri habeant licentiam et liberam potestatem sua auctoricatate fodendi lapides per stratas et plateas civitatis absque incommoditate intus habitantium"; Vicini 1936, II, n. 579, p. 42.
[55] V. la nota precedente. Su questi e su altri documenti della Fabriceria del Duomo: Serrazanetti 1984, p. 84; cfr. inoltre Peroni 1984, p. 153. In particolare, il documento del 1167 è ritenuto significativo per i lavori alla torre da Porter 1917, p. 17.
[56] Rinvio alle tavole pubblicate in Lugli *et al.* 2009, p. 96.
[57] Per una completa ricognizione recente dei pezzi di reimpiego della torre, ancora in sito o rimossi, cfr. Pedrazzi 2007-2008, pp. 23-33.
[58] Rebecchi 1984, Scheda R. 9, p. 341; secondo Rebecchi il pezzo mostra segni di rilavorazione, che lo studioso attribuisce a scultori campionesi, nei volti dei personaggi effigiati; di simile parere sono Giordani e Paolozzi Strozzi 2005, n. L sud 97, pp. 242-244.
[59] Montorsi 1976, p. 81; Montorsi 1999, p. 270; Pedrazzi 2007-2008, pp. 82-83.
[60] Fotografia in Orlandini e Ceccarelli 1975, tav. XIa.
[61] Pedrazzi 2007-2008, p. 31.
[62] Rebecchi 1984, pp. 319-353, in particolare pp. 326-330 e *passim*.
[63] All'interno della torre, sulla feritoia posta al termine della prima rampa di scale, fu collocato un frammento di architrave marmoreo antico, le cui fasce furono volutamente lasciate in vista.
[64] Labate 2009, pp. 74-76 e schema a p. 75; v. inoltre il saggio di Donato Labate in questo volume.
[65] Lugli *et al.* 2009, fig. 2, p. 96.

[52] Serchia 1984, pgs. 176-184; Baracchi Giovanardi 2001, pgs. 24-33 e *passim*; Lugli *et al.* 2009, pgs. 98-99. V. in addition the contribution by Rossella Cadignani in this volume.
[53] Modena, Arch. Cap, cod. O.II.11, c. 3.
[54] 1167 May 12. The imperial ligate Girardo Rangoni and the Modenese consuls united in council decree "(…) ut Massarius Santi Geminiani presente set futuri habeant licentiam et liberam potestatem sua auctoricatate fodendi lapides per stratas et plateas civitatis absque incommoditate intus habitantium"; Vicini 1936, II, n. 579, pg. 42.
[55] See the above note. On these and other documents on on the *Fabriceria del Duomo*: Serrazanetti 1984, pg. 84; see also Peroni 1984, pg. 153. In particular, the document of 1167 is considered significant for works on the tower, in Porter 1917, pg. 17.
[56] Refer to the tables in the Lugli *et al.* 2009, pg. 96.
[57] For a complete and recent recognition of re-utilized pieces of the tower, still *in situ* or removed, see Pedrazzi 2007-2008, pgs. 23-33.
[58] Rebecchi 1984, *File R. 9*, pg. 341; according to Rebecchi the piece displays signs of having be reworked, which scholars attribute to the Campionese sculptors, in the faces of the effigies; Giordani and Paolozzi Strozzi 2005 hold the same opinion, n. L sud 97, pgs. 242-244.
[59] Montorsi 1976, pg. 81; Montorsi 1999, pg. 270; Pedrazzi 2007-2008, pgs. 82-83.
[60] Photographs in Orlandini and Ceccarelli 1975, tav. XIa.
[61] Pedrazzi 2007-2008, pg. 31.
[62] Rebecchi, 1984, pgs. 319-353, in part. 326-330 and *passim*.
[63] In the interior of the tower, on the embrasure located at the end of the first ramp of stairs, a fragment of an antique marble architrave was placed, so that it would reamin exposed to view.
[64] Labate, 2009, pgs. 74-76 and the chart on pg. 75; see also the essay by Donato Labate in this volume.
[65] Lugli *et al.*, 2009 fig. 2, pg. 96.

corrispondenza della cornice marcapiano ad archetti, ma si coglie in modo più evidente sul lato sud della torre, dove tale cornice è mancante. Né vi possono essere dubbi sul fatto che essa non sia mai stata messa in opera, e che la rinuncia ad allestirla costituisca forse anche un intervento attuato consapevolmente, e per ragioni ben determinate, probabilmente quale variante al progetto originario.[66] L'aggiunta, probabilmente eseguita già nel XIII secolo,[67] dei muri trasversali (oggi con aperture archiacute di restauro) con funzione di contenimento delle spinte provocate dal convergere delle pendenze del Duomo e della torre,[68] toglie la possibilità di ispezionare il paramento di quest'ultima negli angoli sud-est e sud-ovest fino all'altezza di circa m. 12 dal piano stradale odierno. Risulta però chiaro che l'assenza della cornice marcapiano in questa zona va collegata alle tracce relative ad aperture e all'appoggio di tetti, indice del precoce addossamento di una struttura di collegamento al Duomo.[69] Tale addossamento deve essere piuttosto antico, e la sua costruzione va verosimilmente datata prima dell'allestimento delle cornici. Poiché la porzione del fianco settentrionale del Duomo nella zona del presbiterio risulta completa di zoccolatura, finestre della cripta, lesene e archeggiature, l'addossamento deve essere avvenuto successivamente al completamento di queste parti, mentre le aperture sul lato sud della torre potrebbero non essere state introdotte in rottura di muro, e al più sono contemporanee al vano scala interno, che in quel punto sembra otturare le aperture stesse.

La situazione in questa zona è complicata per il vero dallo sprofondamento progressivamente subito dalla torre, che è stato valutato abbia raggiunto i 25 cm già con il completamento delle fondazioni e sia poi proseguito nel tempo[70] (asimmetricamente rispetto allo sprofondamento subito dal Duomo, per via della diversità del peso dei due edifici relativo all'area corrispondente).

Va poi tenuto conto del fatto che gli scavi ottocenteschi hanno permesso di ritrovare la soglia dell'antica porta proprio sul lato sud, circa 2 metri al di sotto del piano stradale attuale.[71] La somma delle osservazioni sin qui fatte sembra concorrere alla collocazione temporale della prima fase costruttiva della torre in un momento in cui i lavori al Duomo erano piuttosto avanzati, o quantomeno indicano che, subito dopo la creazione delle fondazioni e l'innalzamento di parte della struttura i lavori subirono una stasi, la cui durata non è, allo stato delle nostre conoscenze, determinabile.

remains merely conjecture.

The break between the building of the first and second floors is clearly noticible in correspondence to the arched string course cornice, but is even more evident on the south side of the tower, where the string course is missing. Nor can there be any doubt about one ever having been built there, or that the decision not to build it was possibly a conscious one, or that, for specific reasons, it was probably a deviation from the original plan.[66]

The addition, probably already executed by the 13th century,[67] of the cross-walls (today with restored acute-arched openings) whose function was to contain the stress created by the convergence of the incline of the Cathedral and of the tower,[68] makes it impossible to inspect the tower's outer walls in the south-eastern and south-western corners anywhere under 12 m above the present street level. It remains clear, however, that the lack of a string course cornice in this area can be linked to traces of roof-related openings and supports, indicating the presence of an early structure linking the tower to the Cathedral.[69] Such a structure must have been rather old, and its construction can be reasonably dated to before the cornices were installed. Since the northern flank of the church, near the presbytery is complete with plinth, crypt windows, pilasters and arches, the linking structure must have been created follwing the completion of these elements, while the openings on the south side of the tower might not have been introduced by breaking the walls, but are at least contemporary to the stairwell, which at this point seems to block the openings themselves.

In actuality, the situation in this area has been complicated by the progressive sinking of the tower, estimated to have had already reached 25 cm at the time of the laying of the foundations and then deepened over time[70] (asymmetrically with respect to the sinking of the Cathedral, due to the variance in weight of the two buildings compared to the area they cover). It should be remembered that 19th century excavations led to the discovery of the threshold of an old doorway on the southworks, about 2 meters under the current street level.[71]

Taken together, these observations seem to concur in placing the first construction phase of the tower to a period in which the the work on the Cathedral was already quite advanced, or at least indicate that immediately following the laying of the foundations and the construction of the bottom of the structure, work came to a halt, the duration of which, at our current state of knowledge, cannot yet be determined.

[66] Di diverso parere Montorsi 1976, p. 47 e Pezzini 1984, p. 845, secondo i quali la cornice ad archetti venne eliminata in occasione dell'addossamento.
[67] V. *supra*, nota 29.
[68] Dieghi 2009, pp. 63-64 e bibliografia; Alfieri *et al.* 2009, pp. 160-163.
[69] V. il saggio di Adriano Peroni in questo volume. Ipotesi sulla datazione delle diverse aperture in questa zona, che avrebbero coinvolto anche il lato ovest, in corrispondenza della collocazione della Stele dei Salvii, ora al Lapidario Estense, sono state avanzate da Montorsi 1999, pp. 258-262.

[66] Of a different opinion are Montorsi 1976, pg. 47 e Pezzini 1984, pg. 845, according to whom the arched cornice was eliminated when the building were adjoined.
[67] See above note 29.
[68] Dieghi 2009, pgs. 63-64 e bibl. ivi cit.; Alfieri *et al.* 2009, pgs. 160-163.
[69] See essay by Adriano Peroni in this volume. Theories on the dating of the various openings in this area, which would have involved the western side, too, in correspondence with the location of the Stele dei Salvii, now housed at the Lapidarium Estense, have been advanced by Montorsi 1999, pgs. 258-262.

Fig. 4



Le cornici ad archetti e l'apparato scultoreo della torre nei primi due ripiani

Indizio ulteriore di datazione alquanto tarda è dato dalla conformazione della cornice che conclude il primo ripiano, del tipo ad archetti intrecciati, che nel Duomo non trova riscontri e che invece si può accostare a diversi esempi, non precedenti in genere gli anni Venti o Trenta del XII secolo come, per fare solo qualche esempio, San Giovanni in Borgo, San Pietro in Ciel d'Oro di Pavia o Santa Maria la Rossa a Milano,[72] forse della metà del secolo. Tra tutti, uno dei confronti più significativi, per contiguità geografica e persino per una certa affinità formale, potrebbe essere rintracciato nelle cornici esterne e interne della rotonda del S. Sepolcro nel complesso di S. Stefano a Bologna, che, a dispetto della datazione tra XI e XII secolo della struttura attuale, mostra, proprio nella zona delle cornici marcapiano ad archetti intrecciati, interventi di riforma dei livelli di copertura attuati nell'avanzato XII secolo.[73] Tra gli esempi dell'applicazione di questo tipo di cornici su torri campanarie possono poi essere citati il caso del campanile del S. Nazario a Montechiaro d'Asti (metà del XII sec.) e soprattutto del campanile del Duomo di Vercelli (iniziato nella prima metà del XII secolo).[74]

La cornice ad archetti del primo ripiano della Ghirlandina (fig. 4) mostra una notevole perizia nell'allestimento, perseguito attraverso una studiata calibrazione dei blocchi, tutti lavorati e rifiniti a terra. Nella trasposizione da elemento linguistico proprio dell'architettura in laterizi a componente "scultorea" dell'architettura in pietra, essa rinuncia anche al requisito della policromia, che si riscontra talora in altri casi, in cui tale policromi è conseguita attraverso l'assemblaggio di mattoni alternati a conci lapidei sagomati, oppure per mezzo della stesura di intonaco bianco sui piani di fondo degli archetti laterizi. L'apprestamento di ogni singolo blocco scolpito, prevalentemente in Granitello, ma con parti anche in pietra di Vicenza,[75] mostra una notevole cura nel dimensionamento e nella preparazione per l'assemblaggio in opera ed esibisce una calibrata misurazione degli spazi, al fine di predisporre un uguale numero di archetti su ognuno dei tre lati su cui la cornice si colloca.

[70] Labate 2009, pp. 72-73; Lancellotta 2009, p. 180.
[71] Labate 2009, pp. 72-73; si veda inoltre il saggio di Adriano Peroni in questo volume.
[72] Il confronto con la cornice ad archetti di santa Maria la Rossa fu proposto già da Salvini 1966, pp. 152-153.
[73] Serchia 1987, pp. 48-51.
[74] Per Montechiaro d'Asti: Delmastro 1984, pp. 17-37; per Vercelli: Conti 1988.
[75] Lugli *et al.* 2009, fig. 2, p. 96; fig. 10, p. 103.

The arched cornices and the sculptural elements of the first two floors of the tower

Another clue that we should attribute a quite late date to it lies in the conformation of the cornices which conclude the first floor, characterized by interwoven arches, something not found anywhere on the Cathedral, but of which numerous other examples were created, though generally not before the second or third decade of the 12th century, such as San Giovanni in Borgo, San Pietro in Ciel d'Oro di Pavia, or Santa Maria la Rossa a Milano,[72] perhaps by mid-century, to name a few. Amongst all of them, perhaps the most significant, both in terms of geographic contiguity and for a certain formal affinity, could be the interior and exterior cornices of the rotunda of the Holy Sepulchre in the complex of St. Stephen's in Bologna, which, despite the current structure's having been dated between the 11th and 12th century, does show, in the area of the interwoven string course cornices, that work was done on the façade in the late 12th century.[73] Notable examples of the application of this type of cornice on bell towers are those of St. Nazarius in Montechiaro d'Asti (mid 12th century) and especially of the Vercelli Cathedral (begun during the first half of the 12th century).[74]

The execution of the arched cornices on the first floor of the Ghirlandina (Fig. 4) display remarkable craftsmanship, carried out through a careful calibration of the blocks, all of which had been previously worked and finished on the ground. In the transposition of the linguistic element of the architectural brickwork into the "sculptural" component of the architectural stonework, even the polychromal requisite, often observable in other instances achieved either by an alternating pattern of bricks and carved stones or by laying the brick arches against a background of white plaster, was in this case abandoned. The preparation of every, single hewn block, prevalently Granitello, but also with some Vicenza Stone,[75] reveals that immense care was taken to properly size and prepare them for mounting, their spacing carefully calibrated so that on all three cornice-bearing sides, each presents an equal number of arches.

[70] Labate 2009, pgs. 72-73; Lancellotta 2009, pg. 180.
[71] Labate 2009, pgs. 72-73; see also the essay by Adriano Peroni in this volume.
[72] This comparison between the arched cornice found at Santa Maria la Rossa has already been suggested by Salvini, 1966, pgs. 152-153.
[73] Serchia 1987, pgs. 48-51.
[74] For Montechiaro d'Asti: Delmastro 1984, pgs. 17-37; for Vercelli: Conti 1988.
[75] Lugli *et al.*, 2009, fig. 2, pg. 96; fig. 10 pg. 103.

Va inoltre evidenziata la nettezza e la precisione dell'intaglio degli archetti, non ulteriormente modanati come avverrà negli ordini superiori, ma resi eleganti proprio dalla nitidezza dei profili. Questa cornice, nel confronto con quelle del Duomo, introduce un elemento di novità costituito dalla sottolineatura della linea di imposta degli archetti per mezzo una risega aggettante rispetto al piano della muratura sottostante, in modo che il piano di fondo degli archetti e il resto del paramento lapideo risultano tra loro sfalsati e raccordati da un profilo a smusso stondato. Questo elemento può forse essere inteso quale connotato formale utile a sottolineare il fregio – alla stregua, in un certo senso, di quanto si faceva nei fregi laterizi tramite la stesura di fasce intonaco sul fondo degli archetti – e a rendere più "plastica" l'articolazione della fascia decorativa marcapiano; ma è probabile che si tratti al tempo stesso di un accorgimento tecnico-costruttivo, utile per compensare le eventuali sperequazioni nei profili dei piani di posa, soprattutto in previsione, è da credere, delle difficoltà di messa in opera alle quote più alte. In effetti questo accorgimento si ritroverà, variamente declinato, anche nelle cornici dei ripiani superiori; esso segnala dunque l'esistenza di indirizzi progettuali e di cantiere ben definiti già nelle prime fasi. A riprova della cura con cui i pezzi furono predisposti va infine osservato come il piano di fondo delle zone di intersezione degli archetti presenti una minore profondità rispetto alle parti raccordate alla muratura sottostante e un andamento "a scivolo" dall'alto verso il basso.[76] Sopra la cornice, dopo un profilo lineare che incornicia gli archetti, sta infine una cornice modanata, come accadrà poi anche per i fregi degli ordini superiori. In questa palese difformità dall'alquanto disordinato modo di apparecchiare i paramenti murari in questa zona non andrà visto il segnale di una cesura, o addirittura, come è stato ipotizzato, di un rifacimento,[77] quanto piuttosto l'opera di maestranze specializzate, di lapicidi/scultori che si affiancano ai semplici *magistri a muro*, e forse finiranno per prenderne il posto nelle fasi successive.

D'altra parte il fregio ad archetti costituisce, qui come nei piani superiori, l'elemento generatore della *Bauplastik* della Ghirlandina; e tale resterà anche quando saranno introdotte, al quarto e quinto ripiano, le finestre bifore e trifore, dotate di un proprio significativo apparato di capitelli.

Elementi di spicco nel sistema delle cornici sono innanzitutto le mensole, o peducci, che raccolgono la ricaduta degli archetti, e che sono qui presenti in numero fisso di quattro per ogni specchiatura nel secondo, terzo e quarto ripiano (e in linea continua nel quinto),

The precision and sharpness of the carvings is also remarkable, not excessively molded as in the upper tiers, but all the more elegant for their clarity of profile. This cornice, compared to that of the Cathedral, introduces an element of novelty which consists in underlining the base of the arches by means of an overhanging offset with respect to the wall below, so that the background of the arches and the rest of the stone veneer are staggered and connected by a round-nosed profile. This element could possibly have been intended to serve as a formal connotation by which to accentuate the brickwork frieze – in the same way, in a certain sense, as was done through the use of stripes of plaster under the arches of the brickwork friezes – and to make the decorative string course articulation more "plastic"; but it is probable that at the same time it was a technical-constructive device designed to compensate for any irregularities in the profiles of the support surface, especially in foresight, we believe, of some of the difficulties inherent in working higher up. In effect, this device can be found, with some variation, again in the upper cornices, and indicates that distinct construction plans and techniques were well defined from the beginning.

In spite of the care with which the stones were laid, it must also be noted how the laying surfaces of the areas where the arches intersect are more shallow than the jointed parts of the wall below them and slope downward.[76]

Above the cornice, following a linear profile from which the arches begin, there is a molded cornice, similar to the one found above the friezes on the higher levels. In the obvious deformity of this quite disorderly method of laying out the outer wall surface in this area, there is no sign of the work having been interrupted or even, as has been suggested, rebuilt,[77] inasmuch as the work of the specialized master stone-cutters/sculptors was flanked by that of the simple *magistri a muro*, who perhaps took the place of the masters in later stages.

On the other hand the arched frieze here, as on the upper floors, constitutes the generating element of the Ghirlandina's *Bauplastik*; and remains so even when bifora and trifora mullioned windows, complete with their own elaborate capitals, are introduced on the fourth and fifth floors.

Some outstanding elements in the system of cornices are first of all the corbels (or *peducci*), supporting the arches' imposts,

mentre nel primo la serrata distribuzione delle ghiere intrecciate moltiplica la presenza di questi elementi (le cui misure medie sono cm 20x10x14), che prevedono diciotto mensole (sei per ogni specchiatura) collocate sotto l'imposta degli archetti, per ognuno dei tre lati (est, nord, ovest) su cui la cornice è collocata.
Della serie dunque di cinquantaquattro mensole previste in origine, in gran parte in pietra di Vicenza, ne rimangono oggi solo ventisei, le rimanenti essendo state sostituite in varie riprese, come poi si ritroverà nelle cornici dei ripiani superiori, da peducci in pietra di Verona semplicemente modanati a gola diritta e listello o a ovolo.[78]
Permangono tuttavia testimonianze sufficienti, nonostante la assai scarsa leggibilità di alcuni pezzi, a caratterizzare questa prima decorazione scultorea, che si presenta da subito allestita con una molteplicità di fonti e con esiti qualitativi alquanto diversi, da ricondurre con ogni probabilità a un gruppo di lapicidi e scultori variamente dotato. Né è da escludere che in qualche caso vi possano essere state sostituzioni antiche di qualche pezzo deteriorato. Appare subito chiaro tuttavia come per il tipo di mensola sempre conformata a protome umana o animale il riferimento più diretto vada ricercato in primo luogo nelle compagini murarie esterne del Duomo, dove l'adozione di questo elemento si mostra programmaticamente determinato già nella fase del progetto lanfranchiano, che aveva definito luoghi e modalità di applicazione del complemento scultoreo, rappresentato dai grandi capitelli delle lesene su cui poggiano le arcature della partitura architettonica dell'esterno.[79] Si può anche ammettere il diverso valore compositivo delle mensole scolpite nel Duomo e nella Ghirlandina,[80] ma non vi può essere dubbio, a maggior ragione, che la scelta di una simile soluzione per la torre sia una conseguenza, o un riflesso se si preferisce, degli indirizzi progettuali predisposti per la cattedrale lanfranchiana, indirizzi perpetuatisi anche nelle fasi tarde della costruzione.[81]

[78] Tali elementi erano già stati notati da Montorsi 1976, p. 45; l'autore (pp. 56-59) – che sostiene la contemporaneità di tutte le cornici dei primi quattro ripiani e le considera coeve, come tutta la struttura corrispondente, alla fase lanfranchiana del Duomo – riconduce il tema degli archetti intrecciati alla plastica altomedievale, accostandoli agli esempi presenti in un frammento di archetto di ciborio del IX secolo ora nel Museo Lapidario del Duomo, nelle ghiere in stucco del ciborio del Sant'Ambrogio di Milano e ancora, sempre nel Sant'Ambrogio, su una ghiera d'arco del loggiato della facciata. (A questi esempi potrebbe aggiungersi ad esempio una lunetta altomedievale nel Museo di San Colombano a Bobbio). Tali confronti non risultano però calzanti nel caso della Ghirlandina; le argomentazioni di Montorsi, che pure richiamano l'esempio del Santo Stefano di Bologna e il campanile di San Giovanni Battista di Subiaco, avevano lo scopo di dimostrare, contro le ipotesi di Roberto Salvini, che il motivo era antico e che non occorreva farlo risalire all'intervento campionese alla Ghirlandina.
[77] Pezzini 1984, p. 845, ritiene invece che proprio in ragione delle differenze rispetto al paramento sottostante questa cornice sia stata rifatta nella tarda fase campionese.
[78] Serchia 1984, pp. 182-184; v. inoltre il saggio di Rossella Cadignani in questo volume. Per la cornice del primo ripiano, come pure per le altre ai livelli superiori, alcune fotografie scattate durante gli interventi di restauro degli anni Settanta del XX secolo permettono di riconoscere pezzi originari, pur danneggiati, ancora in sito, poi sostituiti da mensole a profilo semplice e almeno in un caso (quarto ripiano) da un rifacimento. Alcune immagini possono essere consultate nel volume di Orlandini e Ceccarelli 1975. Cfr. Pedrazzi 2007-2008, pp. 91-117.
[79] Lomartire 2008, pp. 238-240.
[80] Orlandini e Ceccarelli 1975, pp. 38-39.
[81] Armandi 1989.

four per panel on the second, third and fourth floor (and in a continuous line on the fifth), while on the first the close distribution of overlapping arches multiplies the presence of these elements (average size 20x10x14 cm), calling for eighteen corbels (six per panel) under the imposts for each of the three sides (east, north, west) where the cornice is located. Out of the original series of fifty-four corbels, mostly made of Vicenza Stone, only twenty-six remain, the rest have been gradually replaced, as we see again on the higher cornices as well, by *peducci* made of simple cyma or ovola Verona stone moldings.[78]
Enough evidence remains, however, even though some pieces are hardly legible, to allow us to categorize these first decorative sculptural elements – from the outset evidently from a variety of sources, hence presenting a significant variance in quality – as having been supplied by different groups of stonecutters and sculptors of various levels of talent.
It is also possible that in some cases deteriorated pieces had been replaced long ago.
In any case it is clear that the animal- or human-shaped corbels first of all make reference directly to the external wall structure of the Cathedral as a whole, where the adoption of this element was already determined in the original project by Lanfranco, who had defined where and how to apply the sculptures as pilaster capitals to serve as imposts for the arches of the exterior design.[79]
Although one might admit that there is a discrepancy in quality between the sculpted corbels of the Cathedral compared to those of the Ghirlandina,[80] there is no doubt, nonetheless, that opting for such a solution was a consequence, or at least a reflection, of the projectural indications laid out for the Cathedral, indications which were followed even in the later phases of construction.[81]

[76] These elements were already noted by Montorsi 1976, pg. 45; the author (pgs. 56-59) – maintaining that all the cornices of the first four floors and the structure surrounding were produced at the same time, corresponding with the Lanfranco phase of the Cathedral – tracing the theme of crossed arches to the late Medieval style, as, for example in a fragment of a 9th century refectory arch now kept in the Lapidarium of the Cathedral, in the plaster archivolt of the ciborium of S. Ambrogio in Milan and again in S. Ambrogio, on the archivolt of the loggia arch on the main façade. (To these examples we could add, for example, the pediment in Bobbio). These comparisons do not seem so important in the case of the Ghirlandina; Montorsi's arguments, which recall the examples of Santo Stefano in Bologna and the bell tower of San Giovanni Battista in Subiaco, were meant to demonstrate, as opposed to the theory of Roberto Salvini, that the motif was very old and did not need to be traced back to the Campionese interventions to the Ghirlandina .
[77] Pezzini 1984, pg. 845, believes that based on these differences, the wall below this cornice was remade towards the end of the Campionese period.
[78] Serchia 1984, pgs. 182-184; essay by Rossella Cadignani in this volume. This is why, as for the other cornices, some photographs taken during the restorations of the 1970s allow us to recognize some original pieces, even if damaged, still on site at the time and later substituted with simply molded corbels and at least in one case (on the fourth floor) completey remade. Some of the images can be consulted in the volume by Orlandini and Ceccarelli 1975. Cfr. Pedrazzi 2007-2008, pgs. 91-117.
[79] Lomartire 2008, pgs. 238-240.
[80] Orlandini and Ceccarelli 1975, pgs. 38-39.
[81] Armandi 1989.

Anche nella torre le scelte decorative, oltre che strutturali, determinate all'avvio dei lavori avranno peraltro una loro continuità e un'evoluzione nelle fasi ulteriori. Così come la serie delle mensole delle cornici ad archetti del Duomo, depurata dai pezzi sostituiti – a volte dei falsi in piena regola[82] – costituisce anche un elemento prezioso anche per la comprensione della vicenda edilizia della cattedrale, dal momento che rispecchia fedelmente i vari linguaggi scultorei che si sono avvicendati,[83] anche per la Ghirlandina le mensole permettono di leggere, in modo anche più diretto per via del naturale procedere della fabbrica dal basso verso l'alto, il susseguirsi delle campagne edilizie e l'avvicendamento delle maestranze. Certamente dunque l'esempio delle mensole scolpite del Duomo deve aver rappresentato un elemento di forte attrattiva non solo per il tipo di corredo scultoreo, ma anche, in una certa misura, per i soggetti raffigurati. Ciò vale in particolar modo per le mensole della prima cornice: se si eccettuano alcuni elementi tanto deteriorati da essere oggi pressoché illeggibili, per i quali è sempre utile il ricorso alla documentazione fotografica pregressa,[84] si ritrovano analogie tipologiche in taluni soggetti, come una protome barbata sul lato ovest (fig. 5 M. O C1 07),[85] o le numerose protomi animali (in qualche caso dell'animale sono raffigurati anche il busto e le zampe anteriori), in particolare il repertorio di grifi, draghi, felini, ovini, (figg. 6 M. E C1 13, 7 M. E C1 04, 8 M. E C1 02) che ricorda simili esiti nelle mensole del Duomo.[86] Come nella protome barbata appena menzionata, negli esempi più affini a quelle, spesso mensole assai deteriorate, si nota la definizione di certe parti attraverso un uso insistito del trapano, che negli altri casi invece è meno pronunciato o assente. Tra le teste conservate (fig. 9 M. E. C1 05) occorre però notare che alcune presentano caratteri di corsività e semplificazione inusitati nel Duomo. Si possono anche rilevare alcune eccezioni al repertorio comune tra Duomo e torre; il più significativo, sul lato nord (fig. 10 M. N C1 18) è la piccola figura intera di telamone posta frontalmente, con gambe piegate all'indietro, che mentre si scosta dai modelli delle mensole del Duomo ripercorre però un tema di larga diffusione in quello stesso edificio:[87] né questo è l'unico esempio, come vedremo. Si potranno poi forse ritrovare nella protome di drago dalle lunghe orecchie ripiegate all'indietro (fig. 11 M. N C1 06) echi lontani del repertorio nicoliano, peraltro richiamato in linea diretta, nella stessa Modena, dal capitello con protomi di drago sulla colonna davanti all'abbazia di San Pietro.[88] Lo spazio a disposizione ci esime qui dal commento puntuale di ogni pezzo, o di ogni gruppo, ma anche solo una rapida rassegna delle mensole scolpite (v. infra *Atlante delle sculture*) permette di constatare affinità e scostamenti dai modelli.

Even for the tower, the decorative choices, as well as the structural ones, determined at the beginning of the work, maintain a continuity and then evolution in the later phases. Thus, just as the corbels of the arched cornices of the Cathedral, except for the replacement pieces – sometimes complete forgeries[82] – constitute a valuable element by which to understand the Cathedral's construction history, since it faithfully reflects the sculptorial languages of the various periods in which they were executed,[83] those of the Ghirlandina also allow us to read, more or less directly since the construction proceeded from bottom to top, the succession of construction campaigns and identification of the masters whose hands created them. Certainly, therefore, the example of the sculpted corbels must have represented an attractive element, not only in terms of decorative trim, but also, to some extent, because of the figures themselves. This is particularly true for the corbels of the first cornice: with the exception of those elements which have been rendered practically illegible by alteration, for which it is useful to rely on earlier photographic documentation,[84] some analogous types of figures can be found, like the bearded protome on the western façade (Fig. 5),[85] or the array of animal protomes (in some instances displaying the entire bust and forepaws of the animal), in particular the repertoire of griffins, dragons, felines, and rams (Figs. 6, 7, 8) which recalls similar figures carved on the corbels of the Cathedral.[86] As with the aforementioned bearded protome, in the examples most resembling those, often quite deteriorated corbels, we can recognize certain parts of them by an insistent use of the drill, which in other cases is less pronounced or even absent. Among the conserved heads (Fig. 9) we must note that some of them present curvilinear characteristics and semplifications which are unusual in the Cathedral. There are also some notable exceptions regarding the shared repertoire of the Cathedral and the tower: the most significant of which, on the northern façade, is a small, full-length Atlas, facing forward with his legs folded behind him (Fig. 10). While such a figure is distinctly different from the corbel models of the Cathedral, it is representative of a recurring theme quite commonly found there.[87] Nor is it the only such example, as we shall see. The figure of the long-eared dragon, his ears pinned back (Fig. 11) in some ways echoes the Nicolian repertoire, recalled directly, still in Modena, by the dragon-figured capitals atop the columns in front of Saint Peter's Abbey.[88] The limited space in this publication exempts us from commenting on each individual piece or group of pieces, but only permits us a rapid overview of the sculpted corbels (see *infra Atlas of the sculpures*) to aid in recognizing the affinities and divarications between the models.

Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

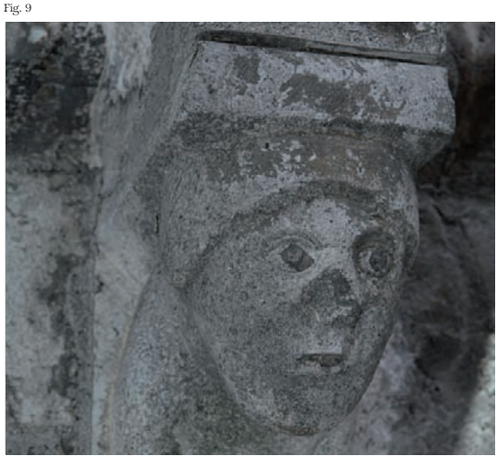


Fig. 10

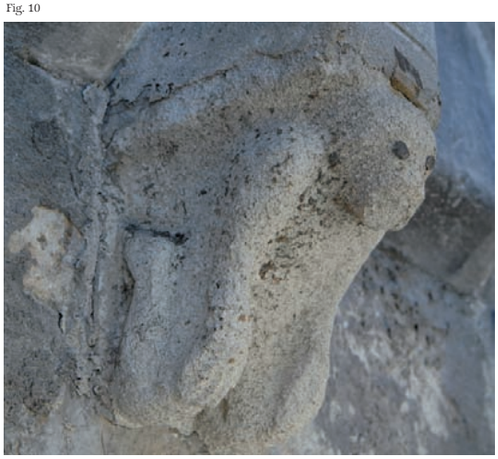


Fig. 11



[82] Sulla delicata questione dei rifacimenti delle mensole del Duomo cfr. Armandi 1999, pp. 107-120.
[83] Armandi 1989; Peroni 1989; Lomartire 2008.
[84] Orlandini e Ceccarelli 1975 (*v. supra*, nota 78).
[85] In particolare questa mensola, la settima da sinistra sul lato ovest, è stata avvicinata da Graziana Pezzini addirittura ai tipi facciali dei rilievi del Genesi e ricondotta a uno degli scultori dell'atelier wiligelmico; Pezzini 1984, p. 845.
[86] Montorsi 1999, pp. 266-267; Pezzini 1984, p. 845.
[87] Rinvio qui, per molti aspetti, a Campana 1984, pp. 371-373.
[88] Lomartire 2008.

[82] On the delicate question of the remaking of the corbels of the Cathedral: Armandi 1999, pgs. 107-120.
[83] Armandi 1989, Peroni 1989; Lomartire 2008.
[84] Orlandini and Ceccarelli 1975 (see above, note 78).
[85] In particular this corbel, the seventh from the left on the western side, was even compared by Pezzini to the type of façade friezes depicting Genesis tracable to one of the sculptors of the school of Wiligelmo; Pezzini, 1984, pg. 845.
[86] Montorsi 1976 and 1999, pgs. 266-267; Pezzini 1984, pg. 845.
[87] Refer here, for many aspects, to Campana 1984, pgs. 371-373.
[88] Lomartire, *Nicolò*, 2008.

Ribadito che un giudizio ponderato dell'insieme è reso oltremodo arduo dall'entità delle mancanze e dei risarcimenti, è legittimo però chiedersi che senso dare a simili sperequazioni tipologiche e formali tra i vari pezzi, pur nell'assortimento casuale pervenuto fino a oggi. A un confronto con quanto accade nelle cornici dei ripiani superiori, resta esclusa l'ipotesi, che pure è stata avanzata, di una sostituzione sistematica, a opera di scultori "Campionesi", delle sculture e anzi dell'intera cornice, con l'eccezione di qualche pezzo, come la protome barbata sopra citata.[89]

Se nel Duomo le diversificazioni potevano essere ricondotte nell'alveo delle diverse fasi o degli scultori attivi nelle varie zone della struttura in tempi diversi, il complesso delle mensole scolpite della prima cornice della torre mostra, pur tenuto conto di possibili sostituzioni occasionali, la presenza di un atelier composito, esprimente diversi gradi di perizia e diversi livelli qualitativi, magari sotto la guida di uno scultore più avvezzo ai modelli della cattedrale, ma in un tempo che pare non coincidere sostanzialmente con gli analoghi interventi in quell'edificio, o comunque in un momento in cui in cui quel cantiere non poteva più esprimere maestranze di scultori e lapicidi all'altezza di quelle che avevano realizzato l'arredo della fase lanfranchiano-wiligelmica. La situazione che, pur con le dovute cautele, è delineata dalle figurazioni sulle mensole trova un riscontro diretto nei grandi rilievi collocati in corrispondenza dei risvolti angolari in linea con il profilo superiore della cornice ad archetti e subito al di sotto della cornice modanata. I rilievi sono scolpiti sui grossi blocchi, accuratamente squadrati, di pietra di Aurisina e sono intenzionalmente disposti per una visione angolare. Va rilevato però che l'unico pezzo scolpito sui due lati è quello dello spigolo nord-est, che presenta sulla faccia a nord una sirena bicaudata e su quella a est un cane con coda di pesce (figg. 12 S. N1 01 e 13 S. E1 08), quest'ultimo da individuare forse come uno dei "cani cerulei" vicino all'antro di Scilla citati da Virgilio[90] e descritti nel Medioevo dal *Liber monstrorum*.[91] I risvolti angolari verso sud-est e sud-ovest appaiono oggi privi dei rilievi verso meridione, in ragione del citato addossamento delle due pareti di collegamento poste a rinfianco della torre e della cattedrale al fini di contenere le spinte provocate dal progressivo inclinarsi in direzione reciproca dei due edifici.[92] L'addossamento in questa zona potrebbe avere dunque obliterato i rilievi a sud, ricoprendoli o anche scalpellandoli (come è

Given that a ponderous judgement of the work as a whole is particularly arduous due to the extent of both damage and repairs to it, it is legitimate to wonder what the sense was in employing such a diversity of types and forms of pieces, even taking into account the extent to which the assortment was casually assembled over time. As far as the upper level cornices are concerned, we may exclude the hypothesis that had been presented suggesting that some, if not all of the sculptures, with the exception of a few pieces, like the above-mentioned bearded protome, had been replaced by the "Campionesi Masters".[89]

If the modifications to the Cathedral can be traced to the various building phases or the assorted sculptors active on diverse parts of the structure at a variety of times, the complex of carved corbels on the first cornice of the tower demonstrates that, even if there had been occasional substitutions, the work was carried out by a workshop comprised of an association of quite a heterogeneous group of sculptors, purposely diversified in terms of skill and expertise, under the guidance perhaps of a master more adept at producing models for the cathedral, but at a time which does not seem to coincide with the analogous interventions carried out on that building, or in any case at a time in which the workers of that site were not able to match the level of mastery of the masons and sculptors who had created the decorations during the phases directed by Lanfranco and Wiligelmo. The situation which, even with all due caution, is underscored by the corbel figures is directly reflected in the large friezes located in correspondence with corners in line with the upper profile of the arched cornice, directly beneath the molded one. The friezes were carved into great blocks of carefully squared Aurisina stone and have been intentionally placed to be seen at an angle.

It must be said, however, that the only piece carved on two sides is the one on the north-west corner, with a two-tailed mermaid on the north side and fish-tailed dog on the east (Figg. 12, 13). This latter figure may represent one of the *"cani cerulei"*, or "blue dogs" which can be found near the Cave of Scilla cited by Virgil[90] and described in the Middle Ages in the *Liber monstrorum*.[91]

The south-eastern and south-western corners have no friezes on the south face, due to the two afore-mentioned walls connecting the tower to the cathedral in order to correct the thrust produced by the gradual inclination of the two buildings towards one another.[92] The contact between the buildings in this area might have therefore



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

accaduto per il rilievo dell'angolo sud-est); in alternativa, e questa appare al momento la soluzione più probabile, i rilievi potrebbero non essere mai stati realizzati, come d'altra parte era accaduto per la cornice ad archetti, la cui assenza in questa zona era calcolata.[93] La delicata situazione statica della torre in queste parti ha sconsigliato, anche nell'occasione presente, un sondaggio sui punti di giunzione delle pareti addossate, per cui resta l'incertezza sull'originario assetto di queste porzioni, anche se si riesce almeno a cogliere il risvolto della modanatura soprastante, che forse si limitava a incorniciare i rilievi, senza proseguire sulla parete. Certo non può essere accolta la proposta di William Montorsi[94] di individuare i rilievi originariamente collocati su questo lato nella lastra realizzata alquanto grossolanamente con una testa di Medusa, ancora murata sul fianco sud nel terzo ripiano, a sinistra della finestra (fig. 14 S. S 3 25), e inoltre nel piccolo rilievo in calcare veronese con protome taurina montato, quale frutto di un tardivo intervento nella fase campionese, sulla parete settentrionale del Duomo a sinistra della Porta della Pescheria, di fronte alla parete della torre (fig. 15).

[89] Pezzini 1984, p. 845.
[90] Verg., *Aen.* III 432.
[91] Porsia 1976, p. 243.
[92] Alfieri *et al.* 2009, pp. 160-163.
[93] Si vedano a proposito le osservazioni di Adriano Peroni in questo volume e inoltre, *supra*, il testo corrispondente alla nota 66.
[94] Montorsi 1999, p. 270; v. inoltre *supra* il testo corrispondente alla nota 59.

obliterated the south-facing friezes, covering them or they may even have been chiselled off (as was the case for the south-eastern corner frieze); alternately, and at the moment this appears to be the most likely hypothesis, no friezes were ever made here, just as the absence of arched cornices here was a calculated choice.[93] The delicate balance of this part of the tower makes a survey of the connecting-wall joints inadvisable, even today, leaving the original layout of these portions in question, although we can at least make out the position of the upper molding, which was perhaps limited to framing the friezes, as it certainly did not continue along the wall. William Montorsi's[94] suggestion identifying the somewhat crudely rendered head of Medusa carved onto a slab currently embedded in the wall on the south side of the third floor, to the left of the window (Fig. 14), and the small frieze in Verona limestone bearing the likeness of a bull, mounted on the northern wall of the Cathedral to the left of the Fish-Market Door (Porta della Pescheria) facing the tower (Fig. 15) as friezes originally located on this side can be thoroughly disregarded.

[89] Pezzini 1984, pg. 845.
[90] Verg., *Aen.* III 432.
[91] *Liber monstrorum* 1976, pg. 243.
[92] Alfieri *et al.* 2009, pgs. 160-163.
[93] See the related observations by Adriano Peroni in this volume and her above, in the text corresponding to note 66.
[94] Montorsi 1999, pg. 270; see also corresponding text to note 59.

Fig. 15





Fig. 16



Fig. 17

A parte le questioni, non secondarie, di contestualità di quei pezzi con il paramento murario in cui si collocano (soprattutto per la protome taurina) e inoltre di palese estraneità dei pezzi ai connotati stilistici delle sculture in queste zone, resta il fatto che i rilievi originari non si trovavano su lastre che potevano nel caso essere rimosse, ma facevano parte dei rispettivi blocchi lapidei d'angolo, i quali sono ancora in sito.
Sulla faccia orientale del blocco angolare sud-est è raffigurato un centauro rivolto verso sinistra con un arco in atto di scagliare una freccia (fig. 16 S. E1 07); il rilievo è mutilo della sua parte sinistra, ma si legge ancora una porzione del tirante dell'arco; la parte mancante risulta rimossa in epoca imprecisata per mezzo del taglio e dell'asportazione di parte del blocco lapideo e la lacuna fu chiusa con un elemento in arenaria, come risulta da vecchie fotografie; non è improbabile che anche qui si sia in presenza di operazioni da riferire all'addossamento delle pareti di rinfianco o alle trasformazioni subite dalle pareti stesse nel corso dei secoli. Tali trasformazioni, come si è visto, eliminarono forse la figura eventualmente scolpita sul lato sud del blocco lapideo, che nel caso potremmo tentare di riconoscere nella figura di un animale, ad esempio un cervo, che fuggiva dal centauro e che forse era stato colpito dalla freccia, come appare in altri casi di simili composizioni di caccia (ad esempio Gravedona, Santa Mara del Tiglio; Vercelli, San Bernardo). Sull'angolo sud-ovest opposto, il rilievo corrispondente sul lato occidentale rappresenta Sansone che smascella il leone (fig. 17 S. 01 17), secondo l'iconografia consueta che lo rappresenta a cavallo dell'animale mentre con le mani ne apre le fauci; l'eroe biblico, che porta la canonica lunga capigliatura, baffi e una corta barba sotto il mento ha lo sguardo fisso rivolto verso l'alto. Il gruppo scultoreo è girato anche qui verso sinistra; non restano elementi che permettano congetture circa la figura eventualmente presente in origine su lato sud.
Le figure fino a ora descritte presentano identici caratteri formali: volumi espansi, superfici levigate condotte per larghi piani, capigliature definite da tracciati lineari regolari – che però nella figura del centauro appaiono non portati a finitura, ma solo accennati dai segni della gradina (fig. 18) – e tratti somatici semplificati e uniformi, con grandi occhi definiti da una linea di contorno rilevata e pupille descritte da inserti metallici.

Apart from the non-negligible question regarding the context of these pieces in relation to the walls in which they were situated (especially with regards to the bull-shaped figure), not to mention the obvious extraneousness of these pieces to the local connotations of sculpture style, the fact remains that the original friezes were not found on slabs which could have been removed, but were integral parts of the quoins which are still in place.
On the eastern face of the south-eastern quoin is the figure of a centaur facing left, about to spring an arrow from his bow (Fig. 16). The carving is damaged on the left but the bow-string can still be made out. The missing part appears to have been removed at an undetermined date by cutting off and taking away part of the block and filling the gap with a piece of sandstone, as we can see in some old photographs. It is therefore not unlikely that here, too, the operation dealt with the presence of adjoining or buttressing walls or the transformations which the walls underwent over the course of the centuries. Such transformations, as we have seen, might have eliminated figures carved into the south face of the blocks, in which case we may attempt to recognize an animal figure, a deer perhaps, escaping the centaur who had wounded it with an arrow, as we can find in similar hunting scenes (for example in Gravedona, Santa Mara of the Tiglio; Vercelli, San Bernardo). On the opposite, southwesterly corner, the corresponding carving on the western face depicts Samson breaking the jaws of a lion (Fig. 17), in his typical iconographic image: Biblical hero with the typical head of long hair, mustache and short beard, his gaze turned heavenward, riding the creature while stretching its mouth open with his bare hands. The sculpted figures are here again leftward facing; there is no trace by which to conjecture what kind of figures may have been originally carved on the southern face.
The figures described so far all present identical characteristics in form: volumnous figures with wide, smooth surfaces, and clearly defined, straight, linear hair – which in the case of the centaur does not seem to have been completed, but is merely suggested by a few chisel-strokes (Fig. 18) – and features which are elementary and uniform, with big eyes outlined in relief and metal inserts for pupils.



Fig. 18



Fig. 19

Ciò permette di ricondurre questi rilievi all'opera di un unico scultore qualitativamente dotato, che a difficoltà si riconoscerebbe nelle mensole corrispondenti, e che tuttavia va considerato come appartenente al gruppo di scultori che hanno eseguito questa cornice. Non è dato ritrovare la cifra stilistica di questo artista nella scultura del Duomo: né nel variegato repertorio dei capitelli della cripta né in altre parti della struttura. Un ipotetico confronto delle figure umane con certe sculture della zona absidale, ad esempio con il capitello con figure di combattenti sulla prima arcatura dell'abside nord, o della testa del "cane ceruleo" con il capitello dei draghi nell'abside maggiore,[95] non mostra che assai generiche affinità nella definizione dei volumi, talché anche l'opera di questo scultore resta senza precisi riferimenti al cantiere lanfranchiano-wiligelmico e si riallaccia piuttosto alla scultura di ambito lombardo della prima metà del XII secolo. Appare in ogni modo chiaro che non può essere accolta la proposta avanzata da Montorsi di considerare queste sculture come altomedievali di reimpiego.[96] Caso a parte è costituito dalla scultura collocata in corrispondenza dello spigolo nord-ovest. Qui il blocco lapideo sottostante la cornice modana è privo di rilievi, mentre appena al di sopra di tale cornice sporge, verso nord, una figura animale allungata. Si tratta di un felino (leonessa o pantera) dalle fauci aperte che lasciano vedere i denti aguzzi e la lingua; sul labbro superiore le vibrisse sono definite per mezzo di incisioni lineari oblique, presenti forse in origine, come sembra di scorgere nonostante il dilavamento della superficie, anche sulle sopracciglia, mentre le orecchie appuntite si saldano al profilo superiore rettilineo, che ha fatto pensare che potesse trattarsi di una mensola per la collocazione di un'altra scultura.[97] Il pezzo, in marmo proconnesio, è ricavato da un pilastrino età romana: nella parte superiore rimangono le modanature originarie, in parte rimaste sui fianchi a fungere da profilo (fig. 19 S. N1 02). La sua notevole lunghezza totale ne permise la posa in opera a occupare l'intera profondità della lesena angolare sul lato ovest; se ne deduce che il pezzo dovette essere collocato in fase con l'allestimento delle murature.

This leads us to consider these pieces as the works of a single, highly-skilled sculptor (more difficult to recognize in the corresponding corbels) who in any case should be considered a member of the group of sculptors who executed the work on this cornice.
No stylistic signature of his work has been found in the sculptures of the Cathedral, neither in the variegated assortment of figures on the capitals in the crypt, nor anywhere else on the structure. A hypothetical comparison between these human figures with some of the sculptures found in the apse, for example the capital found on the first arch on the north side of the apse depicting figures in combat, or the head of the "blue dog" compared to the dragon capital in the main apse,[95] would only indicate a general affinity in terms of the definition of spaces, so that there are no precise references indicating that the work of even this particular sculptor was under the direction of the Lanfranco-Wiligelmo workshop, but rather seems to belong to the Lombard school of the early 12th century. In any case it seems clear that Montorsi's hypothesis that these sculptures were re-utilized late medieval pieces can be discounted.[96]
The sculpture located on the northwestern corner is quite another story. Here the stone block under the molded cornice is uncarved, while just above the same cornice, facing north, an elongated animal form stretches forward. The figure represents some sort of feline (lioness or panther), her jaws wide, displaying tongue and sharp teeth, the whiskers and lashes defined by carved, oblique lines, some traces of which seem to be discernable, despite weathering, while the pointed ears lie flat against the linear top, suggesting that it had been intended as a frieze-bearing corbel.[97]
The piece, made of proconnesian marble, was taken from a Roman-era element, maintaining its original molding on top, part of which remains as a lateral profile (Fig. 19). Its remarkable length allowed it to occupy a position stretching along the entire depth of the pilaster in the western corner, inferring that the piece was set into place while the wall was being built.

[95] Rispettivamente: *Il Duomo di Modena* 1999, *Atlante*, nn. 453-455, pp. 260-261 e nn. 512-514, pp. 286-287.
[96] Montorsi 1999, p. 270.
[97] Pedrazzi 2007-2008, p. 34.

[95] Respectively: *Il Duomo di Modena* 1999, *Atlante*, nos. 453-455, pgs. 260-261 and nos. 512-514, pgs. 286-287.
[96] Montorsi 1999, pg. 270.
[97] Pedrazzi 2007-2008, pg. 34.

Questa figura non presenta che generiche affinità con le altre sculture in questa zona (anche con il "cane ceruleo" sullo spigolo nord-est) e si lascia invece confrontare con certi felini rappresentati nelle sculture di ambito wiligelmico, come in numerose mensole delle cornici ad archetti e in particolare in due capitelli all'esterno del fianco nord della cattedrale: uno con mostri marini cavalcati da personaggi con testa di rapace e l'altro con telamoni inginocchiati ai fianchi di una belva digrignante.[98] Va anche detto però che il pezzo non ha confronti con le sculture del Duomo per quanto riguarda la conformazione e la possibile funzione. In quest'ottica si sarebbe tentati di attribuire al pezzo la responsabilità di ricondurre la datazione di questa parte della torre ai tempi del cantiere lanfranchiano-wiligelmico della cattedrale. Considerato però il complesso delle sculture in questa zona risulta più opportuno pensare che qui si sia riutilizzato un elemento decorativo rimasto giacente in quel cantiere. È probabile che proprio la possibilità di reimpiegare una scultura di recupero, attraente per la sua speciale conformazione che la rendeva utile all'osservazione d'angolo, determinò la rinuncia alla realizzazione sul blocco lapideo sottostante di rilievi simmetrici a quelli degli altri spigoli.

L'esame del contesto di questa prima cornice fornisce alcuni spunti interpretativi per l'impostazione del cantiere nelle prime fasi costruttive della Ghirlandina. Si è visto intanto come, nel confronto con le modalità dell'apparecchiatura lapidea delle pareti sottostanti, la predisposizione accurata delle cornici ad archetti, integrata dal ricco apparato scultoreo, mostri l'attività non di muratori, ma di lapicidi/scultori qualitativamente dotati: segno di una organizzazione del cantiere con diverse competenze e specializzazioni. Inoltre, l'adozione delle mensole figurate, persino nella selezione tipologica dei soggetti, indica la volontà di uniformarsi ad alcuni dei caratteri salienti dell'arredo scultoreo del Duomo ed è forse il segnale di una comune idea compositiva iniziale. L'adozione delle mensole figurate e insieme la collocazione di rilievi in corrispondenza degli angoli si mostrano scelte progettuali ponderate che fissano un criterio normativo per la distribuzione dell'arredo scultoreo virtualmente per l'intera struttura della torre: cosa che avverrà, pur con le varianti determinate dalle vicende della fabbrica, almeno fino a tutto il terzo ripiano. Al di sopra di questa prima cornice si nota, come si è visto, un cambiamento nell'allestimento dell'apparecchiatura muraria rispetto alla zona sottostante; solo sul lato sud la differenza tra i due tipi di paramento si registra a una quota un poco più alta. Ciò, se si considera la contestuale assenza della cornice ad archetti, deve in qualche modo riflettere la

This figure shows no more than a generic affinity with other local sculptures (even with the "blue dog" on the north-eastern corner) but can be compared to certain feline figures created by the school of Wiligelmo, for example in the numerous corbels of the arched cornices and in particular in the two external capitals on the north side of the Cathedral, one of which depicts sea-monsters ridden by hawk-headed characters and the other crouching atlases beside a snarling beast.[98] It must also be remarked that the piece has no parallel with other sculptures of the Cathedral as far as design and possible functions are concerned. In this light, we might be tempted to use the piece to date this part of the tower to the Lanfranco-Wiligelmo period of the Cathedral building. Considering the whole of the sculptures in this area, however, it seems more likely that here we are seeing the use of a piece leftover from their workshop. It is probable that the chance to reutilize a recovered piece of sculpture – attractive also because its shape made it useful as a quoin – determined the choice not to carve the block underneath to match those of the other corners.

Examining the context of this first cornice supplies us with some points to consider about the set-up of the building site during the first phases of the contruction of the Ghirlandina. We have seen how, compared to the way the cladding stones below were laid out, the accuracy in positioning the arched cornices, integrated with a rich array of sculptural elements, demonstrates that the work was not carried out by mere bricklayers, but by talented masons and sculptors: evidence that the work was well-organized to assign individual activities to masters of a given skill or particular specialization. In addition, the adoption of figuratively-carved corbels, and even the choice of subjects, indicates the desire to create a certain conformity with various salient sculptural elements of the Cathedral and perhaps also indicated an initial, common notion of design. The use of figuratively-carved corbels and friezes in correspondence to the corners reveals that the distribution plan for the sculptural elements virtually throughout the tower was the result of careful consideration: this proves to be the case, with a few variations determined by what was going on at the workshop at the time, at least up to the third floor. Above this first cornice, as we have seen, there is a change in the layout of the wall compared to below it, although on the south side this change is not evident until a bit higher up. This, if we consider the contextual absence of the arched cornices, must to

situazione particolare in questa zona, interessata da addossamenti (v. sopra). A tale cambiamento, che coinvolge come si è detto anche il sistema delle buche pontaie,[99] sembra peraltro corrispondere anche un uso estensivo della pietra di Aurisina, con sporadici blocchi in pietra di Vicenza e con immissione, soprattutto sul lato sud, anche di conci in trachite; l'estensione dei tardi risarcimenti del paramento con calcare ammonitico veronese non permette però ulteriori supposizioni al proposito.[100] Poco al di sotto della cornice del secondo livello si trovano, collocati sul lato meridionale in ognuna delle specchiature in posizione quasi simmetrica, i tre rilievi antichi, dei quali il centrale riporta la data del 1169. L'apposizione della scritta sul frammento è possibile che sia avvenuta qualche tempo dopo la collocazione del pezzo, a meno di non ritenere la data significativa anche per la costruzione dell'intero secondo ripiano. Anche solo sulla base di questi dati, oltre che delle osservazioni sul mutare delle apparecchiature murarie, si può pensare allora che a questa altezza vada individuata una stasi piuttosto lunga dei lavori di costruzione.[101] A corroborare una simile ipotesi vengono ora le recenti analisi strumentali sui dissesti della torre e sui correttivi applicati di volta in volta in fase di costruzione per ridurne la pendenza; tali analisi hanno evidenziato che tra le varie progressive correzioni, soprattutto sull'asse nord-sud, le più cospicue si localizzano proprio tra il secondo e il terzo ripiano, e poi, più in alto, tra il quinto e il sesto.[102] Ciò farebbe pensare dunque a una stasi piuttosto prolungata dei lavori in queste due zone. È inoltre probabile che proprio a lavori alla torre possa riferirsi la notizia, più sopra ricordata, circa la concessione nel 1167 da parte del Comune al massaro del Duomo e ai suoi successori del "diritto e potere di scavare pietre per strade e piazze della città, purché ciò non rechi incomodo agli abitanti";[103] questa era anche l'opinione del Porter, che considerava la data 1169/1179 del graffito come termine *ante quem* per la costruzione della sola parte inferiore della Ghirlandina.[104] Considerata dunque l'alta probabilità, e potremmo piuttosto considerarla una certezza, che la scritta si riferisca alla costruzione del ripiano soprastante, è plausibile che, come abbiamo già osservato, essa sia stata incisa a memoria della ripresa dei lavori, i quali potrebbero dunque essere ripartiti proprio dall'allestimento della cornice ad archetti. In tal caso avremmo un elemento di datazione quasi *ad annum* per la cornice e il suo corredo scultoreo.

[98] Rispettivamente: *Il Duomo di Modena* 1999, *Atlante*, nn. 715-717, pp. 372-373 (ottava semicolonna da est) e nn. 773-778, pp. 392-393 (tredicesima semicolonna da est).
[99] V. *supra*, nota 64.
[100] Lugli *et al.* 2009, fig. 2, p. 92 e pp. 114-115.
[101] V. *supra*, testo corrispondente alle note 56 e 64; v. inoltre il saggio di Donato Labate in questo volume.
[102] Alfieri *et al.* 2009, pp. 147-151.
[103] V. *supra*, nota 54.
[104] Porter 1917, pp. 16-17.

some extent reflect particular situation of this area, affected by adjoining walls (see above). Such changes, affecting the plug-hole systems,[99] as we have mentioned, seems to correspond also to a more extensive use of Aurisina Stone, interspersed with blocks of Vicenza Stone and the occasional trachite block, particularly on the southern face; the later repairs to the outer wall using Veronese ammonitic limestone prevent any further suppositions on this matter.[100] Just below the second level cornice, on each of the panels on the southern face, in a nearly symmetrical position, are three antique friezes, the central one dated 1169.
The inscription on the fragment may have been made some time after it was mounted; in any case the date should not be considered significant with regards to the construction of the entire second floor. Based on this date alone, besides the observable change in the layout of the stones, one might assume that construction experienced a substantial lull at this point.[101] Corroborating such a theory are the results of recent instrumental analyses of the tower's instability and the corrective actions taken in each phase of construction to limit its tilt. Such analysis has highlighted the various, progressive corrections, especially along the north-south axis, the most conspicuous of which being those between the second and third floor, and then, higher up, between the fifth and sixth,[102] thus leading us to believe that the pause in the work between these two phases was quite prolonged.
It is also probable that the information cited above regarding the date does indeed refer to the work on the tower, as in 1167 the Commune granted the owner of the Cathedral's estate and his successors "the right and power to excavate any stones necessary for the building of roads and squares for the town, so long as they in no way inconvenienced the inhabitants";[103] this was also the opinion of Porter, who considered the carved graffito date of 1169/1179 as the *ante quem* deadline for only the lower part of the Ghirlandina.[104] Considering how highly probable this theory is, thus safely assuming that the inscription refers to the construction of the floor immediately over it, it is plausible that, as we have observed, it was scratched in honor of the resumption of the work, which may indeed have begun with the installation of the arched cornice. In this case we can practically date the cornice and its sculptures *ad annum*.

[98] Respectively: *Il Duomo di Modena* 1999, *Atlante*, nn. 715-717 pgs. 372-373 (eighth semicolumn from the east side) and nn. 773-778, pgs. 392-393 (thirteenth semicolumn from the east side).
[99] See above note 64.
[100] Lugli *et al.* 2009, pg. 92, fig. 2, and pgs. 114-115.
[101] See above text corresponding to notes 56 and 64; see also the essay be Donato Labate in this volume.
[102] Alfieri *et al.* 2009, pgs. 147-151.
[103] See above note 54.
[104] Porter 1917, pgs. 16-17.



Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24

Gli archetti di questa cornice si presentano in successione semplice e non reciprocamente intrecciati come quelli del primo ripiano; questo dato non segnala però necessariamente una deviazione dal progetto iniziale, dal momento che l'alternanza può benissimo essere stata prevista già dal progetto stesso, come mostra il fatto che la cornice del terzo ripiano sarà a sua volta di nuovo ad archetti intrecciati. Piuttosto, va rilevato che, diversamente dalla cornice del primo ordine, qui gli archetti sono a doppia ghiera: quella interna è liscia e ha andamento "falcato", con maggiore altezza in chiave rispetto alle imposte, mentre la ghiera più esterna ha profilo modanato (fig. 20); un'ulteriore modanatura segna inoltre la linea di base dei sottarchi, già esaminata per la prima cornice, a indicare ancora una volta un indirizzo compositivo e tecnico precostituito, al quale furono occasionalmente apportate nel tempo varianti nel dettaglio, ma senza derogare nella sostanza dal progetto originario. Che dunque questa fascia marcapiano, nella sua totalità (cornice ad archetti e fascia modanata sovrapposta) sia partecipe, anche più della precedente, di istanze decorative più prossime al linguaggio della scultura, e che quindi sia stata eseguita da lapicidi/scultori specializzati, è ulteriormente indicato dal trattamento del piano tra gli archetti e la cornice modanata, che presenta la sottile profilatura delle ghiere esterne, anche qui ad andamento "falcato", ottenuta con una linea di contorno raccordata al piano tramite solchi ad andamento obliquo, che producono quasi un effetto di bugnato, ripetuto più sopra per mezzo di una linea orizzontale tangente alle ghiere; l'effetto è ancora più evidente nelle parti sovrastanti le lesene, dove si osserva la riquadratura dei due archetti contigui (fig. 21). A complemento di questa fine modulazione della parete, percepibile peraltro solo sommariamente dal basso, si può aggiungere sottile la trama dei segni lasciati dagli strumenti di lavorazione, che quasi sempre si organizzano secondo schemi ordinati, a loro modo decorativi. Della serie originaria restano solo sei esemplari (di dimensioni maggiori rispetto alle mensole della prima cornice: in media cm. 25x20x20), con protomi umane e animali: due teste barbate, un bovino, una fiera con corte orecchie, due leoni (figg. 22 M. E C2 12, 23 M. S C2 03).[105] Tutte presentano caratteri di maggiore corsività rispetto alla precedenti; in particolare le teste umane, dai profili assai espansi, sono tratteggiate sommariamente, con barbe e capigliature descritte da rigidi tracciati lineari "a spazzola" (fig. 24 M. S C2 01).

The arches of this cornice are laid out in simple succession rather than following a pattern of crossed arches as they do on the on the first floor; this does not necessarily indicate a deviation from the initial plan, as the alternation may have been part of the original design, since we see that the third floor cornice is once again made of crossed arches. Contrary to those of the first floor cornice, however, we must point out that here the arches present double archivolts: the lower one a smooth crescent, the keystones higher than the imposts, while the outer one displays a molded profile (Fig. 21); further molding marks the baseline of the soffits, as seen in the first cornice, indicating once again that the work was executed off-site by more than one artisan, who probably received instructions from time to time to alter some detail, but without substantially altering the original design. Further evidence that the decorative elements of this string course as a whole (meaning the arched cornices together with the upper molding) express the language of sculpture more than the lower ones do, and that therefore were certainly produced by expert stonemasons/sculptors, can be found in the design of the wall that extends from the base of the arches to the molded cornice, which ornaments the delicate profile of the outer face of the arches, here again in a crescent-curved pattern, obtained by an outline connecting it to the baseline by means of oblique indentations, producing almost a rusticated look, repeated again higher up by a horizontal line branching off from the archivolt (Fig. 20); this effect is even more enhanced in the parts above the pilasters, where two adjoining arches have been squared off (Fig. 21). Complementing this slight modulation of the walls, barely perceptible from below in any case, a subtle pattern of quite regular chisel marks is in its way also decorative.

Only six examples are left from the original series of corbels (larger than those of the first cornice, averaging cm 25x20x20), with both human and animal protomes: two bearded heads, a bovine, a short-eared beast, two lions (Figg. 22, 23),[105] all of which are more curvilinear than their predecessors.

The human heads, in particular, with quite wide profiles, were summarily drawn, with hair and beard described by straight, square lines (Fig. 24).

[105] Alcune fotografie precedenti i restauri degli anni Settanta del Novecento mostrano la presenza di altre protomi, evidentemente rimosse durante quegli interventi: Pedrazzi 2007-2008, pp. 106-107.

[105] Some photographs taken before the restorations of the 1970s display other protomes, evidently removed during those interventions: Pedrazzi 2007-2008, pgs. 106-107.

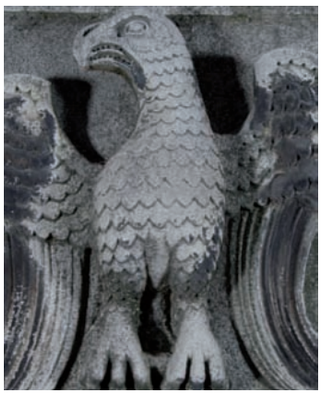


Fig. 25

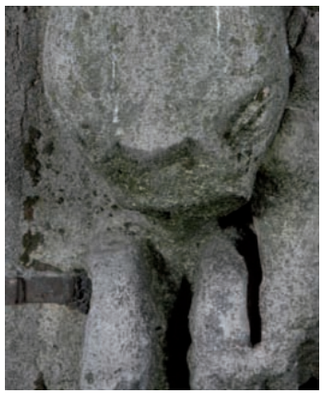


Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28

Nelle parti meglio conservate si può tuttavia osservare, pur nella rigidità del trattamento, un'esecuzione controllata, quasi grafica, dei dettagli. Certo in questo gruppo, almeno a giudicare da ciò che resta, non ebbero parte gli scultori attivi alla prima cornice, né tantomeno scultori attivi nella cattedrale.

Forme semplificate e un po' rigide, accompagnate da una cura quasi calligrafica del dettaglio, si osservano anche nelle figure collocate sui risvolti angolari qui conservate, sebbene con guasti e lacune, su tutti i lati. Tutti i rilievi, in pietra di Aurisina, presentano figurazioni animali; essi hanno sofferto, più di altri sulla torre, di erosioni e perdite di parti anche consistenti del modellato, certo a causa del maggiore aggetto dal piano di fondo rispetto a tutte alle altre sculture, che li ha maggiormente esposti al dilavamento.[106]

Se piuttosto ben conservata, sul rilievo di sinistra del lato nord, è una figura di aquila ad ali spiegate (fig. 25 S. N2 03), tra i rilievi invece più danneggiati è quello sul lato nord a destra, appartenente al risvolto angolare nord-ovest, che mostra parti di un animale riconoscibile come un elefante, mostrato con le zampe anteriori, mentre della testa rimane ormai solo il cranio e l'occhio sinistro (fig. 26 S. N2 04). L'animale è assalito, alla sua sinistra, da un cane che sembra gli azzannargli l'orecchio; sullo stesso risvolto angolare, sul lato ovest, un altro cane, mancante della testa e con il corpo molto abraso, sembra anch'esso assalire l'elefante, in quella che potrebbe essere considerata una scena di caccia. Meglio riconoscibile, sempre sul lato ovest, a destra, è invece un'altra figura di cane, con le fauci aperte (fig. 27 S. O2 19), che si rivolge verso destra, in direzione di un altro animale sul contiguo lato sud, forse identificabile con un leone, di cui resta solo la parte della criniera aderente al piano di fondo e parte delle fauci digrignanti. Sul lato sud, nell'angolo sud-est, una figura di cane invece ben conservata mostra strette analogie con i due animali simili già descritti (fig. 28 S. S2 14); in questo caso è ben visibile anche il collare. L'animale si volge verso il lato est, dove si trovano, a sinistra e a destra, due figure di leoni assai meglio conservate rispetto agli altri rilievi di questa zona (figg. 29 S. E2 09, 30). Gli animali, dei quali è rappresentato il torso anteriore e le zampe, afferrano un vitello (a sinistra) e un lupo, o un cane (a destra). Sono descritti con cura soprattutto nei tratti del muso, della criniera, delle zampe. La criniera è resa da un trattamento a ciocche molto regolari, che si dipartono da una sorta di scriminatura centrale, rese da linee parallele terminanti in riccioli

In the better-preserved areas a controlled, almost graphic, though rigid execution of details is evident. Based on an observation of the surviving pieces, it appears certain that neither the sculptors of the first cornice nor those involved with the Cathedral took part in the production of this group of sculptures.

Simplified, somewhat rigid forms, but displaying an almost calligraphic attention to detail, can also be observed in the corner figures. These are still quite well preserved on all sides, albeit with some parts broken or missing.

All the friezes, carved in Aurisina Stone, depict animal figures. These statues have suffered the effects of water runoff, with the loss of even significant portions, more than those on any other part of the tower, certainly because they protrude from their background more than any other sculptures do, exposing them more to the elements.[106] An eagle with its wings spread, rather well-preserved, is carved onto the northern side (Fig. 25), while among the sculptures which have suffered the greatest damage is the one located on the right of the north side, part of the northwest quoin, depicting an animal recognizable as an elephant, with its front legs intact, but only a part of the head and the left eye remaining (Fig. 26).

The creature is being attacked on its left side by a dog which seems to be biting the elephant's ear. On the same corner, on the western face, another dog, lacking a head and with its body quite deteriorated, also seems to be attacking an elephant in what appears to be a hunting scene. More recognizable, also on the western side, on the right, is another open-jawed dog (Fig. 27) facing right, towards another animal on the adjacent south side, perhaps a lion, of which only the the part of the mane attached to the background and part of the snarling jaws survive.

On the south side of the south-western quoin, instead, is a well-preserved figure of a dog displaying similar characteristics to the animals previously described (Fig. 28), in this case even wearing a collar. The animal is turned towards the figures of two lions carved on the eastern face, one on the left and one on the right, which are rather better preserved than other statues on this part of the tower (Figs. 29, 30). Represented only by the front torso and legs, the animal on the left is catching a calf in its jaws, while the one on the left had grabbed a dog or wolf. Their faces, manes and paws have been rendered particularly well. The mane is described by a regular series of clumps, branching off from a sort of part down the



Fig. 29



Fig. 30

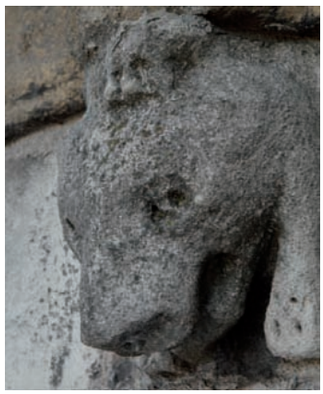


Fig. 31

separati da profondi solchi, disposti simmetricamente in file ordinate e realizzati con l'uso del trapano. La condotta molto controllata del modellato e l'uso quasi calligrafico della linea di contorno non impediscono allo scultore di conferire alle figure una vitalità che bene si applica al tema della caccia rappresentato (con la possibile eccezione della figura dell'aquila) in questa sequenza di sculture angolari, che costituiscono dunque, per gli aspetti tematici e formali, una chiara reinterpretazione di modelli dell'Antichità. Non bisogna dimenticare che è stato persino proposto di riconoscere in questi rilievi autentici pezzi romani di reimpiego.[107] Scartata una simile ipotesi, si dovrà invece rilevare che in particolare l'accentuata espressione ferina dei leoni trova confronti, pur generici, se non direttamente nei leoni modenesi della porta dei Principi o della Porta della Pescheria o ancora nell'animale posto alla sommità del transetto sud, nella plastica "lombarda", in senso ampio, dell'avanzato XII secolo; potranno semmai essere riscontrate lontane tangenze nei simboli di San Marco nei più antichi pulpiti di Carpi e di Quarantoli, senza tralasciare peraltro punti di ideale affinità con la scultura di ambito pisano-lucchese tra XII e XIII secolo, e quasi come un anticipo dei ben più tardi leoni nei pulpiti di Barga, Brancoli, Diecimo.[108] Al di là di questi riferimenti, che devono rimanere per ora una pura suggestione, va rilevato che tutti i rilievi angolari della seconda fascia marcapiano, tenuto conto delle perdite, sono accomunati da una stessa forte caratterizzazione formale; la quale peraltro si ritrova, in forma più diluita, anche in ciò che resta delle mensole della cornice ad archetti. In tal modo il complesso scultoreo può essere ricondotto all'attività di una bottega forse meno eterogenea rispetto a quella attiva nel primo ripiano. Una bottega in questo caso guidata da uno scultore dalla forte personalità, che ha probabilmente messo direttamente mano ai rilievi maggiori e ha condotto con i collaboratori la realizzazione delle mensole. A riprova di una coerente organizzazione del programma decorativo, oltre al dato strettamente formale, si può osservare che due delle mensole conservate (fig. 31 S. O C2 06) presentano figure di leoni che si fanno riconoscere come la riduzione in scala dei grandi felini dei rilievi angolari.

middle, represented by parallel lines ending in curls separated by deep grooves, symmetrically laid out in neatly drilled rows. The restrained sculptoral style and almost calligraphical lines did not prevent the sculptor from conferring the necessary vitality to the figures (with the possible exception of the figure of the eagle) to convey the energy of a hunting scene, which in this sequence of quoins is clearly a reinterpretation of the models of Antiquity, both in terms of form and content. Remember, it had even been suggested that these were actual, re-utilized Roman pieces.[107] That theory rejected, we note in particular that the ferocious expression of the lion can be compared at least generically if not specifically, to the Modenese lions carved on the Door of Princes or the Door of the Fish-Market or on the sculpted creature over the southern transept, in "Lombard" plastic-arts style, in the broadest sense of the term, of the late 12th century; we might even see some distant connection to the symbols of St. Mark and the more ancient pulpits of Carpi and Quarantoli, not to mention, moreover, points of perfect affinity with 12th and 13th century sculpture from the area around Pisa and Lucca, and practically a preview of the much later lions in the pulpits of Barga, Brancoli and Diecimo.[108] Besides these references, which for the moment are purely conjecture, it must be pointed out that all the corner sculptures found along the second string course, probably including the lost ones, have common, distinctive characteristics in form; which can also be found in a more diluted form in the corbels of the arched cornice. In this way the whole set of sculptures can be traced back to the activity of a single workshop, perhaps less heterogeneous than the the one which had produced the work on the first story. In this case, the workshop was probably under the guidance of a strong leader, who likely had a direct hand in the major carvings and directed the work of his collaborators on the corbels. Proof of a coherent organization of the decorative scheme, besides the the strictly formal data, can be found in examining that two of the surviving corbels (Fig. 31) clearly represent reduced reproductions of the large felines carved into the quoins.

[106] Lugli, Corradini e Pedrazzi 2009; Baldan e Biscontin 2009.
[107] Montorsi 1999, pp. 268-270.
[108] Per un riesame recente della scultura di ambito lucchese cfr. Tigler 2001, pp. 109-140.

[106] Lugli, Corradini, Pedrazzi 2009; Baldan, Biscontin 2009.
[107] Montorsi 1999, pgs. 268-270.
[108] For a recent re-examination of the sculptures within the context of the school of Lucca: Tigler 2001, pgs. 109-140.

Nella zona della seconda cornice troviamo elementi che indicano una transizione verso le realizzazioni dei piani più alti. Se è mantenuto lo stesso tipo di mensola presente nella cornice inferiore, priva del piano inclinato di fondo che si invece osserverà spesso a partire dal terzo ripiano, le proporzioni sono qui aumentate, e porteranno a una diminuzione del numero complessivo di mensole montate su ogni lato nelle parti alte della struttura (dodici nel terzo e nel quarto ripiano e quattordici nel quinto, privo di lesene, contro le sedici della cornice del primo ripiano). Anche solo questo dato dovrebbe essere sufficiente a indicare una ridefinizione, nel senso sopra accennato, di alcuni parametri formali, e implicitamente un probabile stacco cronologico. Tutto conduce a individuare dunque per l'esecuzione della cornice del secondo ripiano una maestranza a sé, che non è più quella della prima fase edilizia della torre e non ancora – o forse solo *in nuce* – quella che condurrà, a diverse riprese, le parti superiori della struttura. Per questo motivo si può sostenere che la realizzazione di questa cornice costituisca formalmente la conclusione della fase più antica della torre, pur protrattasi per un lasso di tempo probabilmente lungo, ma al tempo stesso che essa segni il riavvio della costruzione. In questi termini, la serie di osservazioni condotte fino a ora rende allora plausibile l'ipotesi che la datazione al 1169 riportata nella citata iscrizione graffita possa riferirsi in primo luogo alla realizzazione della cornice e delle sculture di questa zona. Va ricordato poi che, come si è visto, proprio a tale quota si rileva una correzione dell'inclinazione della torre. È possibile che tale correzione sia avvenuta proprio in corrispondenza della cornice, che si sarebbe prestata assai bene allo scopo, ma non è neppure da escludere che il ricalcolo dell'orizzontalità dei piani di posa dei corsi lapidei sia avvenuto appena sopra di essa. Solo verifiche assai minute, che in futuro varrà la pena di effettuare, potranno però dare risposte concrete in proposito, e ciò potrà forse portare un chiarimento circa la datazione di questa zona.[109]

Il paramento lapideo del terzo ripiano prevede un corso di altezza maggiore alla base e poi il progressivo assottigliamento dei corsi fino ad assumere la tessitura pseudo-isodoma, con l'alternanza di corsi alti e corsi sottili, che permarrà nelle parti superiori di questo ripiano come pure del quarto e del quinto. Questo dato è indice di una sostanziale unità esecutiva di queste parti, la cui realizzazione non deve però essere stata rapida, bensì opportunamente scalata in un arco di tempo non necessariamente breve.

Francesco Gandolfo ha proposto di individuare in questa zona una cesura nella campagna costruttiva della torre, collegandola a una variazione progettuale intervenuta alla quota delle finestre; la posizione assai rialzata di tali aperture parrebbe infatti suggerire

The area around the second cornice hosts elements indicating an evolution towards the type of design of the upper levels. Even though the same kind of corbels used on the lower cornice are repeated here, but without the inclined bottom plane which is often found from the third floor up, the proportions have been increased here, allowing a complessively lower number of corbels mounted on each side of the upper portions of the structure to be used (twelve on the third and fourth floor and fourteen on the fifth, compared to sixteen on the first floor). This data alone would suffice to indicate a redefinition in form, in the sense discussed above, of some of parts the outer walls, and implies a probable chronological break between work periods.

All evidence seems to indicate the second floor cornice as the work of one particular workshop, distinct from that of the first phase of the tower's construction and not yet – or at least perhaps only *in nuce* – that which will later lead the various phases of the work on the construction of the upper parts. This is why we maintain that the work on this cornice constitutes the formal conclusion of the first phase of the tower's construction, which, although it had probably been quite a long phase, at the same time signaled recommencement of the work. In these terms, the series of observations carried out so far increases the plausibility of the theory that the 1169 date of the above-mentioned inscription could refer first of all to the production of the cornice and sculptures of this area.

It must also be recalled that, as we have seen, it was at this height that corrections to the tower's inclination began to be made. It is possible that such corrections were made in direct correspondance to the cornice, which would have been well adapted to this purpose, but the possibility should not be ignored that the horizontal level recalculations for laying the courses may have taken place just above the cornice. Only the most minute examinations, which may one day be worth exploring, will perhaps allow us to ascertian with any accuracy when this part was actually constructed.[109]

The stone veneer on the third story was laid out with a taller course at the bottom and then progressively lower courses so that the tower achieved a coursed squared texture, alternating the height of the stones of the courses, a pattern which continues on the upper portion of this floor as well as on the fourth and fifth. This indicates a substantial consistency in the construction of these portions, which were probably not carried out rapidly, but rather spaced as necessary over what may have been an extended period of time.

Francesco Gandolfo suggested that a pause in the tower's building campaign could have been in correspondance to this portion of it, in view of planning variations

l'introduzione dei vani finestrati, qui e poi nei ripiani, in una struttura che originariamente non li prevedeva.[110] L'ipotesi è molto plausibile, e sembra suggerita dall'apparente presenza di una sutura nel paramento laterizio appena al di sotto delle finestre monofore del terzo ripiano,[111] ciò che nel caso rappresenterebbe, dopo la cesura all'altezza della cornice del secondo ripiano, una ulteriore pausa, pur breve, ma tutta da verificare.

Diversa però è la questione della presunta introduzione, quale variante al progetto originario, dei vani finestrati e del loro rapporto con le scale interne, visto che da un lato il sistema aderisce al modello lombardo che prevede il progressivo alleggerimento della canna del campanile attraverso l'introduzione di aperture sempre più ampie man mano che la struttura si innalza, e dall'altro, come abbiamo già sopra osservato, esso doveva prevedere la possibilità di interferenza con il sistema delle scale interne.[112]

La diversità dell'apparecchiatura muraria del terzo ripiano rispetto a quelli inferiori non è solo data dalla citata adozione di una tessitura muraria a corsi pseudo-isodomi, ma anche dalla massiccia immissione di conci in trachite,[113] ciò che suggerisce l'afflusso nel cantiere di nuovi materiali forse da ricondurre al citato documento del 1167 circa l'autorizzazione al Massaro del Duomo di procurarsi la pietra attraverso scavi nella città.

L'introduzione, comunque la si voglia intendere, delle finestre nella compagine architettonica non implica un incremento numerico delle componenti scultoree, dal momento che i profili di queste aperture sono netti, privi di modanature o fregi, di imposte, di capitelli.

Alla quota della cornice superiore si colgono invece le vere novità linguistiche che costituiscono il segnale più evidente di una nuova, decisiva, fase edilizia della torre. Va però fin da ora evidenziato come tali novità si attuino pur sempre nell'alveo delle direttive progettuali imposte fin dai piani inferiori, con la messa in opera di mensole figurate e di rilievi sui risvolti angolari (solo nel terzo ripiano) e persino nella reiterata adozione degli archetti intrecciati, eseguiti qui in modo diverso da quelli del primo ripiano, ma con analogo rigore compositivo e formale, mostrando nello stesso tempo la forza del progetto iniziale e la sagacia con cui seppero realizzarlo le diverse generazioni di costruttori che si avvicendarono nel cantiere.

[109] È certo degno di considerazione il quesito, proposto da Montorsi 1999, p. 271, circa le eventuali differenze tra l'orizzontalità dei corsi della partitura interna in mattoni e il paramento lapideo esterno, create per correggere l'inclinazione della struttura. Occorreranno in futuro ulteriori verifiche su questo punto, anche se è da credere che, per il parallelo procedere della costruzione del nucleo murario laterizio e del paramento, i rispettivi piani di posa non siano molto diversi.

[110] Gandolfo 1971, p. 153.

[111] Per osservazioni sulle murature laterizie della torre si rinvia allo studio di Donato Labate in questo volume.

[112] V. *supra*, testo corrispondente alle note 41-43. Il tamponamento a questa quota di parte della finestra sul lato est non implica di necessità né la costruzione tardiva delle scale né un errore di calcolo nella posizione delle finestre, dal momento che anche a quote diverse il problema sarebbe rimasto (a una quota inferiore, per esempio, l'interferenza si sarebbe avuta con la rampa sul lato nord).

[113] Lugli *et al.* 2009, fig. 2, p. 98.

regarding the positioning of the windows, whose relatively high placement suggests that introduction of windowed rooms, both here and higher up, which were not part of the original plan.[110] This theory is highly plausible, and seems to find confirmation in what appears to be a seam in the brick cladding just under the third-story window,[111] which could indicate, although this remains to be verified, that another, later, probably brief pause was taken in addition to that which followed completion of the second story.

That the presumed introduction of windowed rooms in relation to the position of the interior staircase may have constituted a deviation from the original project is a different matter, inasmuch as, on one hand, the design follows the Lombard model in which the body of the bell tower is made progressively lighter by increasing the number of windows as it ascends, but on the other hand, it had to coordinate the position of the stairways.[112] The variation in layout of the veneer of the third story compared to that of the lower ones is not only related to the above-mentioned implementation of a squared coursed pattern, but is also due to the massive introduction of trachite blocks.[113] This suggests that the influx of new materials to the site could perhaps be related to the 1167 document cited above authorizing the person in charge of building the Cathedral to obtain stone through excavating in the city.

Whatever the intention in introducing them, the addition of windows into the architectural fabric does not imply an increase in the number of sculptoral elements, since their profiles are simple and clean, without moldings, carvings, imposts or capitals.

The real linguistic novelty constituting the most evident signal that a new, decisive phase in the tower's construction was underway becomes obvious only from the upper cornice. We must underline, however, that these changes were implemented within the context of the original project guidelines, already imposed right from the erection of the lower floors, which called for figuratively carved corbels and quoins (from the third story) and even in the repeated use of crossed arches, differently disposed than those on the first story, but with the same rigor in style and form, indicating at one both the strength of the initial project and the deftness with which different generations of builders were able to step in and carry on from where it had been left off.

[109] It is certainly worth considering the question, proposed by Montorsi 1999, pg. 271, about the possible differences in the horizontal layout of the courses in the internal brick composition and the outer stone cladding, intended to correct the building's tilt. Further stdies will have to be done to verify this, although it seems in that the parallel processes of constructing the brick nucleus of the wall and that of the outer wall, paramento, the respective layouts were not so different.

[110] F. Gandolfo 1971, pgs. 124-155, in part. pg. 153.

[111] For observations regarding the brick masonry of the tower refer to the study by Donato Labate in this volume.

[112] See above text corresponding to notes 41-43. The walling off of the windows on this level on the east side does not necessarily implicate either the late construction of the stairs or an error in calculating the position of the windows, since the same problem arose evven at different heights (on the lower level, for example, the interference would have been with the stairs on the north side).

[113] S. Lugli *et al.*, 2009, pg. 98, fig. 2.

I magistri lapidum *Campionesi e le fasi edilizie più recenti della torre*

Nella lunga vicenda storiografica del Duomo e della Ghirlandina l'apporto dei costruttori e scultori Campionesi ha costituito, con la sola eccezione dell'attività del cosiddetto Maestro delle Metope, il dato caratterizzante, e più discusso, della fase più avanzata e per così dire conclusiva dei due cantieri, e soprattutto di quello della torre. Come è noto, la presenza di maestanze provenienti dall'area comasca è testimoniata a Modena in primo luogo dal famoso contratto (*pactum*) stipulato nel 1244 tra alcuni *magistri lapidum* guidati da Enrico *de Campilione episcopatus Cumani* e Ubaldino, massaro di San Geminiano.[114]

Il documento si presta a molte osservazioni, dirette e indirette, sulla conduzione del cantiere o sul reclutamento dei *magistri*, ma non chiarisce nel dettaglio quali fossero le opere per le quali furono reclutati, e nemmeno se il documento stesso vada riferito solo a lavori al Duomo o anche alla Ghirlandina. Per la verità, è possibile che a quella data i lavori alla torre fossero considerati pressoché conclusi, talché si è sempre opportunamente individuato nel documento il segnale di lavori in atto nella chiesa, per la creazione dello pseudo transetto o per la realizzazione, sulla facciata, del rosone e l'aggiunta dei due portali laterali. Non sfuggirà però la singolare coincidenza cronologica con il citato documento dello stesso anno in cui si celebrano i meriti di Ubaldino e si concedono gli introiti della festa del santo patrono all'uso della *fabrica*.[115]

Il "*pactum*" del 1244 richiama un precedente contratto stipulato dal nonno di Enrico, Anselmo *de Campilione*, con Alberto Aygi, massaro tra il 1190 e il 1208, con il quale il *magister lapidum* campionese impegnava se stesso e i suoi successori ed eredi a lavorare *in perpetuum* per il cantiere modenese.[116]

Tale più antico contratto, che invece non ci è pervenuto, avrebbe pertanto potuto contenere maggiori e più circostanziate informazioni; forse avrebbe anche menzionato la Ghirlandina, mentre il suo rinnovo aveva solo il compito di aggiornare i compensi "secundum cursum huius temporis et succedencium temporum" e di ridefinire gli impegni che i contraenti si assumevano reciprocamente, riportando quindi solo quelle parti sottoposte a revisione e senza darsi la pena di precisare le opere alle quali i *magistri* erano impegnati, visto che la collaborazione era continuativa e il *pactum* aveva carattere generale.

Ragionando con l'ausilio di qualche sporadico documento ulteriore è però possibile aggiungere alcuni tasselli alla ricostruzione della vicenda. In primo luogo, la conduzione dell'impresa da parte degli eredi in linea diretta di Anselmo è chiarita dal fatto che è Enrico a stipulare il contratto, pur in presenza degli zii Alberto e Giacomo,

The magistri lapidum *Campionesi and the tower's most recent construction phases*

In the long history of the Cathedral and the Ghirlandina, the input of the Campionesi Masters and workers has, with the sole exception of the activities of the so-called "Master of the Metope," constituted the most representative, and the most highly debated, of the advanced, shall we say, final phases of the two building sites, particularly that of the tower.

It is well known that the presence in Modena of masters coming from the Como region is documented in particular by the famous contract (*pactum*) stipulated in 1244 between some of the *magistri lapidum* working under Enrico *de Campilione episcopatus Cumani* and Ubaldino, administrator of Saint Geminianus.[114]

The document lends itself to a number of observations, both direct and indirect, on how the construction was managed and how the *magistri* were recruited, but does not clear up in any detail for which works they were recruited, nor even if the document itself refers solely to the work on the Cathedral or also on the the Ghirlandina. Actually, it is possible that by that time the work on the tower was considered to be practically concluded, which could explain why only references specifically related to the work on the cathedral have ever been identified in the document: referring to the creation of the pseudo transept, the façade, the rose window and the addition of two lateral doors. The particular, chronological coincidence that the date of the document is the same as year in which the merits of Ubaldino were celebrated and in which revenues earned from the Patron Saint's feast were conceded for use by the *fabrica*.[115]

The "*pactum*" of 1244 recalls an earlier contract stipulated by Enrico's grandfather, Anselmo *de Campilione*, with Alberto Aygi, administrator between 1190 and 1208, to whom the Campionese *magister lapidum* committed himself and his heirs to work *in perpetuum* on the Modenese worksite.[116] This older contract, which has not been handed down to us, might have supplied us with a greater volume of and more precise information, perhaps even making specific mention of the Ghirlandina, while the renewal contract's only purpose was to update the salaries "secundum cursum huius temporis et succedencium temporum" and to redefine the commitments reciprocally assumed by each party, therefore revising only those parts of it which dealt with these questions, without taking the pains to specify in which of the projects the *magistri* were involved, since the collaboration was meant to be continuous and the *pactum* was of a general nature. With the aid of a few further, sporadic documents it is possible, however to add a few pieces to the puzzle and reconstruct the history of the tower's construction. First of all, that the business was managed by

fratelli di suo padre Otacio, a questa data defunto. Se ne deduce che Enrico è il primogenito di Otacio, e che questi era il primogenito di Anselmo.

Inoltre, l'impegno a lavorare *in perpetuum* viene implicitamente ribadito nel 1244; dovremo quindi riconoscere a Enrico un ruolo di primo piano nel cantiere anche molto tempo dopo quella data, visto che è assai probabile che a lui si riferiscano le menzioni di un Enrico *de Commo*, o *de Comis* (=da Como), attestate già dal 1248 e fino al 1269,[117] che lo vedono citato come testimone in atti e in qualche modo lo coinvolgono anche in opere ingegneristiche (conduzione delle acque) per beni posseduti o gestiti dalla fabbrica della cattedrale;[118] in un caso, nel 1267, egli è detto "magister laborerii sancti (Geminiani)"[119] e nel 1269 è citato insieme ad alcuni altri "magistri et inçignerii".[120]

Enrico deve pertanto essere stato a capo dell'impresa di famiglia anche al momento della sopraelevazione della torre, iniziata, come si è visto, nel 1261. Inoltre, un documento del 1263, ancora sotto il massariato di Ubaldino, cita come teste un magister Ognibene "quondam Iacopi", che potrebbe essere dunque cugino di Enrico (sempre che il riferimento sia al Giacomo figlio di Anselmo citato nel contratto del 1244).[121]

Si hanno però menzioni di Enrico anche in due documenti del 1241[122] e, ancor prima, in un atto del 1236, in cui è detto già "quondam magistri Otacii"; insieme a lui è presente, sempre come teste, un *magister* Andrea "quondam Iohannis Miliacii de Casteliono episcopatus Cumani",[123] dove con "Casteliono" si indica forse Castiglione d'Intelvi. Ma andando a ritroso è possibile trovare la prima menzione di Enrico nel 1234, dove egli è citato come "Henrigetus filius magistri Otacii",[124] ciò che suggerisce la giovane età del teste e forse l'esistenza in vita del padre, che doveva pertanto in quel tempo dirigere il cantiere.

Anselmo's direct descendants is verified by the fact that it was Enrico who stipulated the contract, in the presence of his uncles Alberto and Giacomo, brothers of his father, Otacio, who was at this point already deceased. From this we understand that Enrico was Otacio's first-born, just as Otacio had been of Anselmo. In addition, the commitment to work *in perpetuum* was implicitly confirmed in 1244. We must therefore recognize that Enrico played a primary role in the organization of the worksite, even well beyond that date, since it is very probable that the mentions of Enrico *de Commo*, or *de Comis* (=from Como) in documents dated from between 1248 and 1269[117] refer to him.

In these documents he is cited as a witness to deeds, as being to some extent involved in engineering projects (water conduits) for property owned or managed by the Fabric of the Cathedral,[118] in one case, in 1267, referred to as "magister laborerii sancti (Geminiani)"[119] and in 1269 cited together with some other "magistri et inçignerii".[120] It is reasonable, therefore, to assume that Enrico was already running the family business when the tower was further raised, which began, as we have seen, in 1261. Moreover, a document from 1263, when Ubaldino was still *administrator*, cites a certain *Magister* Ognibene "quondam Iacopi" as witness, who could therefore be Enrico's cousin (still in reference to Giacomo, Anselmo's son, cited in the contract of 1244).[121] There have also been mentions of Enrico in two documents dated 1241[122] and even earlier in a 1236 deed, in which "quondam magistri Otacii" was already mentioned; another witness present with him was a certain *magister* Andrea "quondam Iohannis Miliacii de Casteliono episcopatus Cumani",[123] where "Casteliono" perhaps refers to Castiglione d'Intelvi. Delving even further back in time, we find Enrico first mentioned in 1234, where he is called "Henrigetus filius magistri Otacii".[124] His father may still have been living when this document was drafted, and thus would still have been in charge of the work site.

[114] Modena, Bibl. Cap., cod. O.II.11, cc. 215r-216v; rinvio alla trascrizione in Lomartire 1992, p. 81.
[115] V. *supra*, nota 30.
[116] Sulla figura di Anselmo da Campione rinvio a Lomartire 1991; quel testo è però ormai bisognoso di aggiornamenti, che in questa sede si è cercato in parte di abbozzare.
[117] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, cc. 52r, 55r, 208r, 264v, 265v, 266r, 266v, 268r.
[118] In un documento del 18 dicembre 1248, il *magister* Enrico *de Commo* è menzionato come facente parte di una commissione incaricata di fare la "partitura" delle acque utili a un mulino "de Batalia" di proprietà della fabbrica di San Geminiano, in una controversia con il comune di Modena sull'uso delle acque. Ivi, c. 55. Enrico era stato citato anche in un documento del giorno precedente riguardante i diritti su quelle acque e nominato quale consigliere con la specificazione; ivi, c. 52.
[119] Ivi, c. 208.
[120] Ivi, c. 266v; il documento, del 12 novembre 1269, riguarda l'annosa questione del mulino "de Batalia" (v. nota 118), e ricorda un sopralluogo effettuato dai magistri Girardinus Malafarina, Iacopinus Ferrus e Ianellus de Botaçono "una cum magistro Henrico de Commis" e insieme a un canonico della cattedrale. In altro luogo del documento si usa l'appellativo "magistros et hençegnerios". Dal tenore del documento, per la verità, si capisce che il gruppo degli *inçignerii* è citato separatamente da Enrico, per cui può esservi il dubbio che a lui tale titolo non spettasse; tuttavia, il citato documento del 1267 lo indica chiaramente come "magister laborerii" (v. alla nota precedente). Il sopralluogo in oggetto era stato effettuato poco prima dell'8 agosto dello stesso anno, come ricorda una altro documento (c. 265v).
[121] Ivi, c. 282.
[122] Ivi, cc. 121v, 140.
[123] Ivi, c. 193v.
[124] Ivi, c. 228v.

[114] Modena, Bibl. Capg., cod. O.II.11, 215r-216v; see the transcription in Lomartire 1992, pg. 81.
[115] See above note 30.
[116] On the figure of Anselmo da Campione to Lomartire 1991; a text now requiring to be updated, which in this phase has partially been drafted.
[117] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, cc. 52r, 55r, 208r, 264v, 265v, 266r, 266v, 268r.
[118] In a document of the 18th December 1248, *magister* Enrico *de Commo* is mentioned as having been part of a commission charged with organizing the "division" of the waters used by a mill "de Batalia" owned by the Fabric of San Geminiano, in a controversy with the Commune of Modena on the use of the waters. Ibid., c. 55. Enrico was also cited in a document from the day before regarding water rights and nominating him special councilor; Ibid., c. 52.
[119] Ibid., c. 208.
[120] Ibid., c. 266v; the document, dated 12th November 1269, deals with the age-old question about the "de Batalia" (see nota 118), recalling an inspection of the site carried out by *magistri* Girardinus Malafarina, Iacopinus Ferrus and Ianellus de Botaçono "una cum magistro Henrico de Commis" together with a Canon of the Cathedral. In another part of the document the epithet "magistros et hençegnerios" is used. By the tone of the document, to tell the truth, the group of *inçignerii* is quoted separately from Enrico, so there may be some doubt as to whether he actually was entitled to this epithet; in any case this document of 1267 indicates clearly that he is among the "magister laborerii" (see previous note). This inspection was carried out just before the 8th August of the same year, as recalled in another document (c. 265v).
[121] Ibid., c. 282.
[122] Ibid., c. 282.
[123] Ibid., c. 193v.
[124] Ibid., c. 228v.

Nel 1219 viene citato come teste "Iacobo magistri Anselmi",[125] con chiaro riferimento a uno dei fratelli di Otacio, e la mancanza del *quondam* potrebbe far pensare alla esistenza in vita di Anselmo, sebbene ciò non possa essere affermato con sicurezza; una simile indicazione: "Henrico filio magistri Otacii" compare infatti anche nei citati documenti nel 1241, quando Otacio è certamente già morto. Infine, nel 1209, ancora sotto il massariato di Alberto Aygi, "*magister Anselmus*" è citato come teste insieme ai due conterranei "*Petrus de Campignone*" (de Campilione), forse parente di Anselmo, e "*Lanfrancus de Bixone*" (Bissone, ora nel Cantone Ticino).[126]

Questo rapido ma utile *excursus* sulla famiglia di Anselmo aiuta a fissare alcuni – ben pochi per la verità – punti fermi sulla vicenda della cattedrale e della torre campanaria in un periodo che va dal 1209 almeno al 1269, ma che ragionevolmente va protratto fino alla conclusione dei lavori alla Ghirlandina nel 1319 e al nuovo pulpito del Duomo, nel 1322, a opera di un altro Enrico da Campione, probabilmente anch'esso discendente in linea diretta da Anselmo e forse figlio, o nipote, dell'altro Enrico.

Intanto, la menzione di "Enrichetto figlio di maestro Otacio" nel 1224 lascia intendere che al momento del rinnovo del contratto Enrico fosse già in età matura, poniamo intorno ai vent'anni, e che almeno dal 1236, dopo la morte del padre, fosse pertanto a capo dell'impresa di famiglia. Risulta poi chiaro che il ritrovarlo citato in documenti per ulteriori trentatré anni, fino al 1269 – posto che a lui si riferiscano le menzioni di "magister Henricus de Commo", o "de Comis"[127] – chiarisce un suo ruolo attivo nel cantiere della cattedrale e della torre per gli interventi più cospicui della metà del Duecento, dalla sopraelevazione del transetto al rosone della facciata, per esempio,[128] ma al tempo stesso permette congetture circa un suo ruolo, certo secondario, e da apprendista, per così dire, per gli interventi precedenti eventualmente anche alla Ghirlandina.

Sulla base di un computo, già tentato tra gli altri da Géza De Francovich, Roberto Salvini, Renzo Grandi,[129] si potrebbe quindi ritenere Enrico nato nel primo decennio del Duecento e collocare di conseguenza il periodo di attività di suo padre Otacio nel trentennio che all'incirca precede gli anni intorno al 1236 (quando risulta già morto) e dunque sostanzialmente all'epoca del massariato di Bozzalino (1209-1225). Inoltre, la citazione di Anselmo nel 1209, a cavallo tra il massariato di Alberto (1190-1209) e quello di Bozzalino, rende probabile che l'attività di colui che può forse essere considerato il capostipite dei Campionesi attivi al cantiere di Modena si possa collocare agevolmente agli anni '90 del XII secolo, e possibilmente anche un poco prima. Il ritrovare poi, nello stesso documento del 1209, la menzione di altri due *magistri* originari dell'area del lago di Lugano, Pietro da Campione e Lanfranco da

In 1219 he is cited as witness "Iacobo magistri Anselmi",[125] in clear reference to one of Otacio's brothers. Here the absence of the *quondam* could lead us to believe that Anselmo was still alive, even though we cannot be sure.

A similar indication: "Henrico filio magistri Otacii" appears in the above-mentioned documents of 1241, at which time Otacio would certainly have been dead. Finally, in 1209, when Alberto Aygi was still *administrator*, "*magister Anselmus*" is cited as a witness together with two of his countrymen: "*Petrus de Campignone*" (de Campilione), perhaps related to Anselmo, and "*Lanfrancus de Bixone*" (Bissone, now located in the Canton of Ticino).[126] This brief but useful *excursus* into the family of Anselmo aids us in nailing down a few – very few, actually – definite points regarding the history of the Cathedral and bell tower in the period between 1209 until at least 1269 (and possibly as late as 1319): when the work on the Ghirlandina was concluded, and when the new pulpit was installed in the Cathedral in 1322, work of another Enrico da Campione, probably another direct descendant of Anselmo, perhaps the other Enrico's son or nephew.

Meanwhile, the mention of "Enrichetto son of Master Otacio" in 1224 leads us to understand that Enrico was already an adult, perhaps about twenty, when the contract was renewed, and that at least by 1236, after the death of this father, he took over the helm of the family business. It seems clear that finding his name mentioned in documents for another 33 years, until 1269 – if we accept that the mentions of "magister Henricus de Commo", o "de Comis"[127] indeed refer to him – verifies that he played an active role in building the Cathedral and the tower, at least as far as the most conspicuous interventions of the mid-thirteenth century are concerned, for example the raising of the transept and the placement of the rose window,[128] but at the same time leaves room for conjecture about his role, certainly secondary, as apprentice, we might say, during the earlier interventions, including, possibly, on the Ghirlandina. Based on computations, already attempted by Géza De Francovich, Roberto Salvini and Renzo Grandi,[129] among others, it could be maintained that Enrico was born in the first decade of the 13th century which consequently indicates the approximate period in which his father Otacio was active as the thirty years prior to 1236 (when we know he was already deceased) and therefore primarily during the period in which Bozzalino was administrator (1209-1225).

In addition, the citation of Anselmo in 1209, when the role of administrator passed from Alberto (1190-1209) to Bozzalino, makes it possible to date the activities of Anselmo – who may be considered the patriarch of the Campionesi Masters, instrumental in the work sites of Modena – easily to the 1190s, and perhaps even slightly earlier. Further on in the same 1209 document, two other *magistri*

Bissone, suggerisce che Anselmo fosse a quel tempo a capo di un'impresa bene organizzata e operante da tempo nel cantiere modenese. Proprio a lui si potrà allora ricondurre non già la realizzazione delle parti basamentali della torre, e nemmeno l'esecuzione della cornice del secondo ripiano, bensì, verosimilmente, la campagna edilizia della parte alta della torre a partire dalla porzione superiore del terzo ripiano. D'altra parte un'ipotesi di datazione assai simile è stata formulata anche per i più antichi interventi campionesi nel Duomo rintracciabili, secondo parte della critica, nel cosiddetto pontile.[130] Tornando ora alla Ghirlandina, andrà ricordato che proprio il paradigma di un'estetica "campionese" è sempre stato concordemente riconosciuto nella componente più vistosa e caratterizzante della decorazione scultorea dell'intera torre, vale a dire della serie di sculture collocate all'altezza della cornice del terzo ripiano, e in particolare le otto figure a rilievo collocate sui risvolti angolari. Anche ben noto e largamente accettato, e difficilmente contestabile, è peraltro lo stretto rapporto che lega quei rilievi all'altro capitolo della scultura "campionese" appunto nel Duomo, vale a dire i pannelli con scene della Passione di Cristo e gli altri rilievi a essi associabili nel pontile.

La datazione proposta da una serie ingente di studi su quest'ultimo complesso, pervenutoci nella ricostruzione, non del tutto affidabile, curata da Tommaso Sandonnini tra il 1916 e il 1921,[131] ha oscillato tra gli anni '60 e gli anni '90 del XII secolo e si è avvalsa di riferimenti anche molto articolati al presunto rapporto di derivazione di questi rilievi dalla scultura provenzale, e in particolare dai complessi scultorei delle facciate di St. Trophime di Arles e dell'abbaziale di St. Gilles du Gard.[132] La "questione provenzale", che è tema assai complesso e insidioso, e si presta inoltre a molte osservazioni e obiezioni anche di ordine cronologico, come ancora di recente è stato evidenziato,[133] che andrebbero attentamente approfondite, non apporta però alcun contributo positivo alla ricostruzione della vicenda costruttiva e decorativa della torre, e pertanto è qui opportuno, oltre che prudente, tralasciarlo.

originally from the Lake Lugano area, Pietro da Campione and Lanfranco da Bissone are mentioned, suggesting that at that time Anselmo was head of a very well organized enterprise which had been working in Modena for quite some time. He can be credited in fact, not for the creation of the base of the tower, or even the execution of the second-story cornice, but for the construction campaign on the upper parts of the tower, from the third floor up. On the other hand, the hypothesis for a similar date was also formulated for the older interventions by the Campionese Masters on the Cathedral, traceable, according to some critics, to the so-called rood-screen.[130] Returning to the Ghirlandina, it should be remembered that the paradigm of a "Campionese" esthetic has always been recognized across the board as the most ostentatious and representative components of the sculptural decorations of the entire tower, by which we mean the series of sculptures located in correspondence to the third story cornice, in particular the eight quoin carvings. Also well known and widely accepted, so difficult to contest, is surely the close relationship linking those carvings to the other chapter of "Campionese" sculptures, namely the panels depicting the Passion of Christ and other related carvings on the rood-screen. A preponderous series of studies based on the reconstruction, not entirely reliable, under the direction of Tommaso Sandonnini between 1916 and 1921,[131] carried out on the latter complex, has identified the date as oscillating between the 6th and 9th decades of the 12th century and has made use of some well articulated references to the presumed derivational relationship between these carvings and the sculptoral works in Provence, in particular the complex carved on the façades of St. Trophime in Arles and the Abbey of St. Gilles du Gard.[132] The "Provençale question" is complex and insidious, subject to a number of observations and objections even regarding chronological order, as has recently been pointed out,[133] which need to be studied in depth. But as it does not contribute in any positive way to reconstructing the history behind the building and decoration of the tower, it is prudent, if not wise, for our purposes to ignore it.

But we must also admit that, while the the chronological and stylistic

[125] Ivi, c. 211v.
[126] Ivi, c. 239v.
[127] V. *supra*, nota 117.
[128] Per i tardi interventi alla cattedrale: Peroni 1984, pp. 158-162; Autenrieth 1984, pp. 243-245; Lomartire 1992; Pagella 1999.
[129] De Francovich 1952, pp. 61-62; Salvini 1966, pp. 155-156; Grandi 1984, pp. 545-546.
[130] De Francovich 1952, pp. 47-57.
[131] Il pontile smembrato nel 1592 fu riassemblato su progetto di Tommaso Sandonnini tra il 1916 e il 1921; cfr. Sandonnini 1915 e Sandonnini 1916. Si vedano le differenti proposte di ricostruzione avanzate da Montorsi 1999, pp. 209-211. Le vicende della ricomposizione, anticipate da proposte restitutive elaborate da Messori Roncaglia (1878), Venturi (1897) e Greischel (1914) sono esaurientemente ripercorse da Acidini Luchinat 1984, pp. 211-248 e Fantini 1999, pp. 362-366.
[132] Per una rassegna ragionata delle varie proposte critiche: Fantini 1999, pp. 362-372; v. inoltre *supra*, nota 130.
[133] Sauerländer 1995, pp. 16-17 e *passim*; Peroni 2006; per una separazione delle sculture campionesi, in particolare di quelle della Ghirlandina, da presunti modelli provenzali si è espresso Gandolfo 1991, p. 245; sui complessi provenzali di Arles e Saint Gilles cfr. ora, rispettivamente, Hartmann-Virnich 1999, Hartmann-Virnich 2000 e Hansen 2007. In particolare per Saint Gilles sono attualmente in corso ulteriori ricerche sulla chiesa e sul chiostro; il professor Andreas Hartmann-Virnich, dell'Université di Aix-en-Provence, che dirige tali ricerche, mi comunica che, sulla base dei risultati ora disponibili, per la facciata di Saint Gilles sembra si possa avanzare una datazione verso la fine del XII secolo.

[125] Ibid., c. 211v.
[126] Ibid., c. 239v.
[127] See above note 117.
[128] For later interventions on the Cathedral: Peroni 1984, pgs. 158-162; Autenrieth 1984, pgs. 243-245; Lomartire 1992; Pagella 1999.
[129] De Francovich 1952, pgs. 61-62; Salvini 1966, pgs. 155-156; Grandi 1984, pgs. 545-546.
[130] De Francovich 1952, pgs. 47-57.
[131] The dismembered rood screen in 1952, was reassembled according to Tommaso Sandonnini's project between 1916 and 1921; Sandonnini 1915; Sandonnini 1916. See various reconstruction proposals advanced by Montorsi 1999, pgs. 209-211. The event of the reassembly, anticipated by substituted proposals advanced by Messoni Roncaglia (1878), Venturi (1897) and Greischel (1914) are fully retraced by Acidini Luchinat 1981, pgs. 211-248 and Fantini 1999, pgs 362-366.
[132] For a reasoned review of the various criticized proposal: Fantini 1999, pgs. 362-372, see also above note 130.
[133] Sauerländer 1995, pgs. 16-17 e passim; Peroni 2006; for a separation of the Campionesi sculptures, in particular those of the Ghirlandina, from presumed Provençal models expressed by F. Gandolfo 1991, pg. 245; on the Provençal complex of Arles and St Gilles, see now, respectively, Hartmann-Virnich 1999, Hatmann-Virnich 2000 and Hansen 2007. In particular, at the present time further tests are being carried out at St Gilles. Prof. Andreas Hatmann-Virnich, of Unversité di Aix-en-Provence, that directs the research, says that, according to the result now available, it can be advanced that the facade of St Gilles dates towards the end of XII Century.

Ma si deve anche ammettere che, mentre proprio il rapporto cronologico e stilistico tra il pontile e le sculture del terzo ripiano della Ghirlandina segnala per la prima volta il convergere di indiscutibili elementi di contiguità o persino di contemporaneità tra i lavori nel Duomo e sulla torre, esso non chiarisce tuttavia una paternità dei due gruppi scultorei che possa dirsi in sé "campionese", almeno in un senso riconducibile a ciò che si coglie dalla documentazione conservata sull'attività modenese di questi maestri. Né esso permette di cogliere le origini del peculiare linguaggio espresso nelle sculture del pontile e della Ghirlandina, che si mostrano comunque espressione matura di scultori esperti.
Solo alla relazione, verificata progressivamente nel corso degli studi, tra manufatti e documentazione è infatti stata sempre affidata l'attribuzione dei due complessi scultorei ad Anselmo da Campione e ai suoi successori.
È legittimo chiedersi se tra i due complessi citati si debba individuare una precedenza cronologica, ma appare comunque chiaro che, a dispetto di quanto si possa desumere dal dato stilistico, sono i termini stessi del contratto originariamente stipulato da Anselmo con la fabbrica della cattedrale – che si possono indicativamente ricostruire a ritroso sulla base dei contenuti del rinnovo di quel contratto nel 1244, e che implicano l'organizzazione di un cantiere di ampia portata, attivo con compensi diversi a seconda dei periodi dell'anno, e quindi implicano l'attività sia nella citata "domus in qua lapides inciduntur", sia sui ponteggi – a rendere probabile che l'impegno dei Campionesi a Modena sia partito proprio dai lavori alla torre.[134]
Ciò non toglie, è pur vero, che il contratto possa essersi perfezionato nel tempo e che Anselmo e i suoi fossero di fatto già attivi nel cantiere anche da qualche anno. In ogni caso, sulla base delle considerazioni sopra esposte, parrebbe dunque di non poter assegnare gli interventi campionesi sulla Ghirlandina a molto tempo prima dell'ultimo decennio del XII secolo.[135]
Deve di necessità restare quindi escluso dal novero delle sculture "campionesi" di Anselmo e dei suoi tutto il corredo scultoreo delle parti inferiori della torre. A una tale possibilità allude peraltro anche la stretta affinità esecutiva, nelle apparecchiature murarie come nell'apparato decorativo, del terzo, quarto e quinto ripiano, pur considerando, beninteso, il necessario scalamento cronologico di lavori che restavano comunque di grande portata e impegno. Inoltre, nel progressivo svolgersi dei lavori sulla torre sarà in parte possibile cogliere, talora in controluce, gli sviluppi dell'intervento dei Campionesi anche nelle ristrutturazioni al Duomo.

realtionship between the rood-screen and the third-story sculptures on the Ghirlandina constitutes the first indication of a convergence of indisputable elements of contiguity and perhaps even contemporaniety between the work on the Cathedral and the tower, still, this does not clarify if the paternity of the two sets of sculptures can be can be identified as "Campionese", at least as far as being able to link them to the what has been gathered from the existing documentation on these masters' activity in Modena is concerned. Nor does it allow us to pick up on the origins of the particular language expressed by the sculptures of the rood-screen and of the Ghirlandina, in any case indicative of work by mature, expert sculptors. Only in light of the relationship, established progressively over the course of the studies, between production and documentation has it been possible to attribute the two sets of sculptures to Anselmo da Campione and his descendents.
It is legitimate to wonder which of the two sets of sculptures had chronological precedence, but it seems clear in any case that, despite what one may infer from the stylistic data, it is the terms stipulated in the contract between Anselmo and the Fabric of the Cathedral themselves – largely reconstructable based on the contents of the renewal drafted in 1244, and which would have implied an extensive and complex building-site organization, offering compensation which fluctuated depending on the time of year, and which also implied involvement in both the above-mentioned "domus in qua lapides inciduntur", and on the scaffolding – which increase the likelihood that the employment of the Campionesi Masters in Modena began with the work on the tower.[134] Notwithstanding, however, the possibility that the contract may have been adjusted over time, meaning that Anselmo and his team may have already been working there for some years, based on the above-mentioned considerations, it would appear in any case that the work of the Campionese Masters on the Ghirlandina must not have been undertaken much before the last decade of the 12th century.[135]
We can therefore certainly exclude the entire complex of carvings on the lower levels of the tower from the compendium of works attributed to the Campionese Masters under the guidance of Anselmo. The close affinity between the work on the third, fourth and fifth stories, both in terms of the layout of the stone veneer and the execution of the decorative elements, further alludes to such a possibility. Even keeping in mind that the work was carried out over a stretch of time, it was still of momentous proportions. Moreover, as the restoration work progresses on the tower, some insights into the interventions of the Campionese Masters will also be

D'altra parte anche a livello critico la cronologia del pontile, dopo la troppo precoce datazione agli anni '60 del XII secolo proposta da De Francovich,[136] si è nel tempo concordemente fissata proprio nell'ultimo ventennio dello stesso secolo, e possibilmente in vicinanza della consacrazione del Duomo nel 1184 da parte di papa Lucio III, sebbene sia giustamente stato rilevato che l'evento potrebbe non aver avuto effetti sui lavori all'edificio, all'epoca già in uso.[137]

Certo è, sulla base quantomeno del dato stilistico, che all'impresa della torre e a quella del pontile, e in seguito di altre parti della cattedrale, furono in parte attivi gli stessi artefici, come peraltro è stato ampiamente rilevato (con diverse sfumature) dalla critica, soprattutto per le fasi più antiche.[138]

Gli elementi più direttamente confrontabili sono innanzitutto appunto gli otto rilievi collocati, come nelle zone inferiori, sui risvolti angolari. Nonostante la correzione dell'inclinazione della struttura, le differenze nell'apparecchiatura muraria e il forte stacco rilevabile nei connotati formali delle sculture rispetto alle fasi precedenti, occorre ancora una volta sottolineare come il sistema si uniformi sostanzialmente agli indirizzi progettuali fissati già nella fase edilizia iniziale, non solo nella collocazione dei rilievi angolari, ma anche nel recupero della cornice ad archetti intrecciati, che stabilisce un'alternanza, certo intenzionale, alle fasce con archetti "semplici".

I personaggi, quasi tutti rappresentati singolarmente (in un solo caso è rappresentata una coppia), sono di formato maggiore rispetto ai rilievi dei ripiani inferiori, e a differenza di quelli poggiano su corte e sottili cornici modanate, che si raccordano solo virtualmente all'architettura, limitando la loro estensione ai punti di appoggio delle figure. Esse hanno infatti soprattutto lo scopo di ribadire la corporeità dei personaggi raffigurati piuttosto che fornire un reale sostegno ai rilievi, i quali è pur vero che presentano un forte aggetto e talora anche il completo stacco dal piano di fondo di taluni elementi come le teste o gli arti. Non va poi dimenticato che, dal punto di vista del mero arredo plastico e certo non nei contenuti, la serie si metteva forse già in origine in rapporto con il problematico rilievo di Medusa, già sopra menzionato, a sinistra della finestra sul lato sud.

provided by the restoration work which was done on the Cathedral. On the other hand, correct dating of the rood-screen is also critical, since the 1160s date, proposed by De Francovich,[136] has proved to be too early. Over time the general consensus has been that the work was carried out over the last two decades of the century he had suggested, possibly around the time of the consacration of the Cathedral in 1184 by Pope Lucius III, even though it has been correctly pointed out that this event could in no way have affected work on the building, as it was already in use at the time.[137] It is certainly true, at least based on stylistic data, that the work on the tower and that of the rood-screen, followed by that on other parts of the Cathedral, were carried out by the same artisans, as has been widely revealed (with many nuances) by the critics, especially regarding the oldest phases.[138] The elements which lend themselves best to direct comparison are first of all the eight elements which have been inserted as quoins, similar to those of the lower levels. Despite the corrections made to the incline of the structure, the variations in the layout of the veneer and the marked distinctions between the connotations in form of these sculptures compared to the earlier phases, we must once again emphasize the overall adherence to the initial design, implemented in the construction right from the beginning, evident not only in the location of the quoins, but also in the recurrance of crossed-arched cornices, alternating, certainly by design, with the rows of "simple" arched cornices.

The characters, almost all of which are represented singly (only in one case are they paired), are larger here than on the lower-level carvings and, as opposed to the latter, rest on short, thin, molded cornices, which have only a virtual connection to the architecture, limiting their extention only to the joints with the figures. Their purpose is essentially to accent the bodies of the figures, rather than to supply any actual support to the sculptures, which in fact at some points present certain elements such as heads or limbs jutting out so far as to be practically detached from the backwall.

Let us not forget that from the standpoint of the sculptures as mere decorative elements, rather than of their content, the series was related right from the outset to the problematic sculpture of Medusa, mentioned above, on the left side of the south side window. As was the case in the second-story cornice, here, too, the

[134] Salvini 1966, pp. 155-160; Grandi 1984, p. 546; Pagella 1999, p. 105.
[135] Sono da condividere le osservazioni in tal senso di Grandi 1984, p. 546, e di Gandolfo 1991, p. 244.
[136] De Francovich 1952, p. 54.
[137] Grandi 1984, pp. 554-555; Gandolfo 1991, pp. 244-245.
[138] De Francovich 1952, pp. 47-58; Salvini 1966, pp. 149-164; Grandi 1984, pp. 546-552; Lomartire 1992, pp. 50-52; Pagella 1999, pp. 105-106; cfr. anche Pedrazzi 2007-2008, pp. 57-59.

[134] Salvini 1966, pgs. 155-160; Grandi 1984, pg. 546; Pagella 1999 pg. 105.
[135] The observation are to be considered as such by Grandi 1984, pg. 546, and by Gandolfo 1991, pg. 244.
[136] De Francovich 1952, pg. 54.
[137] Grandi 1984, pgs. 554-555, Gandolfo 1991, pgs. 244-245.
[138] De Francovich 1952, pgs. 47-58; Salvini 1966, pgs. 149-164; Grandi 1984, pgs. 546-552, Lomartire 1992, pgs. 50-52, Pagella 1999, pgs. 105-106; see also Pedrazzi 2007-2008, pgs. 57-59.

Come accadeva nella cornice del secondo ripiano, anche qui le figure dei risvolti angolari appaiono prevalentemente collegate tematicamente dal fatto di trovarsi su due lati di uno stesso blocco di pietra. Il personaggio che spicca sopra gli altri ed è più facilmente identificabile, sul rilievo di sinistra del lato est, è Davide che suona l'arpa; il re, ammantato e rivolto leggermente verso destra, è seduto su un semplice scranno di forma cubica progressivamente aggettante da terra (fig. 32 S. E3 11). Sul lato adiacente, verso sud, sta invece una figura, con un piede nudo e l'altro coperto da una calza abbassata sotto il ginocchio, che si solleva la corta veste nell'atto di condurre una danza sfrenata (fig. 33 S. S3 16).
Sul rilievo di sinistra di questo stesso lato sud si osservano invece, eccezionalmente, due figure (fig. 34 S. S3 15), una maschile con barba e baffi a larghe ciocche e tunica corta, e l'altra femminile che indossa una lunga veste con strascico fittamente pieghettata, da cui affiorano i calzari;[139] il corpetto è bordato inferiormente da una fascia a perle descritta da fori di trapano; un'identica fascia borda lo scollo del corpetto e il nastro che sopra la fronte ferma i lunghi capelli, raccolti dietro la schiena. I due personaggi si tengono per mano incrociando reciprocamente le braccia, così che, piuttosto che l'incontro tra due personaggi, come talora è stato proposto, andrà qui riconosciuta una coppia danzante. Su questo stesso blocco lapideo, ma sull'adiacente lato ovest, sta una figura femminile isolata (fig. 35 S. 03 21), abbigliata come la precedente (e con una sottile cintura sulla vita), che tiene nella mano destra un fiore e con la sinistra solleva un poco la parte anteriore della lunga gonna; si tratta certo anche in questo di una danzatrice, come si vedrà. A tale figura corrisponde, sull'angolo opposto di questo stesso lato, una figura maschile, con corta barba, in atto di sgozzare un capro (fig. 36 S. 03 20), mentre sul lato adiacente verso nord un altro personaggio imberbe e con tunica corta incede verso destra (fig. 37 S. N3 06) tenendo in mano uno strumento non identificabile perché perduto e sostituito nei restauri del 1973 da un elemento ligneo, oggi anch'esso assente. A questo personaggio ne corrisponde sull'angolo opposto un altro imberbe, anch'esso incedente verso destra e nell'atto di suonare un corno (fig. 38 S. N3 05). Infine, sul lato contiguo, nuovamente rivolto a est e a destra del rilievo con re Davide, sta una ulteriore figura imberbe (fig. 39 S. E3 12) con spada appoggiata sulla spalla destra e lungo scudo a mandorla, ma priva di elmo e di altri elementi riconducibili a un'armatura.

[139] In particolare lo strascico richiama la moda in voga ancora verso la fine del XII secolo, e tenderà progressivamente a ridursi, fino a scomparire, a partire dal Duecento; su questi aspetti, in relazione anche alle sculture della Ghirlandina e del Battistero di Parma, cfr. Sauerländer 1995, pp. 53-55.

quoins figures prevalently appear to be thematically linked by the fact that they are found on two sides of the same block of stone. The most outstanding character is also the most easily recognizable: carved into the left side of the eastern face is David playing his harp.
The king, draped in a mantle and turned slightly to the right, is throned on a simple, cubic chair, which progressively juts out from the ground (Fig. 32).
On the adjacent side, facing south, is a figure with one bare foot and the other showing the stocking rolled down below the knee, skirt raised, dancing wildly (Fig. 33).
The left side of this same carving shows the exceptional configuration of two figures, (Fig. 34) one male, bearded with a thick moustache and a short tunic, and the other female, dressed in a long, pleated dress with a train, out from under which peer her shoes;[139] her bodice is bordered on the bottom by a line of pearls, described by a series of drill holes, with an identical string of pearls along the neckline and a ribbon on her forehead tying her long hair behind her back.
The two figures are holding hands, their arms intertwined, so that, rather than a meeting between two people, as has been suggested, we could identify them as a dancing couple.
On this same block, on the adjacent western face, is an isolated female figure (Fig. 35), dressed as the other (with the addition of a narrow belt), holding a flower in her right hand and lifting the hem of long her skirt slightly with her left; she is certainly meant to represent another dancer, as we shall see.
In direct corrispondence to her, on the opposite corner of the same side, there is a male figure, with a short beard, slitting the throat of a goat (Fig. 36), while on the adjacent north side another bearded figure in a short tunic is heading rightward (Fig. 37) carrying an instrument which cannot be indentified, as the original stone piece was lost and at some point replaced by wood, which was then also lost.
Corresponding to this figure on the opposite corner, another bearded character is playing a horn (Fig. 38).
Finally, on the adjoining side, again facing east, to the right of the figure of King David, one more bearded figure (Fig. 39) stands with his sword resting on his right shoulder, holding an almond-shaped sheild, but without a helmet or other recognizable signs of armor.

[139] In particular this recalls the fashion at the end of the 12th century and will have the tendency from the beginning of the 1200s gradually to be reduced, until it disappears altogether; about this aspect in relation also to the sculptures of the Ghirlandina and of the Baptistry of Parma, see Sauerländer 1995, pgs. 53-55.



Fig. 32


Fig. 33


Fig. 34


Fig. 35


Fig. 36


Fig. 37


Fig. 38


Fig. 39

La lettura iconografica di questo gruppo di raffigurazioni, che, nonostante alcune ipotesi diverse, non sono tematicamente da riconnettere alle sculture angolari dei ripiani inferiori, è stata oggetto di una lunga e ampia discussione, ma presenta ancora punti controversi, soprattutto per la difficoltà di interpretare la funzione di alcuni dei personaggi effigiati.[140] La presenza chiara del re Davide che suona l'arpa permette di spiegare alcuni dei rilievi adiacenti, quelli sul lato sud e sul lato ovest, ma non sembrerebbe possedere un nesso con gli altri personaggi. Le diverse interpretazioni hanno spesso privilegiato, oltre a figure o scene da collegabili alla figura di Davide, il riferimento ai cicli narrativi cavallereschi dell'epopea carolingia (Orlando e Olivieri) e al ciclo arturiano (Artù e Ginevra), persino proponendo, per la figura femminile isolata, una identificazione con Matilde di Canossa.[141] In realtà, interpretazioni più recenti hanno ripreso la lettura già fatta a suo tempo da Arthur Kingsely Porter, che riconduceva tutte le figurazioni al tema della musica e della danza.[142] Va almeno riconosciuto l'impegno con cui William Montorsi ha cercato, con uno sforzo encomiabile, di interpretare l'intero complesso scultoreo nel senso dell'integrazione con i rilievi della parte inferiore della torre, sulla base della precoce datazione da lui proposta per i primi quattro piani della struttura, che riteneva portati a compimento da Lanfranco entro il 1106.[143] Il complesso di sculture sui risvolti angolari del terzo ripiano è ricondotto dallo studioso pur sempre alla figura del re David, rappresentato, oltre che nella canonica raffigurazione con l'arpa, mentre suona lo *shofar*, mentre sacrifica un capro o, giovinetto, con in mano la fionda (l'oggetto, oggi perduto nelle mani del personaggio sul lato nord) o una mazza. A questo proposito va detto che in realtà una simile interpretazione, che certo presenta diversi spunti di riflessione, non tiene conto del fatto che, ad esempio, le figure presunte di Davide con la fionda e Golia non sono contigue, come invece accade nelle numerose raffigurazioni medievali dell'episodio biblico, nelle quali peraltro Golia è rappresentato, oltre che di dimensioni gigantesche, ricoperto da un'armatura, a rimarcare la disparità con il suo giovane contendente. Più recentemente Montorsi ha ripreso le sue tesi, proponendo in alternativa di riconoscere nell'uomo che sgozza un capro e nella figura adiacente Abramo che compie il sacrificio e il giovane Isacco con un bastone in mano, mentre nella coppia danzante vedrebbe l'abbraccio di due sposi.[144] Non si vuole certo tentare in questa sede una soluzione al problema della lettura iconografica del gruppo delle sculture sui risvolti angolari di questo ripiano, anche se bisogna ammettere che forse non è necessario pensare a un programma iconografico unitario e stringente. Tuttavia, si rende opportuna almeno qualche precisazione.

An iconographic reading of this group of figures which, despite the theories to the contrary, are not thematically linked to the quoin sculptures on the lower stories, has been the subject of many long discussions, and still presents some points of controversy, especially regarding the difficulty in interpreting the function of some of the characters depicted.[140] The obvious presence of King David playing his harp accounts for some of the adjacent carvings, those on the southern and western faces, but does not seem to have any correlation with the others. Besides the scene relating to King David, various interpretations have tended to favor the idea that they refer to the tale of the Carolingian knights (Roland and Olivier) and to the Arthurian legend (Arthur and Gueneviere), even going as far as to propose that the lone female figure may have represented Mathilde of Tuscany.[141] In reality, more recent interpretations have adhered to that which Arthur Kingsely Porter had made in his day, identifying all the figures as symbolizing the themes of dance and music.[142] The work of William Montorsi must be recognized as having made a commendable effort in attempting to interpret the entire sculptoral complex by integrating it with the relief found on the lower part of the tower, based on the early dating which he proposed for the first four levels of the structure, which he believed had been completed by Lanfranco by 1106.[143] The set of quoin scultures on the third floor was regarded by the scholar as also relating to King David, here represented not only by the standard depiction of him playing the harp, but also playing the *shofar*, sacrificing a goat or, as a youth, with his sling-shot (the lost object in the hand of the character on the northern face) or club. While this interpretation provides food for thought, in reality it does not take into consideration, for example, the fact that the supposed figure of David and his sling-shot is not near the one which is allegedly Goliath, as is the case instead in the numerous medieval depictions of this Biblical episode, where Goliath is represented not only of gigantic proportions, but dressed in armor, to underscore the disparity between him and the young opponent. More recently Montorsi has rethought his theories, proposing an alternate idea in which he identifies the man slaughtering the goat as Abraham performing the sacrifice and the figure next to him as a young Isaac carrying a stick, while considering the dancing couple to be an embracing bride and groom.[144] We are certainly not going to attempt in this article to address the question of how to read the iconography of this group of sculptures carved on the quoins at this level, even though it must

Certamente dominante nel complesso è il tema della danza connesso a Davide. Le due figure che si tengono per mano sul rilievo di sinistra del lato sud vanno interpretate come una coppia danzante, in virtù dell'elegante incrocio delle braccia e degli abiti sontuosi ricalcati sulla moda del momento.

Così accade per la figura femminile sul lato contiguo, che con la mano sinistra solleva la veste per agevolare il movimento dei piedi.

La figura chiave per l'interpretazione di questo gruppo è costituita dal personaggio che danza sfrenatamente alzandosi le vesti scolpito sulla faccia sud del blocco angolare con la figura di Davide; qui è forse da riconoscere una raffigurazione dello stesso re, in analogia con il racconto della sua danza scomposta di fronte all'Arca dell'Alleanza contenuto nel sesto capitolo del secondo libro di Samuele. L'immagine corrisponde bene alla descrizione di Davide che salta "con tutte le sue forze" (II Sam 6,14 "et David saltabat totis viribus ante Dominum"), ripresa poco più sotto (II Sam, 6,16: "Cumque intrasset arca Domini in civitatem David, Michol filia Saul prospiciens per fenestram vidit regem David subsilientem atque saltantem coram Domino").

Così, questa e le altre figure dei danzatori sono anche riconducibili a un altro passo dello stesso libro, nel quale sono descritti Davide e il popolo di Israele che "con tutta la loro abilità" suonano e fanno festa al cospetto del Signore (II Sam, 6,5: "David autem et omnis Israel ludebant coram Domino omni virtute in canticis et citharis et lyris et tympanis et sistris et cymbalis").

In questo senso potrebbe forse essere recuperata la figura del suonatore di corno sul lato sud, e per altro verso anche la figura che sgozza un capro, che richiama il sacrificio compiuto da Davide davanti all'arca (II Sam, 6,13; ma nel racconto biblico si tratta di un bue e di un vitello grasso).

Bisogna poi osservare che Porter, pur con qualche perplessità, indicò nella figura sul rilievo di destra del lato sud un suonatore di flauto,[145] identificazione che però non trova conferma a una osservazione ravvicinata, sebbene restino dubbi sulla natura dell'oggetto originariamente tenuto in mano dal personaggio; anch'esso è probabilmente da ricollegare al tema della musica e della danza, dal momento che la stessa figura ricomparirà, come altre di questo gruppo in uno dei capitelli al quinto piano della torre, che descriveremo fra breve.

[140] Per una rassegna delle diverse interpretazioni: Pezzini 1994, *passim*, e Pedrazzi 2007-2008, pp. 51-56.
[141] Stiennon e Lejeune 1963, pp. 293-295. Circa l'identificazione del personaggio armato e di quello con il corno in Rolando e Olivieri si era già espresso il Bertoni 1921, p. XXIVa.
[142] Porter 1917, p. 47; sulla stessa scia Orlandini e Ceccarelli 1975, pp. 54-55.
[143] Montorsi 1976, p. 67; Montorsi 1999, pp. 278-280.
[144] Ivi, p. 278.
[145] Porter 1917, p. 47.

be admitted that perhaps a tight, unified iconographic scheme is not required. In any case, at least a few clarifications are called for.

Certainly the most dominant feature of the complex is the theme of dancing associated with David. The two figures holding hands carved on the left side of the southern face should be interpreted as a dancing couple, based on the elegant way their arms are crossed and the sumptious garments reflecting the current fashion of the time.

The same is true for the female figure on the adjacent side, who is lifting her hem to facilitate the movement of her feet.

The key figure to the interpretation of this group is the wildly dancing character with its skirts lifted carved onto the southern face on the quoin featuring David: this perhaps represents the King himself, in the story in which he dances with joy before the Ark of the Covenant in the sixth chapter of the second book of Samuel.

The image corresponds to the image of David leaping "with all his strength" (II Sam 6,14 "et David saltabat totis viribus ante Dominum"), repeated again shortly after (II Sam, 6,16: "Cumque intrasset arca Domini in civitatem David, Michol filia Saul prospiciens per fenestram vidit regem David subsilientem atque saltantem coram Domino"). Thus these and other dancing figures could be traced back to another passage in the same book, in which David and the people of Israel are described as having played music and celebrated "with all their skill" in honor of the Lord (II Sam, 6,5: "David autem et omnis Israel ludebant coram Domino omni virtute in canticis et citharis et lyris et tympanis et sistris et cymbalis"). In this sense, the figure of the horn player on the south side would fit in, and even the man sacrificing a goat, recalling the sacrifice David made before the ark (II Sam, 6,13; but in the Biblical tale it was an ox and a fatted calf). It must be remarked that Potter indicated, although with some perplexity, the carved figure on the left side of the southern face as a flute player,[145] identifying, however, that on closer examination, this is not confirmed, though some doubts remain on the nature of the object originally held in the character's hand, this probably, too, linked to to the theme of music and dance, since the same figure appears again, as do others from this scene, in one of the capitals on the fifth floor of the tower, which we will describe shortly here below.

[140] For an overview of the various interpretations, Pezzini, 1994, *passim*, and Pedrazzi 2007-2008, pgs. 51-56.
[141] Stiennon and Lejeune 1963, pgs. 293-295. About the identification of the armed figure and the one with the horn as Roland and Olivier was already expressed by Bertoni 1921, pg. XXIVa.
[142] Porter 1917 pg. 47; along the same lines Orlandini and Ceccarelli 1976, pgs. 54-55.
[143] Montorsi 1976, pg. 67; Montorsi 1999, pgs. 278-280.
[144] Ibid., pg. 278.
[145] Porter 1917, pg. 47.

Va comunque ammesso che in questi ultimi casi il raccordo al medesimo episodio biblico risulta meno sicuro; allo stesso modo non sussistono altri elementi per identificare univocamente la figura con spada e scudo sul lato est, anche se va almeno osservato che la vistosa assenza di un'armatura può in qualche modo costituire un indizio. In ogni modo, la predominanza del tema della musica e della danza costituisce l'elemento caratterizzante di un'altra scultura della Ghirlandina, cioè il famoso capitello montato all'interno del quinto ripiano, nella cosiddetta stanza dei Torregiani: opera, come peraltro riconosciuto quasi concordemente dalla critica, dello stesso scultore che operò sui rilievi angolari del terzo ripiano. Circa la collocazione in posizione così distante di questo pezzo, e di un altro con simili connotati stilistici ma di diversa paternità, si farà fra breve qualche osservazione. Ma ora preme evidenziare come il capitello ripresenti in formato ridotto, ma anche con attenzione anche al dettaglio minuto e con qualche aggiunta iconografica, le stesse figure montate all'esterno. Il capitello, come gli altri, è in parte murato a causa della riduzione dell'ampiezza delle arcate originarie operata nel XVI secolo, ma una nicchia scavata nella muratura di tamponamento ha consentito, verso la metà del secolo scorso, di effettuare un calco della parte retrostante (figg. 40, 41).[146] Sulle facce del capitello sono sempre rappresentati danzatori; su quella frontale sta una figura femminile abbigliata come nel rilievo dell'esterno e anche qui in atto di sollevare la parte anteriore della veste mentre nella mano destra tiene un melograno; sulla faccia destra è ripetuta la stessa figura, ma con in mano un fiore.
Vale la pena di ricordare che Porter descrisse queste danzatrici, e di conseguenza quella all'esterno, come in atto di danzare "un passo lento e dignitoso".[147] Ciò, è vero, sembrerebbe contrastare con il senso del racconto biblico. Ma la cura descrittiva con cui lo scultore attualizza i personaggi e li rappresenta secondo la moda del suo tempo, vuole probabilmente rendere evidente, anche con atteggiamenti e gestualità facilmente riconoscibili dai contemporanei, l'accenno allo sfoggio di ogni abilità ("omni virtute") nel canto, e nella danza, contenuto nel passo biblico (II Sam, 6,5). Sulla faccia tergale si ritrova la coppia di danzatori rappresentata con lo stesso abbigliamento e gli stessi gesti visti sul rilievo maggiore e sulla faccia sinistra sta infine il danzatore che salta con la veste sollevata (fig. 42). La figura del re Davide che suona l'arpa è collocata in posizione angolare sulla fronte a sinistra, anche qui in contiguità con il danzatore e anche qui descritta come nel rilievo esterno, ad esempio nella foggia avvolgente del mantello e persino nel sedile cubico aggettante dal basso verso l'alto.

[146] Il calco, come quello del capitello figurato contiguo, è conservato presso il Museo Civico ed è riprodotto in Orlandini e Ceccarelli 1975, fig. 206.

[147] Porter 1917, p. 34: "This woman is undoubtedly dancing a slow and stately measure".

It should be admitted in any case that in this last case the same Biblical links seem less certain, at the same time there are no other elements by which to identify the figure on the east side with the sword and shield unequivocally, even if it has been noted that the obvious lack of an armor could in some ways constitute a clue. In any case, the predominance of the theme of music and dance constitutes a characteristc element of another sculpture on the Ghirlandina, the famous capital mounted in the interior of the fifth floor, in the so-called Torregiani Room: the work, according to the nearly unanimous opinion of the critics, of the same sculptor responsible for the work on the third-story quoins. Regarding this piece's isolated position, and that of another piece similar in style but different parentage, further observations follow. Our current objective is to underline the fact that this capital reproduces an identical figure mounted on the exterior, on a smaller scale and with a few iconographic additions, but with the same attention to minute details. This capital, like the others, has been partially incorporated into the wall structure due to the reduction in the width of the archway carried out in the 16th century, but a niche was carved into the blockage wall to allow a cast of the back part of it to be made in the mid 20th century[146] (Figs. 40, 41).
The faces of the capital also show dancing figures: a female figure on the front dressed like the external one, also here in the act of lifting the hem of her skirt, and holding a pomegranate in her right hand; on the right face the same figure is repeated, but this time holding a flower. It is worth remembering that Porter describes these dancers, and consequently the exterior ones, as dancing "with a slow and dignified step".[147] This, it is true, would seem at odds with the Biblical passage. But the descriptive care with which the sculptor creates the characters and presents them dressed in the fashion of his day, probably was intended to emphasize, also by depicting behaviour and gestures easily recognizable by his contemporanies, a reference to the demonstration of every skill ("omni virtute") of singing and dancing mentioned in the Biblical passage (II Sam, 6,5).
On the back facade we again find this pair of dancers represented wearing the same clothing and repeating the same gestures as on the main relief, and on the left-hand side is the dancer who is jumping whilst holding up his robe (Fig. 42). The figure of King David who is playing the harp is located in the corner on the front, to the left. Here too, in contiguity with the dancer and here again as described on the outer relief, for example, in the enveloping folds of the cape and even in the cubic seat jutting out from the base upwards.

[146] Like that of the decorated capital next to it, is kept in the Civic Museum and reproduced in Orlandini and Ceccarelli 1976, fig. 206.

[147] Porter 1917, pg. 34: "This woman is undoubtedly dancing a slow and stately measure".

Fig. 40



Fig. 41



Fig. 42



Fig. 43



Fig. 44


REX DAVID IRRITAT PSALTERIO CITARE SO
ORALES: AIT BEDE DESIGNAT SCULTOR MOLARES:

Sull'angolo opposto un'altra figura coronata seduta sta suonando un salterio (fig. 43); i capelli lunghi e un certo rigonfiamento del busto suggeriscono, contro proposte di segno diverso, che qui si tratti di una figura femminile, da individuare in un personaggio tra quelli citati che suonano al cospetto del Signore (II Sam, 6,5) o persino nella personificazione della Musica.[148] Sugli altri due angoli sono rappresentati due personaggi maschili: uno, a sinistra, suona un flauto di Pan (fig. 42) e l'altro ha nelle mani quello che appare come un bastone, oggi mancante ma di cui si riconoscono i resti, poggiato a terra. Non sfuggirà qui il richiamo diretto all'analoga figura esterna nel rilievo di destra del lato nord.

Nel capitello, a differenza di quanto accade nei rilievo maggiore, il contesto univoco delle raffigurazioni del capitello permette dunque di congetturare un uso del bastone quale elemento per la scansione ritmica o anche quale complemento in qualche modo riconducibile a forme di danza quali quelle ancor oggi in uso in certi paesi orientali. L'interpretazione delle raffigurazioni su questo capitello ha naturalmente seguito negli studi l'analisi dei rilievi dell'esterno, in rapporto ai quali è stata giudicata di volta in volta come precedente, o più tarda, o anche come copia.[149] A parte le questioni cronologiche, alle quali si riserverà più oltre qualche osservazione, dal punto di vista dei contenuti è chiaro che il tema davidico della musica, e implicitamente del canto e della danza, è qui espresso in maniera chiara anche in mancanza, come lamentava Porter,[150] di iscrizioni, presenti invece nell'altro capitello figurato nella stanza dei Torregiani (v. oltre nel testo). A corroborare un simile riconoscimento sta poi la celebre raffigurazione della lunetta interna del portale occidentale del Battistero di Parma, scolpita da Benedetto Antelami probabilmente verso la fine del primo decennio del Duecento (fig. 44). Qui ritroviamo riprodotta fedelmente (ma con il mantello indossato in modo diverso) la figura davidica modenese, e inoltre, con abiti aggiornati alla moda del momento, il danzatore con vesti sollevate, la coppia di danzatori, il suonatore di flauto di Pan; si aggiungono alla serie solo i due suonatori di *fidula* e di *citara*.[151] Diversamente da Modena, a Parma è invece presente sin dall'origine un'iscrizione in versi dipinta sulla cornice inferiore,[152] la quale segnala come i rilievi, anch'essi dipinti, della lunetta mostrino re Davide che canta e invita a cantare i suoi compagni.[153]

[148] Orlandini e Ceccarelli 1975, pp. 54-56.
[149] Per una rassegna delle varie posizioni, rinvio a Pezzini 1984, *passim*, e a Pedrazzi 2007-2008, pp. 50-56.
[150] Porter 1917, p. 34.
[151] L'analogia con le sculture della Ghirlandina è stata segnalata, tra gli altri, da De Francovich 1952, pp. 55-58 e Orlandini e Ceccarelli 1975, p. 54.
[152] Sul problema delle iscrizioni dipinte e della loro relazione con quelle scolpite, e in generale del rapporto tra scultura e integrazione pittorica nel battistero parmense si vedano le penetranti osservazioni di Adriano Peroni, in Peroni 2006, pp. 75-77.
[153] "Rex David invitat psallens ca(n)tare sodales. Ut bene designa(n)t scultiq(ue) molares". A questa iscrizione ha dedicato un approfondito studio Gianfranco Fiaccadori, che vi ha riconosciuto un distico di esametro e pentametro; Fiaccadori 1996.

On the opposite corner another crowned figure is sitting, playing a dulcimer (Fig. 43). The long hair and a certain swelling of the chest suggest, against no other signs, that this is in fact a female figure, identified as one of the figures mentioned who play in the presence of the Lord (II Sam, 6,5) or even as the personification of Music.[148] There are two male figures represented on the two other corners: one, on the left, is playing the Pan flute (Fig. 42) and the other has in his hands what seems to be a stick, which today is missing but of which the remains can be recognised, resting on the ground. There is a direct connection between the analogous external figure on the relief on the right-hand side of the north face.

On the capital, unlike what happens on the main relief, the univocal context of the representation of the capital therefore allows us to presuppose the presence of the stick as an object for keeping time or as an accessory used in some way in some form of dance still in practiced in certain eastern countries. The studies of the interpretation of the figures on this capital were the result of the analysis of the external sculptures in relationship to which each figure was individually judged as having been produced before, after, or as a copy.[149] Apart from the chronological questions, to which some observations will be made later on, from the point of view of the contents it is clear that the Davidic theme of the music, and implicitly of song and dance, is clearly expressed here even considering the lack of inscriptions, as Porter,[150] complained of, present on the other hand on the other capital featured in the Torregiani room (see further on in the text). To confirm a similar recognition there is the famous representation found on the interior lunette of the west door of the Baptistry in Parma, sculpted by Benedetto Antelami probably around the end of the first decade of the 13th century (Fig. 44). Here we can find the Modenese Davidic figure faithfully reproduced (but with his cape worn differently). Furthermore, the clothes are updated to the fashion of the times: the dancer lifting his robes, the dancing couple, the Pan flautist. The only additions to the series are two players of the *fidula* and the *citara*.[151] Unlike in Modena, in Parma there has always been an inscription in verse painted on the lower cornice,[152] which indicates that the reliefs on the lunette, which are also painted, depict King David singing and inviting his companions[153] to join in.

[148] Orlandini and Ceccarelli 1975, pgs. 54-56
[149] For a review of the various positions, see Pezzini 1984, *passim*, and Pedrazzi, pgs. 2007-2008, pgs. 50-56.
[150] Porter 1917, pg. 34.
[151] The analogy with the sculptures of the Ghirlandina was described by De Francovich 1952, pgs. 55-58 and Orlandini, Ceccarelli, 1975, pg. 54.
[152] On the problem of the painted inscriptions and of their relationship with the carved ones, and in general between sculpture and pictorial integration in the baptistry of Parma, see the astute observations of Peroni 2006, pgs. 75-77.
[153] "*Rex David invitat psallens ca(n)tare sodales . Ut bene designa(n)t scultiq(ue) molares".* Gianfranco Fiaccadori made a detailed study of this inscription, which shows a hexametric and pentametric couplet; Fiaccadori 1996.

Dunque nella lunetta parmense, e di conseguenza anche nelle figure della Ghirlandina, soprattutto quelle del capitello, il tema è la lode al Signore attraverso il canto, al quale sono indissolubilmente uniti la musica e la danza. Né questo è l'unico elemento rintracciabile nelle sculture antelamiche a Parma che si richiami ai modelli della Ghirlandina. Come ha mostrato Willibald Sauerländer, la figura di Salomè scolpita sull'architrave del portale settentrionale (fig. 45) che danza compostamente tenendo in mano un fiore e alzandosi il lembo anteriore della veste – e non con una sensuale danza acrobatica, come ad esempio appare in una delle formelle bronzee della porta di San Zeno a Verona – deriva direttamente dagli esempi modenesi.[154] Le coordinate cronologiche delle sculture modenesi, così come si sono definite sulla base dei possibili riscontri, poste a confronto con quelle del Battistero di Parma (iniziato nel 1196) indicano che con ogni probabilità Benedetto Antelami dovette frequentare il cantiere e i ponteggi della Ghirlandina e desumerne alcuni elementi tra i quali, forse, la speciale figura di sgabello aggettante, privo di ogni ornamento, su cui poggiano il Re Davide e la figura che suona il salterio nel capitello e nel rilievo esterno, particolare che a Parma si ritrova nella lunetta citata, ma anche, con angoli smussati, nella lunetta esterna del portale nord.
Circa la portata ulteriore di questi contatti non è possibile dire altro,[155] ma essi possono forse indurre per le sculture modenesi a pensare a una datazione più prossima agli anni Novanta del XII secolo. L'impostazione salda dei rilievi del terzo ripiano della Ghirlandina, rafforzata dal notevole aggetto rispetto al piano di fondo e dai tratti duri, risultato anche di una condotta assai controllata del modellato un poco impreziosito dal dettaglio eseguito minutamente, come nelle fitte pieghettature degli abiti femminili o nelle file di forellini che imitano le perle nelle bordure, sono state acutamente riconosciute da Renzo Grandi come frutto "di un carattere insolitamente animoso, di un codice stilistico molto risentito, benché ripetuto con attitudine e disponibilità pressoché industriali"; lo studioso ha individuato poi, soprattutto nei rilievi angolari della Ghirlandina, "un carattere che ad episodi di possibile valore mitologico restituisce un esplicito valore di verità, di quotidianità civica e borghigiana".[156] Questo indirizzo stilistico, a ben vedere, si ritrova parallelamente, anche se un po' trasfigurato dai temi lì effigiati, nelle sculture del pontile. Mentre il dato formale segnala, almeno per la maggior parte dei personaggi della Ghirlandina, più stretti rapporti con uno degli scultori attivi ai pezzi

Therefore, in the lunette in Parma, and consequently also in the figures on the Ghirlandina, especially those on the capital, the theme is that of praising the Lord through song, which is inextricably intertwined with music and dance.
This is not the only element retraceable in the sculptures by Antelami in Parma which recall the models of the Ghirlandina.
As Willibald Sauerländer has shown, the figure of Salomé carved in the architrave of the northern portal (Fig. 45) who is dancing with composure, holding a flower in her hand and raising the hem of her gown – and not in a sensual acrobatic dance, as for example is seen in one of the bronze tiles of the San Zeno door in Verona – derives directly from the Modenese examples.[154] The chronological coordinates of the Modenese sculptures, as they have been defined based on any possible similarities to the ones in the Baptistry in Parma (begun in 1196) indicate that it is extremely likely that Benedetto Antelami must have visited the site and the scaffolding of the Ghirlandina and been inspired to introduce some elements admired there into his own work. Amongst these was the special figure of the stool jutting out, lacking any ornaments whatsoever, on which rest both King David and the figure playing the dulcimer, located on the capital and on the exterior sculpture, a detail which can be found not only in the afoementioned lunette in Parma, but also, with rounded corners, in the external lunette of the north portal. More can be said regarding the further development of these contacts,[155] but they can possibly help us deduce that the date of the Modenese sculptures was closer to the 1190s. The solid positions of the reliefs on the third floor of the Ghirlandina, reinforced by the remarkable extent to which they protrude from the back wall and also by their hard features, is also a result of the rather controlled characteristics of the design, lightly embellished by minute details, such as the tight pleats of the female attire or in the rows of little holes imitating pearls around the edges. They were acutely recognized by Renzo Grandi as a fruit "of an unusually animated character, of a strongly-felt stylistic code, even though skilfully repeated at an almost industrial level".
The scholar also recognizes, especially in the corner reliefs of the Ghirlandina, "a character which infuses even episodes of mythological grandeur with an explicit rendering of reality, of common, everyday town and city life".[156] This particular style, in hindsight, parallels the sculptures of the rood-screen, even if there they were somewhat transfigured by the themes portrayed. The form of most of the characters of the Ghirlandina, instead, suggests a close relationship with one particular sculptor working on the pieces in the scenes of the



Fig. 45

correlati alle scene della Passione sul parapetto. In particolare, i confronti più diretti sono riconoscibili nelle figure delle mensole e nel Sansone (fig. 46) sulla fronte della cripta o, nella stessa collocazione, con i rilievi dei tradimenti di Giuda e di Pietro, e forse anche, ma in modo meno convincente, in uno dei capitelli collocati a reggere il pontile, segnatamente quello con il Sacrificio di Isacco.[157]

Passion on the parapet. Specifically, the most direct comparisons can be made in relation to the figures in the corbels and the one of Samson (Fig. 46) on the front of the crypt, or in the same location, to the reliefs depicting the betrayal of Judas and Peter, and perhaps, but less convincingly, to the ones located in one of the capitals supporting the rood-screen, particularly the one depicting the sacrifice of Isaac.[157]

Fig. 46



[154] Sauerländer 1995, pp. 51-53.
[155] Al contrario, Jullan 1945, p. 190, che inserisce i rilievi modenesi nel gruppo delle "sculptures provençalisantes" italiane, individua nello stile "souple" dei capitelli della stanza dei Torregiani elementi derivanti dall'arte di Benedetto Antelami.
Contatti tra il cantiere campionese di Modena e quello antelamico di Parma erano stati già postulati da Porter 1917, p. 304 e poi da De Francovich 1952, pp. 157-158.
[156] Grandi 1984, p. 546.
[157] De Francovich 1952, pp. 56-57, tendeva invece a escludere che lo scultore della Ghirlandina avesse avuto parte nel pontile.

[154] Sauerländer 1995, pgs. 51-53.
[155] On the contrary, Renè Jullan (1945, pg. 190), who considers the Modenese reliefs to be part of the group of Italian "sculptures provençalisantes", indicates in the "souple" style of the capitals of the Torregiani room elements from the art of Benedetto Antelami.
Contact between the campionese site in Modena and the site of Antelami in Parma were already postulated by Porter 1917, pg. 304 and then by De Francovich 1952, pgs. 157-158.
[156] Grandi 1984, pg. 546.
[157] De Francovich 1952, pgs. 56-57 instead leans toward excluding the sculptor of the Ghirlandina from having worked on the rood-screen.

Un simile riferimento è stato talora riconosciuto dalla critica, e anche ricondotto alla citata questione provenzale,[158] ed esteso, forse troppo largamente, anche a una nota serie di capitelli erratici provenienti dal territorio reggiano.[159] Esso risulta il più plausibile e mostra l'attività di uno scultore che si stacca dal gruppo di quelli che condussero il lavoro nei rilievi del parapetto e nel capitello sottostante con il martirio di San Lorenzo; uno scultore che, indipendentemente dalla dislocazione apparentemente marginale dei pezzi, risulta anche qualitativamente meglio dotato. L'autore principale dei rilievi del terzo ripiano della torre, e possibilmente dunque anche di alcuni elementi del pontile, si mostra scultore dalla forte personalità e in possesso di solidi mezzi tecnici, che trasmette ai propri collaboratori, non più di uno o due probabilmente, e in grado di adeguare il rilievo al punto di vista distanziato e scorciato che la collocazione comportava, pur senza tralasciare certe finezze nella definizione di dettagli che invece difficilmente si sarebbero percepiti a distanza. Le figure dei rilievi angolari sono spesso definite da una spessa linea di contorno che conferisce anche maggiore spicco ai corpi rispetto al piano di fondo, e sottolinea anche, soprattutto nelle figure maschili, lo stacco delle capigliature sulla fronte (fig. 47). A questo elemento, assente in tale misura ad esempio nel capitello di Davide nella stanza dei Torregiani o nei rilievi del pontile – salvo un comprensibile impiego nei densi capitelli del pontile stesso – va però riconosciuto non solo, eventualmente, il valore di cifra stilistica, ma anche quello di accorgimento studiato per assicurare una più efficace percezione delle sculture da terra: un mezzo espressivo che è dunque indice della consumata perizia dello scultore. Tratti simili si ritroveranno in alcune delle protomi scolpite sulle mensole della cornice ad archetti intrecciati di questo ripiano, in varia misura direttamente riconducibili all'autore dei rilievi angolari e ai suoi collaboratori, tra i quali alcuni di notevole abilità, a testimoniare nei fatti la complessità e la "polivocalità", per così dire, del cantiere campionese così come lo si coglie retrospettivamente a giudicare dai termini del contratto che sarà stipulato nel 1244. Nella serie di ventotto mensole conservate rispetto alle quarantotto originarie,[160] con figurazioni raggruppabili tipologicamente tra protomi umane e animali, ma anche, per la prima volta a quanto possiamo oggi vedere, con elementi vegetali o ornamentali, sono distinguibili diverse personalità, ma è possibile cogliere la presenza del maestro principale dei rilievi maggiori in alcune teste maschili sul

This correlation has sometimes been recognized by critics, or also attributed to the above-mentioned Provençal question,[158] and even extended, perhaps too liberally, to a well-known series of erratic capitals coming from the area surrounding Reggio Emilia.[159] This latter hypothesis appears the most plausible and shows the work of a sculptor who broke off from the group of those working on the reliefs of the parapet and on the capital below it depicting the martyrdom of Saint Laurence; a sculptor who, despite the apparently marginal dislocation of his pieces, appears to be the most technically skilled. The reliefs of the third floor of the tower, and possibly also some elements of the rood-screen, reveal a principal sculptor with a strong personality and in possession of solid technical skills which he transmitted to his workers, of which there probably were no more than one or two, who was able to adapt the relief to be viewed from a distance with the necessary foreshortening but at the same time not neglecting certain refinements in the definition of detail which otherwise would not have easily been perceived at a distance. The figures of the quoins are often defined by a thick outline, which gives even more prominence to the figures against the background and also stresses, especially in the male figures, the definition of the hairline (Fig. 47). This element, (notably absent for example in the capital of David in the Torregiani room or in the sculptures of the rood-screen, except for an understandable use in the dense capitals of the rood-screen itself) is recognized not only for its stylistic value, but also as a method which ensures a more efficient perception of the sculptures from the ground: a means of expression which is clear proof of the consummate skill of the sculptor. Similar features can be found in some of the figures of the carved corbels of the cross-arched cornices on this level, which can be directly attributed in varying degrees to the author of the quoin carvings and his collaborators, some of whom displayed remarkable ability, as testified to by the complexity and "multivoice" collaboration, so to speak, on the site of the Campionese Masters as we gather it must have been based on the terms of the contract that would be stipulated in 1244. In the series of twenty-eight surviving corbels compared to the original forty-eight,[160] with protomes which may be separated typologically into human and animal forms, but also, for the first time as far as we can tell today, with floral or ornamental elements, diverse personalities can be distinguished, though the work of the main sculptor of the major reliefs can be recognized in some male heads on the south side (the

Fig. 47





Fig. 48



Fig. 49



Fig. 50

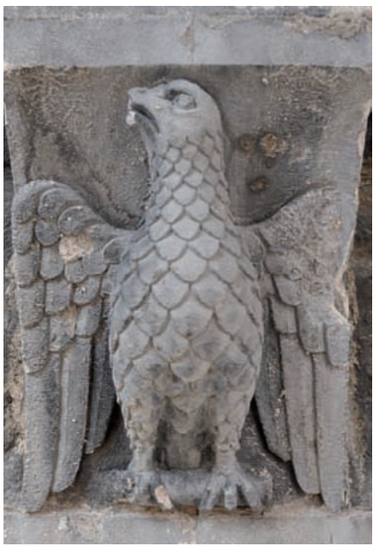


Fig. 51



Fig. 52

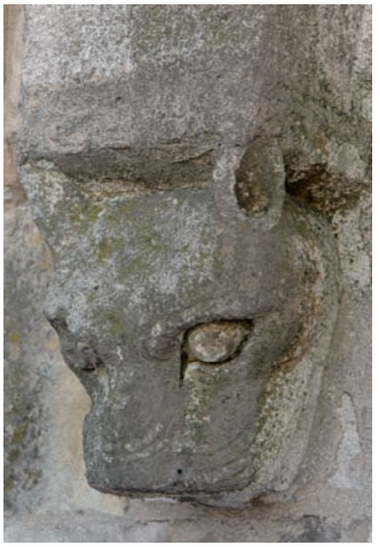


Fig. 53



Fig. 54

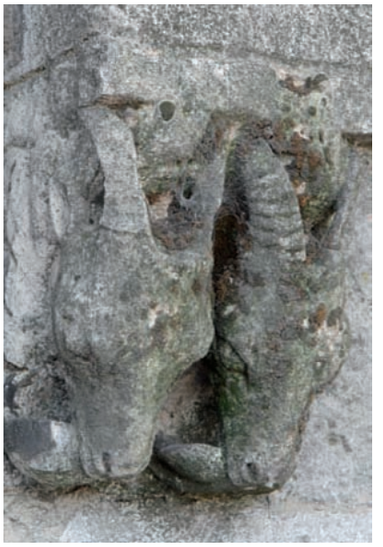


Fig. 55



Fig. 56



Fig. 57



Fig. 58

lato sud (prima, terza, ottava e undicesima mensola da sinistra, figg. 48 M. N C3 01, 49 M. S C3 08 e 50 M. O C3 02); in queste mensole si ritrova la stessa linea di contorno, più o meno profonda, a separazione della capigliatura dal resto del volto che si era osservata sui rilievi dei risvolti angolari. Per inciso, tutta la serie del lato sud, comprese le protomi animali, è quella che mostra le maggiori affinità con i rilievi angolari anche sotto l'aspetto del modellato e dell'impostazione volumetrica. In alcuni tratti descrittivi della barba poi potranno forse essere viste analogie, meno stringenti invece per i tratti somatici, con la coppia di antefisse provenienti dalla parete esterna meridionale della navata maggiore del Duomo, ora al Museo Lapidario.[161] Sempre sulla cornice del lato sud si trova l'unica figura di aquila ad ali spiegate dell'intera serie (fig. 51 M. S C3 09), che anticipa nella forza impressa al corpo e nell'aspetto fiero alcuni tardi capitelli della torre e del pontile. Anche due teste sui lati nord (settima da sinistra) e ovest (seconda da sinistra), sono, pur con qualche distinguo, riconducibili alla serie appena esaminata. Vale la pena di ricordare che nel Museo del Duomo si conserva una testa di satiro (fig. 52)[162] che per forma, dimensioni e connotati stilistici richiama direttamente alcune mensole di questa cornice, in particolare quelle citate dei lati nord e ovest. Nei pezzi che riportano invece rilievi zoomorfi (leoni, cani, orsi, tori) (figg. 53 M. N C3 06, 54 M. S C3 07), si assiste all'introduzione del tipo con animali affiancati (capri, draghi, serpenti, basilischi) (figg. 55 M. N C3 10, 56 M. O C3 05), adottato soltanto su questa cornice, che rivela la suggestione dai grandi capitelli wiligelmici delle arcata esterne del Duomo, ma tratta le figure, al di là delle diverse proporzioni, con una cura del dettaglio quasi miniaturistica e con l'uso abbondante del trapano. Fanno la loro comparsa anche singoli elementi vegetali a spirale (fig. 57 M. O C3 06), in un caso con le tre fogliette avviluppate (impropriamente detta "rosetta campionese") (fig. 58 M. O C3 12), che si trovano in serie continue ad esempio sulle cornici del pontile, ma che qui appaiono frutto di una selezione operata su elementi decorativi seriali per enuclearne l'elemento generatore, che viene dotato di dignità propria e riproposto come elemento autonomo.

first, third, eighth and eleventh corbel from the left, Figs. 48, 49, 50). The same outlines separating the hair from the rest of the face that was observed on the quoin friezes can be found with varying depth in these corbels. Incidentally, the whole series on the south side, including the animals figures, is the one which shows the most affinity with the quoin sculptures, even in respect to the molding and volumetric positioning. Some similarity in the detailing in the beards, perhaps, and to a lesser extent in the facial features, can be seen in the pair of antefixes from the southern outer wall of the nave of the cathedral, now in the Lapidary Museum.[161] Also on the south side of the cornice is the only figure in the entire series of an eagle with outstretched wings (Fig. 51), which, in the strength carved in its form and proud expression, reflects some later work in the capitals of the tower and of the rood screen. Even two heads on the north side (seventh from left) and west (second from left), are, certainly with some differences, ascribable to the previously examined series. It is worth mentioning that in the Cathedral Museum there is the head of a satyr (Fig. 52),[162] whose shape, size and style directly recalls characteristics of some of the corbels of this cornice, particularly those mentioned found on the north and west sides. On the other hand, in the pieces that feature zoomorphic reliefs (lions, dogs, bears, bulls) (Figs. 53, 54), the figures are flanked by other animals (goats, dragons, serpents, basilisks) (Figs. 55, 56) which can only be observed on this cornice, which recall the large Wiligelmic capitals on the external arcade of the Duomo. But here, beyond merely varied proportions, there is an almost miniaturistic attention to detail and a heavy use of the drill. Also making an appearance are individual, spiralling floral designs (Fig. 57), in one case with three small, intertwined leaves (improperly called *rosetta campionese*) (Fig. 58), which are found in a continuous series, for example on the cornices of the rood screen. However, here they appear to be the result of a selection having been made from the serial decorative elements to encapsulate the generative element which is awarded a dignity of its own and is presented as an autonomous element.

[158] Orlandini e Ceccarelli 1975, pp. 49-51; va ricordato a questo proposito che Géza De Francovich vedeva attivi sul pontile cinque scultori, numero ridotto a tre da Roberto Salvini: De Francovich 1952, pp. 47-51; Salvini 1966, pp. 158-160; cfr. anche Grandi 1984, pp. 551-552.
[159] Grandi 1984, p. 550 e schede C. 4 - C. 8, pp. 567-570. Sulla serie proveniente dalla pieve di San Vitale di Carpineti e ora al Museo diocesano di Reggio Emilia, cfr. Fiorini 2008, pp. 472-477.
[160] Sei mensole rimangono su ognuno dei lati est, nord e ovest, e dieci sul lato sud.
[161] Trovabene 1984, Scheda 7, p. 25; Fantini 1999, Scheda 1539, pp. 435-436.

[158] Orlandini and Ceccarelli 1975, pgs. 49-51; refers in this case to Géza De Francovich seen as one of the rood-screen five sculptors, reduced to three by Roberto Salvini: De Francovich 1952, pgs. 47-51; Salvini 1966, pgs. 158-160; see also Grandi 1984, pgs. 551-552.
[159] Grandi 1984, pg. 550 and files C 4 - C 8 pgs. 567-570. On the series from Pieve di San Vitale di Carpineti and now the Museo diocesano of Reggio Emilia, see Fiorini 2008, pgs. 472-477.
[160] Six corbels remain on the east, north and west sides, and ten on the south side.
[161] Trovabene 1984, File 7, pg. 25; Fantini 1999, File 539, pgs. 435-436.

Per la collocazione di questi elementi (ma anche dell'aquila nella nona mensola da sinistra del lato sud) viene introdotto su questa cornice un piano di fondo inclinato, talora leggermente concavo. Infine si osserva l'introduzione di un altro elemento tematicamente nuovo; si tratta di un tipo di mensola, conservata oggi solo in due esemplari sui lati est e ovest, conformata come una voluta che richiama il rocchetto dei capitelli ionici e che poggia su una foglia di acanto, così da mostrarsi quale elaborazione del capitello composito, (fig. 59 M. O C3 10) di cui anche qui costituisce una sorta di riduzione alle componenti essenziali e per così dire modulari. Più di quanto accada per ogni altro elemento, questo nuovo tipo di mensola rivela una spiccata inclinazione classicista che si farà strada negli anni a venire, e darà i suoi migliori risultati in un certo numero di capitelli delle polifore superiori della Ghirlandina, nella Porta Regia e di riflesso in altre opere campionesi nel Duomo. Dal punto di vista stilistico la serie di mensole della terza cornice avrà sostanziale prosecuzione nei ripiani soprastanti, pur con qualche variante allo schema tipologico qui predisposto, a riprova dello stretto nesso operativo che lega il terzo, il quarto e il quinto ripiano.
La cornice del quarto ripiano riprende il sistema ad archetti pensili in serie semplice del secondo, a riprendere l'alternanza fissata già nelle fasi iniziali; qui si osserva, nonostante una esecuzione ancora molto attenta, una condotta più semplificata, con la ghiera interna ridotta a un netto profilo e quella esterna formata da una modanatura più semplice rispetto all'esempio precedente; meno elaborato è anche il profilo della modanatura alla base degli archetti, i quali si staccano dal paramento soprastante per mezzo di semplici linee incise. Un concio della cornice sul lato est, tuttavia, presenta una lavorazione più accurata, con l'abbassamento del piano di fondo tra gli archetti e una cornice a ovolo nella parte superiore; questo elemento indica che la cornice fu collocata prima del suo completamento, che forse era previsto potesse avvenire anche dopo la posa in opera, ma che non fu in effetti mai eseguito (si vedano al proposito le osservazioni di Rossella Cadignani in questo volume). A differenza di quanto accade nelle cornici inferiori, qui è introdotta una fascia a denti di sega subito al di sopra degli archetti, che ha fatto pensare a una prima conclusione della struttura della torre a questa quota,[163] ma che è elemento comune in altri casi di campanili in area nord italiana tra XII e XII secolo. Segue immediatamente al di sopra la cornice modanata già vista in tutti i ripiani sottostanti. Vengono meno a questo livello le sculture angolari che caratterizzavano la zona delle fasce marcapiano nei livelli inferiori, così che la decorazione figurata è in questa zona affidata alle sole mensole scolpite. I ventisette pezzi

The placement of these elements (but also of the eagle on the ninth corbel from the left on the south side) the back wall of the cornice was made on a slant, sometimes even slightly concave. Another thematically new element is introduced, which is a type of corbel, only preserved today in two examples on the east and west sides, in the form of a spiral or volute which recalls the scroll of Ionic capitals, resting on an acanthus leaf (Fig. 59), thus elaborating on the form of the composite capital, in a way reducing it to its the essential, shall we say modular, components. More so than for all the other elements, this new type of corbel represents a definite classical inclination which was to become more and more prevalent in the years to come, and would be best represented in a number of the upper mullioned windows of the Ghirlandina, in the Porta Regia and reflected in other examples of the Campione masters' work in the Duomo. The style of the third cornice series of corbels essentially continues on the higher levels, with some variation in the typological schemes, reflecting the close operational link connecting the third, fourth and fifth floors. The cornice of the fourth floor once again presents the simple series of suspended arches seen on the second, repeating the alternating pattern already observed on the initial phases. Here, although still very carefully executed, a more simplified treatment is observed, with the inner archivolt reduced to a sharp profile and the external one formed by a more simple molding than that of the previous one. The profile of the molding is less elaborate at the base of the arches which are separated from the stone veneer above them by simple, sculpted lines. One of the blocks located on the east-side cornice, however, displays more elaborate work, with deeper relief-work between the arches and an egg and dart cornice on top; this element is an indication that the cornice was installed before its completion, which was perhaps planned to be carried out later, but in fact was never executed (see the observations on this subject by Rossella Cadignani in this volume). Unlike what is seen in the lower cornices, a saw-tooth pattern is introduced here just above the arches, which suggests that initially the tower terminated at this height,[163] but which is actually a common element in other towers in the northern Italian area in the thirteenth tra XII e XII secolo century. Immediately above this, the same molded cornice follows, as already seen in all the floors below. At this level there are fewer of the corner sculptures that characterized the area of the string-course in the lower levels, so that the figurative decorations in this area are found solely on the carved corbels. The twenty-seven original parts that remain (except

Fig. 59





Fig. 60



Fig. 61



Fig. 62



Fig. 63



Fig. 64

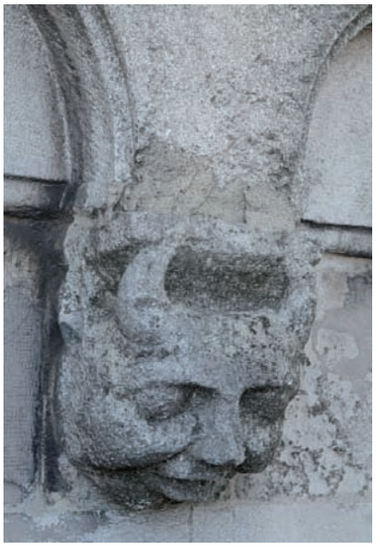


Fig. 65

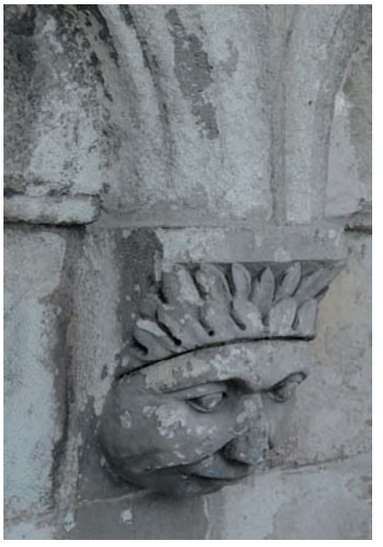


Fig. 66



Fig. 67



Fig. 68



Fig. 69

originari conservati (salvo rifacimenti mimetici e tenuto conto di rimozioni anche recenti)[164] ripropongono sostanzialmente, con alcune varianti, il repertorio messo a punto nella cornice sottostante: tra gli elementi decorativi vegetali si osserva il ripetersi di alcuni tipi già prima esaminati, come quello con sintesi del capitello composito, o singoli elementi decorativi, come il motivo delle tre foglie avviluppate, la rosetta, la spirale, mentre si nota l'introduzione del fiore quadripetalo che si ritroverà poi nella cornice del ripiano superiore, e di quella che può essere intesa come una conchiglia (fig. 60 M. O C4 10), che in realtà è variante della girandola fogliacea già vista; viene poi introdotto il tipo a foglie lisce (fig. 61 M. O C4 05).
Le protomi animali, presenti in minor numero, ripropongono i tipi già esaminati, ma si rileva il venir meno del tipo con coppie di animali affiancati, sostituiti da animali rappresentati con il busto o per intero, come i draghi sui lati nord e sud (figg. 62 M. N C4 03, 63 M. S C4 09) o il gallo ancora sul lato nord (fig. 64 M. N C4 12). Tra le protomi umane prevalgono i mascheroni dai tratti molto marcati: si trova qui per la prima volta il tipo diabolico rappresentato in forma caricaturale per accentuarne il carattere spaventoso (fig. 65 M. N C4 11), ma anche altre maschere che riprendono in forma riassuntiva, e anche qui caricaturale, il tipo dell'uomo-vegetale (*green man*, fig. 66 M. S C4 08) che si trovava già negli esempi wiligelmici della facciata del Duomo, e forse anche dell'*homo selvaticus* (fig. 67 M. S C4 02). Mancano, tra le teste umane non mostruose, i tipi più raffinati che si osservavano nella cornice sottostante: indice, insieme ad altri, del mutare delle maestranze nel cantiere in conseguenza dello stacco cronologico nella realizzazione dei due ripiani. Ma si rilevano invece chiaramente anche elementi di diretta continuità, come i solchi incisi tra i capelli e la fronte, che, a confronto con gli esempi dei rilievi angolari sottostanti, qui sono ormai divenuti un accorgimento descrittivo seriale (fig. 68 M. O C4 12). Si può notare però la stretta corrispondenza stilistica tra le protomi della cornice del lato sud con quelle della cornice del ripiano inferiore su questo stesso lato (fig. 69 M. S C4 06), che nei due casi rendono chiaro il richiamo, a volte mediato a volte invece diretto, ai modi delle solide figure angolari della terza cornice e del pontile, e a suggerire, pur eventualmente a qualche anno di distanza, l'intervento degli stessi scultori.

for remade copies and also in view of recent removals)[164] substantially propose, with some variations, the repertoire developed in the cornice below. Among the decorative floral elements the recurrence of certain previously examined types can be observed, such as the synthesis of composite capital or individual decorative elements such as the motifs of the three intertwined leaves, the rosette and the spiral. A four-petaled flower is also introduced which will be found again later in the cornice of the upper floor, and one that could be interpreted as a shell (Fig. 60) but is actually a variant of the leafy garland already seen, and a smooth-leafed type is also introduced (Fig. 61).
The animal figures, which are present in lesser numbers, are of the types discussed above, but there are fewer pairs of animals side by side, and they are replaced with busts or entire bodies of animals, such as the dragons on the north sides and south sides (Figs. 62, 63) or the rooster, also on the north side (Fig. 64). Among the human figures, masks with very distinctive features predominate.
It is here that the diabolical figure makes his first appearance, caricatured to accentuate his frightening countenance (Fig. 65), but also other forms of caricature such as the plant-man (green man, already seen in Fig. 66) of which Wiligelmic examples can be found on the façade of the Duomo, and possibly homo selvaticus, the wild man (Fig. 67). Of the heads that are not in monstrous form there is a lack of the more sophisticated forms that were observed in the cornice below. This is an indication, among others, that a change of the workers on site took place as a result of the chronological break in the construction of the two floors. But it clearly reveals some elements of direct continuity, such as the lines etched between hair and forehead, which, when compared with the examples of the corner reliefs below have clearly become a repeated device (Fig. 68) . There is also a similarity in style between the figures on the south side of the cornice with those of the lower floor of the same side (Fig. 69), and there is a clear cross reference in the rendering of the solid corner figures of both the third cornice and the rood screen, which suggests, directly and indirectly, the work of the same sculptors, perhaps a few years later.

[162] Trovabene 1984, Scheda 35, p. 51; Fantini 1999, Scheda 1543, pp. 436-437. La mensola ha fino a ora ricevuto una datazione al XIII secolo.
[163] V. *supra*, nota 41.
[164] Ad esempio, la terza mensola da sinistra del lato ovest presenta oggi un elemento di profilo triangolare, frutto dei restauri degli anni Settanta del Novecento; una fotografia pubblicata da Orlandini e Ceccarelli nel 1975 (fig. 68) mostra però che in quella posizione si trovava un mascherone.

[162] Trovabene 1984, File 35, pg. 51; Fantini 1999, File 1543, pgs. 436-437. Up to now the corbel has been given a date of XIII century.
[163] See note 41, above.
[164] For example the third corbel from the left on the west side is today triangular, due to restoration work undertaken in the 1970s. A photograph published by Orlandini and Ceccarelli in 1975 (Fig. 68) shows that the position was previously occupied by a mascarone.

Fig. 70



La vicinanza tipologica e stilistica nel complesso degli esempi che abbiamo esaminato è da ricondurre ancora una volta almeno in parte a una efficiente organizzazione del cantiere, nel quale vengono predisposti, anche per l'apparato decorativo, dei modelli normativi che saranno seguiti fedelmente – tenuta pur sempre in conto la possibilità di aggiornamenti. Ma per la stessa ragione è anche assai probabile che il gruppo degli scultori, che lavorava come nella "domus in qua lapides inciduntur" ai piedi della torre,[165] preparasse i pezzi non in parallelo con la realizzazione della struttura, ma in maniera autonoma e necessariamente in anticipo, nel numero che era virtualmente richiesto per la struttura che si pensava di riuscire a costruire in un tempo determinato e secondo un dosaggio tipologico prestabilito e controllato – pur sempre con possibilità di varianti individuali – dal capo dell'officina scultorea o del cantiere (che vorremo poter indicare in Anselmo o Enrico da Campione); mentre l'assortimento, pure esso in genere predeterminato come mostrano le mensole del lato sul nel terzo e quarto ripiano, era suscettibile di ridistribuzioni al momento della posa in opera. Non contraddice a questa prassi operativa la progressiva accentuazione dei tratti e parallelamente la semplificazione del modellato che si osserva man mano che si sale in altezza sulle pareti esterne della torre. Essa non è necessariamente sempre il segnale di cambi di maestranze, pur sempre possibili e verificabili, come si è visto, ma poteva benissimo essere prevista in funzione dell'altezza alla quale i pezzi sarebbero stati collocati. La somma di queste considerazioni aiuta a comprendere persino la presenza, apparentemente contraddittoria, di elementi scultorei invece in cui maggiore è la cura del dettaglio, che si sono osservati in vari casi nelle mensole o nei particolari somatici o dell'abbigliamento nei rilievi angolari, o che ancora si osserveranno nei capitelli delle finestre superiori.

Ma intanto, proprio per questo aspetto, va messa in evidenza la piccola figura di telamone scolpita sulla prima mensola da sinistra del lato sud (fig. 70 M. S C4 01). La posa del personaggio e il dettaglio minuto, ormai gravemente intaccato dalle molte e profonde abrasioni della superficie, entrambi elementi difficilmente percepibili da terra, manifestano più che in altre sculture della torre la volontà di replicare alcuni modelli del Duomo.

Siamo qui probabilmente in presenza di un'opera dell'abile scultore che aveva eseguito i rilievi della serie di Davide nei rilievi del terzo

[165] V. *supra*, note 34 e 36.

The stylistic and typological proximity within the group of examples which we have been examining is due, at least in part, to efficient site organization, in which those employed for decorative work faithfully followed stylistic models, but were always open to the possibility of modification. For this same reason, it is also quite likely that the group of sculptors who worked in the "domus in qua lapides inciduntur" at the foot of the tower, did not prepare the pieces in parallel with the construction of the structure, but autonomously and necessarily before they were actually required. They worked according to how the structure was expected to be built over a period of time and worked accordingly supplying a preplanned series of work – always with the possibility of individual variation – controlled by the head of the sculpture workshop or building site (who would have been either Anselmo or Enrico Campione). The placement of the pieces was generally predetermined, as is well demonstrated in the side corbels of the third and fourth floors, but it was also prone to redistribution at the time of installation. The progressive accentuation of features and the parallel simplification in shape of the carvings which is observed as we go further up the outer walls of the tower[165] support this distribution theory. This does not always signify a change of workers, though this is still possible and verifiable as we have seen, but it could well have been preplanned in accordance to the height at which the pieces were placed. All of these considerations help to understand the often seemingly contradictory presence of sculptural elements in which there is greater attention to detail compared to other work nearby. This can be observed in various places in the corbels, in somatic or clothing details in the corner sculptures and in the capitals of the upper windows.

This can be demonstrated by highlighting the small atlas carved into the first corbel on the left of the south side (Fig. 70). The character's pose and minute detail (even though these two elements are hardly noticeable from the ground and the statue has been severely eroded by multiple deep abrasions on the surface) demonstrate more distinctly than other sculptures on the tower the intention to replicate some models from the Duomo. This is probably the work of the same able sculptor who carved the series related to King David in the third-story friezes and in the capitals

[165] See above notes 34 and 36.

ripiano e nel capitello di uguale soggetto nella stanza dei Torregiani; la riprova della stretta connessione con i rilievi del pontile si ha nella riproposizione della descrizione dei tratti somatici e nella posa fortemente inclinata della testa, schiacciata dal peso che il peronaggio deve sopportare, che si osserva nel telamone, rappresentato in piedi, collocato all'ingresso della cripta (fig. 71). Ma non può sfuggire il fatto che in entrambi i casi questi telamoni campionesi mostrino la forza di attrazione esercitata dalle analoghe figure sparse nelle sculture wiligelmiche della facciata, in seguito riproposte nella Porta della Pescheria. In particolare, il piccolo personaggio della mensola riproduce il telamone alla base dello stipite sinistro del portale centrale (fig. 72). Ma non basta: le recenti ispezioni sui ponteggi della torre finalizzate al presente studio hanno permesso di rinvenire alle spalle del telamone, poco sopra il tallone del piede destro nella piccola porzione di fondo non ancora abraso, alcune lettere leggermente graffite, mai osservate perché visibili solo da vicino e con molta difficoltà (fig. 73). Le poche lettere riconoscibili sono tutte capitali di forma assai allungata e sono precedute da una piccola croce: + *Ferte* [.] / *uv* (?) […].

Ce ne è a sufficienza però per riconoscere qui senza difficoltà un frammento delle iscrizioni riferite ai "telamoni parlanti", che descrivono la fatica sopportata e la loro richiesta di aiuto alle quali ha dedicato osservazioni memorabili Augusto Campana proprio a partire dagli esempi modenesi.[166] In particolare, il testo qui conservato ripropone fedelmente una parte dell'iscrizione frammentaria che accompagna il telamone dello stipite destro della Porta della Pescheria: […] *s michi ferte iuv/antes* (fig. 74), testo che ricompare sempre in forma frammentaria ([…] *ferte iuvan/tes*) su uno degli archetti della cornice della navata minore nord del Duomo (fig. 75).[167]

Questo testo, destinato a rimanere invisibile e rimasto solo nella memoria dello scultore quale personale omaggio ai suoi colleghi più antichi, rappresenta solo uno dei chiari segnali di apprezzamento mostrati dai *magistri lapidum* campionesi per l'architettura di Lanfranco e per gli artefici che vi lavorarono. Possiamo ben credere che i Campionesi di Modena considerassero se stessi e il proprio operato nel segno della continuità con l'opera del grande architetto artefice della fase iniziale del Duomo, come appare dal rispetto che essi in diversa misura mostreranno nel corso di interventi di trasformazione dell'edificio.

[166] Campana 1984, pp. 370-373.
[167] Ivi, pp. 372-373; Lomartire 1984, Scheda E. 9, pp. 390-393; Lomartire 1999, p. 129, n. 47.

depicting the same subject in the Torregiani room. Proof of their close connection with the carvings on the rood screen is found in the repetition of the same facial features and the deeply bowed head, crushed by the weight that he has to bear, of the standing atlas at the entrance of the crypt (Fig. 71). But the fact remains that in both cases these Campionese atlases show the force of attraction exerted by similar figures in the Wiligelmo sculptures scattered along the façade, and then again in the Porta della Pescheria. In particular, the small character on the corbel is a reproduction of the atlas at the base of the left side of the central doorjamb (Fig. 72). What is more, recent inspections of the tower made from the scaffolding during the current study have allowed the back of the atlas to be examined, and just above the heel of his right foot, in lightly scratched letters, is an inscription which had never before been seen as it is only visible from close up and even then with great difficulty (Fig. 73). The few recognizable letters are all in elongated capital form and are preceded by a small cross + *ferte [.] / uv (?) [...]*. Enough is discernable here, however, to recognize without difficulty a fragment of the inscriptions referring to the "speaking atlases", which describe the effort endured [by the workers ndt] and their request for help to which Augusto Campana dedicated memorable observations beginning with these Modenese examples.[166] In particular, the text preserved here faithfully reproduces a part of the fragmented inscription that accompanies the atlas on the right jamb of the Porta della Pescheria: *[...] s michi ferte iuv/antes* (Fig. 74), text that again appears in fragmented form *([...] ferte iuvan/tes)* on one of the arches of the cornice of the secondary, northern nave of the Cathedral (Fig. 75).[167] This text, intended to remain invisible, preserved only in the memory of the sculptor as a personal tribute to his older colleagues, represents only one of the clear signs of appreciation shown by the Campionese *magistri lapidum* for the architecture of Lanfranco and the craftsmen who worked there. We can well believe that the Campionese Masters of Modena saw themselves and their work as an emblem of continuity with the work of the great architect, designer of the first phases of the Cathedral, indicated by the homage paid to him, evident to various degrees in the transformations they imposed in their interventions on the building.

[166] Campana 1984, pgs. 370-373.
[167] Ivi., pgs. 372-373; Lomartire 1984, File E.9, pgs. 390-393; Lomartire 1999, pg. 129, n. 47.

Fig. 71



Fig. 72



Fig. 73



Fig. 74



Fig. 75





Fig. 76



Fig. 77



Fig. 78



Fig. 79



Fig. 80



Fig. 81



Fig. 82



Fig. 83



Fig. 84



Fig. 85



Fig. 86



Fig. 87



Fig. 88

La vera novità, nel quarto ripiano della torre, è costituita dall'introduzione delle grandi bifore rette da coppie di colonne sulle quali sono montati grandi capitelli. La ricaduta centrale dei due archi delle finestre (sui cui conci compaiono lettere incise)[168] è segnata ancora una volta, internamente ed esternamente, dalla presenza di mensole scolpite nel concio sagomato che lega gli archi stessi. Alcune di tali mensole riportano il motivo ornamentale delle tre foglie avviluppate, e due sole hanno protomi confrontabili con le maschere nelle mensole delle cornici; in un caso è rappresentato un *green man* (fig. 76) il cui modello è molto probabilmente uno dei capitelli wiligelmici della facciata (fig. 77). Nell'altro caso, invece (nella bifora nord), si tratta di una figura femminile (fig. 78), i cui tratti somatici sembrano in qualche modo richiamare le protomi poste agli angoli della cornice che corre sopra i due piccoli architravi che reggono la volta del protiro della Porta Regia (fig. 79). I capitelli invece non hanno confronti nella Ghirlandina, e sono in genere stati trascurati dalla critica. Quasi tutti i pezzi visibili (sul lato nord il capitello più interno è stato occultato dal tardo tamponamento della finestra) presentano sontuose riproposizioni del capitello corinzio antico, riprodotto con grandissima perizia in continue varianti (figg. 80 C N4 01, 81 C E4 02) e persino con la sostituzione delle volute angolari in un caso (capitello esterno del lato ovest) con teste di arieti che brucano la sommità delle foglie del giro inferiore (fig. 82 C. O4 04) e in un altro (capitello interno del lato est) con un racemo formato dalla sequenza delle tre fogliette avviluppate (fig. 83 C. E4 02 interno). Un solo esemplare è invece figurato, e presenta sulle facce quattro magnifiche aquile ad ali spiegate (fig. 84 C. S4 03 interno), aggrappate con gli artigli al collarino del capitello e con il becco rivolto verso l'alto, direttamente confrontabili con il volatile già osservato su una delle mensole della terza cornice. Tutti questi esemplari si mostrano frutto di una *equipe*, non numerosa, di artefici specializzati dotati di una notevole cultura, derivante certo dallo studio degli esemplari antichi, che consente loro di escogitare varianti sempre di alto livello e quasi in gara con i modelli, oltre che di una grandissima perizia tecnica che si rivela nella partitura assai calibrata e nel modellato controllatissimo, ma anche nei profili netti, nelle superfici nitide e levigate, persino nelle figure animali e finanche nei casi di non finito, lasciati volutamente nelle parti meno visibili (fig. 85 C. S4 03, particolare). I confronti per questi pezzi all'interno del cantiere modenese non possono che essere i capitelli della Porta Regia, i quali, sia nei grandi esemplari del protiro inferiore sia in quelli più semplificati nella loggia superiore, sono chiaramente portatori degli stessi connotati formali (figg. 86, 87, 88).

[168] Si tratta di segni dei lapicidi funzionali forse all'assemblaggio dei pezzi; esempi simili nel cantiere modenese si rintracciano nelle prime fasi del Duomo, ma anche, nel Duecento, nella testata absidale; cfr. Lomartire 1984.

The novelty of the fourth floor of the tower lies in the introduction of ample mullioned windows supported by paired columns topped by large capitals.
The central impost between the two arched windows (with letters carved in the stone)[168] is once again distinguished by interior and exterior corbels, sculpted in the stone molding connecting the arches. Some of the corbels again display the ornamental motif of three intertwined leaves, and just two of them have protomes similar to those of the masks on the corbels on the cornices; one mask depicts a *green man* (Fig. 76) whose model is most likely one of the capitals by Wiligelmo on the façade (Fig. 77).
The other mullioned window, on the north side, is decorated with a female figure (Fig. 78) whose facial features recall the protomes in the corners of the cornice that runs above the two small architraves that support the vault of the protiro (high portico) of the *Porta Regia* (or Royal Door) (Fig. 79).
The capitals of the Ghirlandina, generally neglected by critics, bear little resemblance to those of the Cathedral. Virtually all of the visible pieces (the northern side of the innermost capital having been hidden when the window was walled-up) of the tower bear sumptuous reproductions of ancient Corinthian capitals, executed with great skill and in several variations (Figs. 80, 81), even substituting the corner volutes in one case (the external capital on the western side) with rams' heads grazing on the edges of the leaves of the lower decorative strip (Fig. 82).
In one case (the internal capital of the eastern side) a vine-branch is formed by a sequence of three small intertwined leaves (Fig. 83).
There is just one example of four magnificent open-winged eagles (Fig. 84), clutching the colarin of the capital with their claws and reaching upwards with their beaks. They are directly comparable to the bird observed in one of the corbels of the third cornice. These specimens are apparently the work of a relatively small *equipe* of specialized artisans, whose extensive schooling derived most certainly from studying antique sculptures, allowing them to create variations of higher and higher levels, almost exceeding the models they reflect, as well as great technical skill evidenced by the well balanced and controlled pattern of the sculpture and also by the clean and smooth surfaces and even in the animal figures and the hidden areas that were intentionally left unfinished (Fig. 85).
The models for these pieces within the Modense site could only have been the capitals of the *Porta Regia*; both the large examples the lower protiro and the simpler versions of the upper tier bear the same formal features (Figs. 86, 87, 88).

[168] These are marks from the functional masonry perhaps dating back to the original assembly of the pieces; similar examples in the Modense building sites can be registered in the first phases of the Cathedral, and also in 1200, in the end of the apse; see Lomartire 1984.

Altri confronti si ritrovano poi in alcuni dei capitelli sotto il pontile (fig. 89)[169] e persino si possono ancora riconoscere nei più piccoli capitelli fogliacei dell'altare campionese (figg. 90, 91). Un esemplare di uguale fattura è inoltre conservato oggi nel Museo del Duomo (fig. 92).[170] Persino il capitello con le aquile trova i suoi confronti più convincenti proprio in due esemplari, che hanno diversa disposizione degli animali sulle facce e sugli angoli, sulla loggia superiore dalla Porta Regia (fig. 93) e in due capitelli sotto il pontile del Duomo (fig. 94), in una misura così stringente da suggerire che essi siano opera di un solo scultore. I contatti rilevabili con questa fase più tarda del cantiere del Duomo, collocabile negli anni del massaro Bozzalino, illustrano il permanere, a una generazione di distanza, di una contiguità operativa tra il Duomo e la torre che testimonia l'attività di un cantiere unico. Per contro, va però riconosciuto che in questo gruppo di sculture della Ghirlandina non si riconoscono invece esiti dell'opera degli scultori responsabili delle scene del parapetto del pulpito. Ma ciò non cambia nella sostanza i termini del rapporto, dal momento che potremmo immaginare che siano stati indirizzati ai pezzi per la torre già non specialisti della rappresentazione figurata, ma appunto scultori perfezionatisi nei repertori fogliacei dei capitelli. La situazione del quinto ripiano non è molto diversa, se si tiene beninteso nel conto un ulteriore necessario scalamento cronologico. Nella cornice ad archetti – in serie unica come la precedente, ma qui ulteriormente semplificata, alla quale nuovamente si sovrappone una fascia a denti di sega – si ritrova lo stesso assortimento tipologico che si è osservato in particolare nel quarto ripiano. Pur tenuto conto dal sospetto di più massicce sostituzioni,[171] nel complesso si assiste qui a una ulteriore semplificazione dei volumi, in genere privati degli elementi di dettaglio che ancora si osservavano negli esempi più in basso; i tipi facciali, ridotti quasi sempre a maschere inespressive, sono privi delle pupille e spesso manca anche il contorno degli occhi (fig. 95 M. N C5 05), mentre solo in un caso, significativamente sul lato sud, si può cogliere ancora la linea di contorno che segna sulla fronte l'attacco della capigliatura. Un'altra testa, sul lato est (fig. 96 M. E C5 12), mostra una migliore qualità esecutiva che la collega più direttamente ad alcune mensole della cornice inferiore.

[169] Esclusi i capitelli figurati sotto il pontile, la serie di capitelli fogliacei e con aquile che fu collocata dal Sandonnini sotto il complesso ricomposto non risulta attualmente riconducibile cronologicamente alla parte rettilinea della struttura o al pulpito semicircolare; la collocazione dei pezzi fu qui in un certo senso casuale, e probabilmente la risistemazione dell'insieme già all'epoca di Bozzalino, con l'aggiunta del pulpito semicircolare, dovette comportare l'allestimento di nuovi capitelli anche per le parti preesistenti; Grandi 1984, p. 556; v. inoltre *supra*, nota 131.

[170] Trovabene 1984, Scheda 36, p. 52; Fantini 1999, Scheda 1548, p. 537. Al pezzo è accostabile un altro capitello composito frammentario: Trovabene 1984, Scheda 38, p. 54.

[171] Ad esempio, nell'ottava mensola da sinistra del lato est un fiore quadripetalo piatto, come altri presenti nella cornice inferiore e su questo piano all'interno della stanza dei Torregiani, è stato sostituito negli anni Settanta del Novecento da un fiore con petali ripiegati; cfr. Pedrazzi 2007-2008, p. 10.

Other similarities can be found in some capitals located beneath the rood screen (Fig. 89).[169] They can be identified even in the small leaf-decorated capitals of the altars by the Campionese Masters (Figs. 90, 91. A similar piece is now preserved in the Cathedral Museum (Fig. 92).[170] There are two comparable examples to the eagle-dorned capital, with animals arranged differently on the sides and at the corners, on the upper tier of *Porta Regia* (Fig. 93) and on two capitals beneath the Cathedral's rood-screen (Fig. 94), similar enough to suggest that the work must have been carried out by the same sculptor. Documents from this later period of the Cathedral site's development, which coincides with the period of treasurer Bozzalino, illustrate that a generation later, both Cathedral and tower construction continued their work side by side as a single site. On the other hand, we should point out that among the Ghirlandina sculptures no works can be attributed to the the sculptors who created the scenes on the pulpit parapet. But this does not alter the substance of the connection between the two, as we can imagine that the artisans dedicated to sculpting pieces for the tower were not sculptors specialized in carving realistic figures, but those who had perfected the production of leafy repertoires for capitals. The situation on the fifth level is not much different, if we consider another necessary chronological shift. Here there is another arched cornice – in a single series like in the previous one, but here even further simplified, once again with a saw-toothed molding on top – in the same arrangement that can be observed in the fourth story. While there may have later been massive substitutions,[171] overall there seems to be a further simplification of the spaces. Generally speaking there are fewer details than in the lower levels; the carvings of faces are almost always reduced to inexpressive masks, have no pupils and often no detail around the eyes (Fig. 95). In just one case, significantly located on the south side, we can observe an outline which depicts a hairline along the forehead. Another head-figure, on the eastern side (Fig. 96), exhibits better quality of execution which brings to mind the corbels on the lower cornice.

[169] Excluding the figured capitals under the rood screen, the number of leafy capitals with eagles that was placed by Sandonnini under the reassembled complex does not chronologically refer to the straight line of the structure or to the semicircular pulpit; the arrangement of the pieces was random and probably the whole reset, already at the time of Bozzalino, with the addition of the semicircular pulpit, had to involve the construction of new capitals for the existing parts.; Grandi 1984, pg. 556, see also note 131, above.

[170] Trovabene 1984, article 36, pg. 52 ; Fantini 1999, file 1548, pg. 537. Another fragmentary composite capital can be compared to it: Trovabene 1984, file 38 pg. 54.

[171] For example, on the 8th corbel from the left on the eastern side there is a four-petalled flower, like others present in the lower cornice and on this floor inside the Torreggiani room, substituted in the seventies by a flower with folded petals; see Pedrazzi 2007-2008, pg. 10.



Fig. 89



Fig. 90



Fig. 91



Fig. 92



Fig. 93



Fig. 94



Fig. 95



Fig. 96



Fig. 97



Fig. 98



Fig. 99

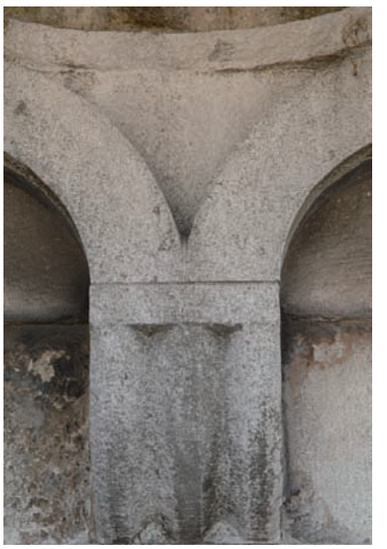


Fig. 100



Fig. 101



Fig. 102



Fig. 103

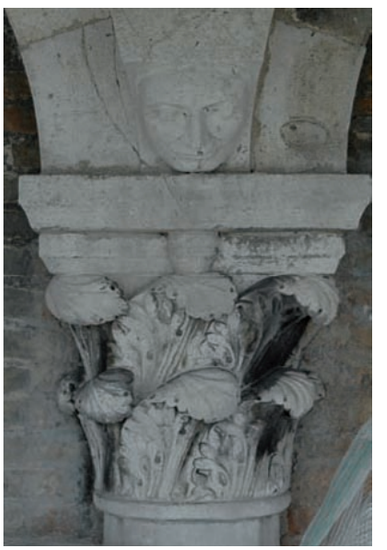


Fig. 104

Lo stesso si può osservare per le figurazioni animali, talora anche intere, come avveniva negli esempi già esaminati; tra le altre, una protome taurina, meglio conservata nelle superfici sebbene frammentaria (quinta mensola da sinistra del lato est fig. 97 M. E C5 05), richiama vagamente, come un'altra sopra uno dei capitelli delle trifore, l'analoga raffigurazione al centro dell'architrave della Porta Regia o quella murata all'esterno del Duomo, a sinistra della Porta della Pescheria (fig. 15), a suo tempo incongruamente segnalata da Montorsi come facente parte in origine della cornice del primo ripiano.[172] Negli elementi decorativi appaiono qui, pur nella generale semplificazione, i tipi già visti, con alcune varianti, come quello con sintesi del capitello composito, spesso senza ulteriori elementi di dettaglio (fig. 98 M. O C5 12); a questo si affianca invece un nuovo tipo di analoga ispirazione, che invece accosta volute del capitello corinzio a cui si sovrappone una foglia priva di nervature; in altri casi foglie lisce sono presentate singolarmente o in doppio ordine (fig. 99 M. E C5 10). Qualche perplessità può suscitare l'unica mensola a semplice profilo curvilineo e priva di figurazioni; la presenza di scanalature potrebbe però far rientrare questo pezzo tra quelli originari (fig. 100 M. N C5 08) Va infine segnalata a parte una protome leonina che si differenzia da tutte le altre della torre (quarta da sinistra del lato nord, fig. 101 M. N C5 04), in quanto chiaramente non realizzata per questa collocazione, ma riadattata in vista del montaggio; è difficile dire al momento se si tratti del reimpiego di materiale antico, oppure se costituisca una sostituzione tardiva, attuata nel corso dei restauri rinascimentali. I sedici capitelli delle trifore che si aprono su questo piano, due coppie per ogni lato – sui quali compaiono peducci che riportano figurazioni assai simili a quelle delle mensole, ma meglio conservate – richiamano gli esempi collocati nella bifora del piano inferiore. Negli otto esemplari collocati verso l'esterno prevalgono i tipi derivati dal corinzio antico, tra i quali si ha una certa prevalenza (sei capitelli) per l'impiego di foglie lisce (fig. 102 C. E 5 02), in un caso con protomi al posto del fiore d'abaco (fig. 103 C. S 5 02). Si osserva un unico caso del tipo "a foglie mosse dal vento" (fig. 104 C. E 5 01) che ricompare su un capitello a doppio ordine di foglie lisce nella loggia superiore della Porta Regia. Si resta però incerti qui, tenuto conto del lasso di tempo intercorso tra la costruzione dei due ripiani, se considerare questi pezzi come effettivamente più tardi rispetto ai capitelli delle bifore sottostanti; alcuni elementi, che si ritroveranno anche nei capitelli rivolti verso l'interno, portano invece a crederli eseguiti quanto meno insieme agli altri, e forse persino un po' prima.

[172] V. *supra*, note 59 e 94.

The same can be observed in animal depictions, sometimes full-body, as in examples we have already examined; among others, there is a bovine protome, better preserved on the surfaces, even though it is fragmentary (fifth corbel from the left on the east side Fig. 97). Like another on one of the trifores' capitals, it vaguely recalls an analogous portrayal at the center of the *Porta Regia* architrave or the walled one on the outside of the Cathedral, left of the *Porta Peschiera* (or Fish-market Door) (Fig. 15), which Montorsi once incongruously indicated as originally part of the first story cornice[172] Decorative elements already seen elsewhere appear here, in a simplified form, with some variations, such as that which synthesizes the elements depicted on the composite capital, often without any further detail (Fig. 98). Alongside this we find a new type of similar inspiration, which lines up Corinthian capital volutes overlaid with a veinless leaf; in other cases the smooth leaves appear singularly or in pairs (Fig. 99). There is just one corbel with a simple curvilinear outline and no decoration, and this might generate some perplexity; however, the presence of grooves may permit us to classify this piece among the original works (Fig. 100). Finally we should point out a lion protome that is different from all the others in the tower (fourth from left on the north side Fig. 101), as it was clearly not designed to be placed here, but readapted for this use; it is hard to determine if it was antique material that was readapted or a later substitution during the renaissance period restoration.
The sixteen capitals of the trifores that open onto this floor, two pairs for each side whose *peducci* imposts bear depictions that are quite similar to to those of the corbels, though better preserved, recall the examples located on the bifores of the lower floor. Antique Corinthian is the prevailing style of the eight examples placed towards the outside, most of which (six capitals) employ smooth leaves (Fig. 102), in one case protomes replace the abacus flowers (Fig. 103).
There is but one example of decoration with "wind-blown leaves" (Fig. 104) that reappears on a capital that contains a double row of smooth leaves, found in the upper tier of the *Porta Regia*. It is uncertain, given the temporal difference in the construction of the two floors, whether or not these pieces are effectively later works than the bifore capitals below; some elements of the capitals that point towards the inside lead us to believe that they were created at the same time, if not slightly earlier.

[172] See above note 59 and 94.



Fig. 105



Fig. 106



Fig. 107



Fig. 108



Fig. 109



Fig. 110

D'altra parte nulla vieta, come si è detto, che questi pezzi fossero pronti già ben prima di venire collocati in opera. La serie di otto capitelli posta all'interno della cosiddetta stanza dei Torregiani si collega, apparentemente con tre eccezioni, ai tipi visti all'esterno.
Qui, se si escludono i tre capitelli cubici posti negli angoli a sorreggere mensole su cui doveva poggiare un tempo un soffitto ligneo,[173] la serie consta di cinque capitelli ispirati come gli esterni al modello corinzio e di tre capitelli figurati.
I capitelli fogliacei riprendono tutti in vario modo, talora in modo più meditato, il tipo antico e si ricollegano ai capitelli montati verso l'esterno (figg. 105, 106). Al più, si potranno riconoscere alcune differenze esecutive e si potrà osservare che la serie verso l'interno presenta un maggior numero di pezzi nei quali il trattamento delle foglie è più minuto, mentre l'unico pezzo che presenta qui foglie lisce è probabilmente da considerarsi non finito (fig. 107).
Da ciò si potrà forse dedurre che la maggiore ricchezza decorativa abbia indotto a collocare questi pezzi in una posizione, nella cella campanaria, che ne permetteva un migliore godimento, pur sempre da parte di un pubblico assai ridotto. Solo un capitello (fig. 108), che però non vi è ragione per separare dalla serie, sembra manifestare un carattere anche più arcaizzante: nelle foglie angolari espanse a rivestire l'intero *kalathos* e a toccare le volute e nel fiore d'abaco abnormemente dilatato e fatto elemento decorativo a sé, il pezzo sembra richiamarsi alla sperimentazione "romanica" nel ripensamento del capitello antico. Tale indirizzo è ancora più palese nel capitello con quattro coppie di leoni rampanti (fig. 109), i cui corpi simmetricamente affrontati stanno sulle facce del capitello e le teste si fondono in una sola sui risvolti angolari. L'appartenenza al gruppo degli altri pezzi finora esaminati è, nonostante la differente impostazione, suggerita dal comune trattamento dell'abaco. Ma soprattutto non andrà trascurata la parentela che lega questi leoni a quello che in cima allo stipite destro della Porta Regia è collocato a illustrare, con l'aspide, il basilico, e il drago, i versi del Salmo 90 trascritti sugli abaci dei due capitelli che reggono l'architrave (fig. 110).[174]
Di gran lunga più isolati in questo contesto sono i restanti due capitelli, che portano figure umane rappresentate per intero e, in diversa misura, riunite in gruppo con intenzione narrativa. Abbiamo già esaminato il capitello con Davide, i musici e i danzatori, per collegarlo direttamente ai rilievi che si collocano due piani più sotto e allo scultore che da questo capitello e da quei rilievi ha ricevuto il nome di "Maestro di Davide".

[173] Montorsi 1976, p. 174.

[174] Lomartire 1984, Scheda E. 13, p. 400.

On the other hand, nothing excludes the possibility that these pieces were prepared much earlier than when they were placed in their current position.
The series of eight capitals inside the Torreggiani Room is clearly connected to exterior ones, with three exceptions.
Here, with the exception of three cubic capitals in the corners that were meant to support corbels upon which a wooden ceiling must have rested,[173] the series is made up of five capitals like the outside ones, inspired by the Corinthian model and three capitals decorated with figures. The leafy capitals all mirror in various ways, more or less deliberately, the antique style and are linked to the outward faces of the capitals (Figs. 105, 106).
For the most part, several differences are evident and the inward facing series has a larger number of pieces with more minute and detailed handiwork on the leaves, while the only piece that has smooth leaves is most likely unfinished (Fig. 107).
From this we might deduce that the greater decorative value must have determined their positioning in the bellfry where they would have received greater appreciation, even if by a very select audience.
Only one capital (Fig. 108), and there is no reason to separate it from the rest of the series, seems to exhibit an even more archaic style: given the the angular leaves that expand to cover the entire *kalathos* and reach the volutes and the abacus flower that is abnormally dilated and becomes an independent decorative element, the piece seems to recall a "romanesque" experimentation in the reformulation of the ancient capital. This tendency is even more obvious in the capital with four couples of rearing lions (Fig. 109), whose symmetrically placed bodies are placed on the face of the capital and their heads combine into a single head at the corners.
The fact that they belong to the same series of pieces we have just examined, even though the structuring is different, is evident by the use of the abacus flower.
But mainly, we must not overlook the resemblance of these lions to the one placed at the top of the right door jamb of the *Porta Regia*, which is located there to illustrate, along with the asp, basilisk and dragon, the verses of Psalm 90 inscribed in the abacus of the two capitals that support the l'architrave (Fig. 110).[174]
The other two capitals are much more isolated. They portray full human figures that are gathered together into a group as if to converse. We have already examined the capital with David, the musicians and the dancers, in order to connect them to the friezes two floors below.
The sculptor of the this capital and of the related frieze received the name of "Maestro of David".

[173] Montorsi 1976, pg. 174.

[174] Lomartire 1984, File 13, pg. 400.

Il secondo capitello è stato da tempo ricondotto a un secondo artista, detto "maestro dei Giudici" proprio in ragione del tema qui rappresentato, che fu già descritto nel XVI secolo da Giovanni Maria Barbieri (figg. 111-114).[175]

Come nell'altro pezzo, anche qui alcuni personaggi, rappresentati sulle facce, interagiscono con altri, che si mostrano come più importanti, collocati sugli angoli.

Il tema rappresentato è quello, sempre attuale, della buona e cattiva giustizia e dei suoi effetti, come già riconobbe il Porter.[176] Il senso allegorico e didascalico delle scene è reso sufficientemente chiaro dalla presenza di iscrizioni,[177] che invece erano assenti nell'altro capitello figurato, e già questo segnala che in quel caso si ritenne non necessario illustrare ulteriormente il contenuto delle raffigurazioni, sufficientemente esplicite e che dovremmo considerare, almeno in una certa misura, prive di un senso didascalico o allegorico (figg. 111, 112).

Sullo spigolo sinistro un'iscrizione incisa sull'abaco indica il personaggio sottostante come "*Iudex iustus*". Il giudice, il cui seggio è identico a quelli rappresentati nelle raffigurazioni di Davide già esaminate a Modena e a Parma, ha nelle mani un libro aperto con la scritta: "*Ulpianus libro primo digestorum*" e viene incoronato alla sua sinistra da un angelo che reca un cartiglio con la scritta "*Iudica equum*". Alla sua destra sta un altro personaggio che compie verso il giudice un gesto di omaggio, e sopra il quale un'iscrizione – e forse sono parole pronunciate dal personaggio predetto – esorta il giudice a rispettare il suo mandato: "*Si mandatum servaveris iuste iudicabis*". Sullo spigolo destro un uomo, che sta su un sedile uguale a quello del giudice, è mostrato in atteggiamento di disperazione; alla sua destra una donna, che anche qui solleva il lembo inferiore della veste (ma che non è in atto di danzare) accarezza l'uomo, e la scritta sull'abaco descrive la scena come la consolazione di un uomo oppresso dall'ingiustizia: "*Solatur virum gravatus ab iniquo iudice*". Sul lato sinistro, un diavolo alato con artigli ai piedi induce un ricco a dare soldi a un giudice ingiusto: "*Facit Diabolus ut dives det peccuniam iniquo iudici*". Il giudice, con un copricapo a cuffia, è raffigurato seduto, ma porta già al collo, a causa della sua iniquità, una grossa catena con cui Lucifero in persona, raffigurato sul lato oggi verso la parete e indicato dalla didascalia "*Lucifer*", mostra di tenerlo già in suo possesso. Dietro Lucifero un altro uomo, che porta in mano una borsa di denaro, si volge verso un altro giudice, il quale reca in mano un libro e indica una scritta non interpretabile a causa delle rotture della pietra;[178] la scena è descritta dalla didascalia come la corruzione di un giudice e si riferisce all'uomo con i soldi: "*Offert peccuniam pro falsa sentencia*". Al di là del senso generale, assai

A second capital has been attributed some time ago to another artist, called "the Maestro of the Judges" because of the theme represented by his work, described in the 16th century by Giovanni Maria Barbieri (Figs. 111-114).[175]

As in the other piece, here some figures portrayed on the sides interact with other, apparently more important characters placed at the corners. The still-current theme depicted is that of good and bad justice and their effects, as recognized by Porter.[176]

The allegorical and instructive tone of the scenes is made sufficiently clear by the accompanying inscriptions[177] absent on the other decorative capital, which in itself demonstrates that in that case there was no need to further illustrate the content of the story portrayed, as it was sufficiently explicit and can be considered to a certain extent devoid of any allegorical or instructive content whatsoever (Figs. 111, 112).

The inscription on an abacus flower on the left corner identifies the character below it as "*Iudex iustus*". The Judge, whose bench is identical to that contained in the portrayals of David that have already been examined in Modena and in Parma. He holds an open book in his hands with the words: "*Ulpianus libro primo digestorum*" and he is being crowned by an angel at his left who holds a scroll with the words "*Iudica equum*". At his right there is another figure that is giving homage to the judge, with an inscription containg the words spoken by the figure which exhort the judge to respect his mandate: "*Si mandatum servaveris iuste iudicabis*". On the right corner there is a man seated on another bench like that of the judge, who is depicted as desperate; on his right is a woman, who raises the lower hem of her gown (but not in the act of dancing) and caresses the man. The writing on the abacus describes the scene as the consolation of a man who is oppressed by injustice: "*Solatur virum gravatus ab iniquo iudice*". On the left side, a winged demon with claws forces a rich man to give money to an evil judge: "*Facit Diabolus ut dives det peccuniam iniquo iudici*". The judge with a bonnet-like cap, is depicted seated, but because of his wickedness he already wears a large chain around his neck held by Lucifer himself, standing towards the wall and identified by the word "*Lucifer*". He appears to already have the judge in his possession. There is another man behind Lucifer, who carries a money purse that he offers to yet another judge, who has a book in his hands, but the writing on it is illeggible since the stone is broken;[178] the scene is described in a caption as the corruption of a judge and refers to the man with the money as "*Offert peccuniam pro falsa sentencia*". Beyond the general meaning of the scene, which is clear enough on its

chiaro in sé, un indizio per la comprensione di questa scultura è dato proprio dalla scritta nel libro del giudice giusto. Il riferimento, letteralmente a: "Ulpiano nel primo libro del Digesto" fa riferimento ai passi di Eneo Domizio Ulpiano (II-III sec. d.C.) contenuti nel primo libro del *Digesto*, che ha come argomento la natura e i fini della Giustizia, che è "ars boni et æqui", e individua l'ufficio del giudice, quale sacerdote, nel separare il giusto dall'ingiusto.[179]

own, a clue to the comprehension of the sculpture is provided by the writing on the book of the good judge. The reference is literally "Ulpiano in the first book of Digestus" which refers to passages of Eneus Domitius Ulpianus (II-III sec. a.D.) contained in the first book of *Digestus*, whose topic is the nature and purpose of Justice, which is an "*ars boni et æqui*", and it identifies the task of judge, as much as a priest, to separate the just from the unjust.[179]



Fig. 111



Fig. 112



Fig. 113



Fig. 114

[175] Bertoni 1919, n. XV.
[176] Porter 1917, p. 34.
[177] Lomartire 1984, Scheda E. 15, pp. 402-403.
[178] Nella scheda su questa iscrizione pubblicata nel 1984 (v. nota precedente) ho tentato di proporre una possibile lettura di questa scritta come "Pretor pacis", che però, a ben vedere, non regge né sotto l'aspetto epigrafico né sotto quello del senso.
[179] Dig. 1.1.1.1. Ulpianus 1 inst. "Cuius merito quis nos sacerdotes appellet: iustitiam namque colimus et boni et aequi notitiam profitemur, aequum ab iniquo separantes, licitum ab illicito discernentes, bonos non solum metu poenarum, verum etiam praemiorum quoque exhortatione efficere cupientes, veram nisi fallor philosophiam, non simulatam affectantes".

[175] Bertoni 1919, n. XV.
[176] Porter 1917, pg. 34.
[177] Lomartire 1984, File E 15, pgs. 402-403.
[178] In the article on this inscription published in 1984 (see above note) he attempted to propose a possible reading of this writing as "*Pretor pacis*", that now seems unlikely from both an epigraphic standpoint and in terms of meaning.
[179] Dig. 1.1.1.1. Ulpianus 1 inst. "Cuius merito quis nos sacerdotes appellet: iustitiam namque colimus et boni et aequi notitiam profitemur, aequum ab iniquo separantes, licitum ab illicito discernentes, bonos non solum metu poenarum, verum etiam praemiorum quoque exhortatione efficere cupientes, veram nisi fallor philosophiam, non simulatam affectantes".

Questo dato non è secondario, dal momento che è stato suggerito che in questo capitello, che Porter giudicava "una sorta di trattato sui buoni e sui cattivi giudici",[180] simili contenuti non possano essere stati indicati che da un esperto, e che in questo capitello devono forse vedersi i riflessi dell'insegnamento a Modena del giurista Pillio da Medicina, nell'ultimo ventennio del XII secolo.[181]

I caratteri grafici delle iscrizioni non contraddicono una simile datazione, dal momento che possono essere confrontati con altri esempi, soprattutto sul pontile, o anche con l'iscrizione che ricorda la consacrazione da parte di Papa Lucio III nel 1184 incisa sulla parete sud del Duomo.

Nel confronto con il vicino capitello di Davide la critica ha giustamente ravvisato qui l'opera di un diverso maestro, sebbene da una disamina del dato stilistico si possano individuare almeno due mani: una responsabile dei personaggi angolari e l'altra che eseguì alcune delle figure sulle facce (almeno il personaggio a destra del giudice giusto e quello con in mano la borsa sul lato ora tergale). Per quest'ultimo scultore riusciamo a cogliere tangenze con i rilievi sul parapetto del pontile, soprattutto nei tratti del volto, duri e un poco allungati e schiacciati, che si potranno ritrovare, ma in forma traslata, in altre sculture generalmente connesse al gruppo modenese, come ad esempio i capitelli di San Vitale dei Carpineti, che mostrano la propagazione del linguaggio campionese di Modena e sulle quali esiste una bibliografia assai nutrita e fin troppo articolata, alla quale si rinvia.[182]

Osservando la distribuzione delle figure sui capitelli della Torre si deve constatare che i due pezzi, di misure uguali, mostrano la stessa logica compositiva, che De Francovich acutamente accostò ai capitellini antelamici conservati alla Galleria Nazionale di Pama.[183] Inoltre, le tangenze con le diverse personalità attive al pontile indicano in modo piuttosto chiaro che i pezzi facevano parte di un insieme, o che comunque sono stati eseguiti da scultori di uno stesso atelier e nello stesso momento.

Le ipotesi un tempo formulate circa la funzione della stanza dei Torresani come aula di giustizia si rivelano poco plausibili, come è stato osservato.[184] I due temi rappresentati possono forse essere intesi come complementari – e bisognerebbe vedere se un nesso possa effettivamente trovarsi – ma non vi è dubbio che quello di Davide attiene in modo generale all'ambito della religione, mentre quello dei Giudici richiama più direttamente un tema civile. Non è possibile sapere, in mancanza di notizie più circostanziate, se la torre, o un altro contesto, fosse la destinazione originaria della coppia; ma si può comunque dire che la doppia tematica

This is not a minor point, since it has been suggested that the statements on this capital, which Porter considered "a sort of treatise on good and bad judges",[180] could have only been made by an expert, and perhaps this capital reflects the teachings in Modena of the jurist Pillio da Medicina, in the last twenty years of the 12th century.[181]

The graphic characters of the inscription are not contradictory of such a date, as they can be compared with other examples, especially on the rood screen, or even with the inscriptions that recall the consecration by Pope Lucius III in 1184 engraved on the south wall of the cathedral.

In comparison to the nearby capital of David, the critics have rightly identified here the work of a different master, although from a stylistic examination of the data, at least two different hands can be found: one responsible for the corner characters and the other that made some of the figures on the walls (at least the character on the right of the just judge and the one holding the bag on the side which is now in the rear).

For this last sculptor we can draw some parallels with the frieze on the parapet of the rood screen, especially in the facial features, hard and a little elongated and flattened, that can be found, but in somewhat altered form in other sculptures generally related to the group from Modena, as for example those of the capitals of San Vitale dei Carpineti, that demonstrate the spread of the style of the Campionese Masters in Modena, and about which a very rich and even too articulated bibliography exists to which we refer.[182]

Observing the distribution of the figures on the capitals it must be noted that two pieces of the same size show the identical compositional logic, which De Francovich astutely matched to the small capitals by Antelami preserved at the National Gallery in Parma.[183]

Furthermore, the links with the different characters present on the rood screen indicate rather clearly that the pieces were part of a set, or that in any case, had been made by sculptors of the same workshop and at the same time.

It has been observed that the hypothesis once formulated regarding the function of the Torresani room as courtroom has proved to be implausible.[184]

The two themes represented could perhaps be understood to be complimentary – and we should see if a connection can actually be found – but there is no doubt that David in general belongs to the world of religion, while that of the Judges recalls more directly a civil theme.

As detailed information is missing, it is not possible to know whether the tower or some other context was the original destination of the pair; but it can however be said that the double religion/civil theme seems to illustrate the two

religiosa/civile sembra rispecchiare il doppio valore della torre, come simbolo dell'autorità religiosa e al tempo stesso dell'identità civica, come è testimoniato anche dai documenti. Piuttosto è lecito domandarsi come mai i due capitelli – e forse anche altri – siano stati collocati in questa zona, dal momento che paiono doversi datare ben prima dell'inizio del Duecento,[185] che rappresenta il termine cronologico più affidabile, sulla base delle osservazioni sin qui fatte, per il completamento del quinto ripiano della torre (ante 1217).

Il quesito resta per ora senza soluzione; poiché il cambiamento di destinazione avvenne poco tempo dopo la confezione dei pezzi, è possibile che essi, e almeno questi due figurati, siano rimasti per un certo lasso di tempo in attesa di essere posti in opera, certo in una collocazione che doveva permetterne l'osservazione su tutti i lati. Venuta eventualmente meno l'occasione o la funzione cui erano destinati, essi rimasero nel cantiere fino al loro montaggio nella nuova cella campanaria.

A parte le illazioni, quello che è certo è che i due capitelli appartengono ancora, insieme agli altri, al gruppo di opere approntate al tempo della prima grande campagna edilizia e decorativa campionese – e potremmo anche azzardarci a dire per brevità: di Anselmo e di Otacio da Campione – prima della realizzazione delle impegnative opere al Duomo avviate durante il massariato di Bozzalino, e che dal rifacimento della zona presbiteriale porteranno dopo qualche tempo alla creazione dello pseudo transetto e poi agli altri interventi.

È un fatto, però, che nella Torre, come pure nel pontile, nel pulpito duecentesco, nella Porta Regia non si trova in opera un solo capitello del nuovo tipo à *crochet* che in Duomo farà più tardi la sua comparsa sulle alte semicolonne del presbiterio campionese, poi sui frontoni dello pseudo transetto o nella cancellata marmorea del presbiterio, e infine del rosone; né va trascurato che proprio quest'ultimo tipo di capitello sarà costantemente riprodotto nella veste pittorica con cui i Campionesi ricoprirono l'interno dell'edificio.[186] Tutto ciò può valere come ulteriore segnale che a quel tempo la campagna edilizia della torre, portata fino al quinto ripiano, si considerava conclusa.

values of the tower, as symbol of a religious authority and at the same time the civil identity, as can be testified by the documents.

It is legitimate to ask why the two capitals – and perhaps others – have been placed in this area since they appear to have been crafted well before the beginning of the 1200s,[185] according to the most reliable dating, based on the observations made so far regarding the completion of the fifth level of the tower (before 1217).

For the moment the question remains unanswered, as the destination of the pieces was changed shortly after they were produced. It is possible that they, at least in the case of these two figures, having been prepared for a different location, remained waiting for a certain amount of time pending installation, which would certainly be in a position where they could be observed from all sides. As the opportunity or the function did not arise they remained on the work site until their new position in the new belfry. Conjecture aside, what is certain is that the two capitals still belong, together with others, to the group of works made at the time of the first major building and decorating campaigns by the Campionese Masters and we might even venture to say precisely by Anselmo and Otacio Campione – before implementing the challenging Cathedral work undertaken during the administration of Bozzalino and that, from the rebuilding of the rectory area, after some time would lead to the creation of the pseudo transept and then to other interventions.

However, it is a fact that in the tower, as on the rood screen, in the thirteenth century pulpit and on the Porta Regia, no capitals of the new *crochet* type are found, which in the Duomo will later appear on the high semi-columns of the Campionese rectory, then on the gables of the pseudo transept and in the marble gate of the rectory and finally in the rose window; nor should it be overlooked that this type of capital will be repeatedly reproduced in the pictorial style with which the Campionesi Masters covered the whole building.[186] All this can serve as a further sign that the building campaign of the tower, which at that had reached the fifth level, was considered completed.

[180] Porter 1917, p. 34.
[181] Mor 1941, pp. 58-60; per la disamina delle diverse posizioni rinvio a Lomartire 1984, Scheda E. 15, pp. 402-403.
[182] V. *supra*, nota 159.
[183] De Francovich 1952, pp. 157-158; Orlandini e Ceccarelli 1975, p. 59.
[184] Montorsi 1976, pp. 111-117.
[185] Va ricordato che la datazione al 1169/1179 attribuita comunemente a questi due capitelli si basava sulla convinzione che essi fossero stati eseguiti per questa collocazione, e che tale data si riferisse al completamento della torre; cfr. Salvini 1966, pp. 151-152.

[180] Porter 1917, pg. 34.
[181] Mor 1941 pgs. 58-60. See the examination of different positions on the topic Lomartire 1984, File E 15, pgs. 402-403.
[182] See above note 159.
[183] De Francovich 1952, pgs. 157-158; Orlandini and Ceccarelli 1975, pg. 59.
[184] Montorsi 1976, pgs. 111-117.
[185] Keeping in mind that the dates 1169/1179 were given to these two capitals based on the conviction that they had been prepared for this location and that such a date refers to the completion of the tower; cfr. Salvini 1966, pgs. 151-152.

A uno sguardo complessivo anche della struttura architettonica della torre riferibile alla campagna edilizia e decorativa condotta dai Campionesi prima del sopralzo documentato nel 1261, appare evidente che le superfici lapidee del paramento dei tre ripiani terminali presentano una totale affinità nel paramento, omogeneamente allestito in corsi pseudo-isodomi, come pure nell'uso dei materiali.
Sotto questo aspetto è qui testimoniato il progressivo incremento dell'impiego di pietra di Aurisina (fatte salve le pietre di sostituzione), che nel terzo ripiano è ancora frammista a una certa quantità di trachite e di pietra di Vicenza, impiegata per le lesene e per gran parte della cornice ad archetti, mentre nel quarto e quinto ripiano essa è adottata in modo pressoché esclusivo, con la sola eccezione di sporadici blocchi in pietra di Vicenza nel quarto ripiano, in particolare per le mensole, e di trachite nel quinto, anche qui con elementi della cornice, e ancora le mensole, in pietra di Vicenza.[187]
A margine delle considerazioni fatte sulla scultura, si può riflettere sul valore cronologico, oltre che tecnico-costruttivo, da attribuire all'uso di questo materiale, impiegato massicciamente a questa quota per la prima volta in modo estensivo.
Dal punto di vista della statica, ma anche dell'aspetto cromatico delle superfici esterne, la scelta si rivelava decisiva, ma presupponeva una disponibilità ingente di tale materiale lapideo, che dovette essere recuperato da manufatti di età romana, traendo profitto dalla citata concessione, nel 1167, agli scavi in città per la fabbrica della cattedrale.[188]
È stato osservato però che la quantità di pietra di Aurisina impiegata nella torre e le pezzature dei blocchi del paramento restano difficili da spiegare con il solo ricorso allo scavo di manufatti lapidei connessi a sepolture, e inducono a pensare piuttosto alla spoliazione dei resti di un edificio pubblico della città romana, come l'anfiteatro:[189] e ciò doveva rientrare evidentemente nelle prerogative conferite già nel 1167.
Se si confronta questa situazione con quella del Duomo, si osserva che gli interventi campionesi di maggior portata operati sulla struttura lanfranchiana, e cioè l'apertura della Porta Regia, e poi la sopraelevazione del presbiterio e la creazione dello pseudo-transetto, mostrano invece l'impiego massiccio di pietra di Verona, unitamente al reimpiego di elementi scultorei di recupero. Per il rosone verrà invece preferita l'arenaria.[190]
Solo a partire dal sesto ripiano della torre, e poi nell'intero coronamento ottagonale e nella guglia, si potrà assistere all'uso

A comprehensive glance at the architectural structure of the tower, fruit of the building and decorative campaign carried out by the Campionesi before building resumed as documented in 1261, reveals that the surfaces of the outer stone facing of the final three levels are in total affinity in terms of facing, evenly arranged in a *pseudo isodomum* layout, as well as in the use of the materials. In this respect there is testimony of the progressive increase in the use of Aurisina Stone (except for the replaced stones), which on the third level is still mixed with a certain quantity of trachyte and Vicenza Stone used for the pilasters and for much of the arched cornices, while on the fourth and fifth level it has been more or less exclusively used, with the only exception of sporadic blocks in Vicenza Stone on the fourth level, in particular for the corbels, and trachyte on the fifth level, again with elements of the cornice and the corbels in Vicenza Stone.[187]
Further considerations on the sculpture invite speculations as to what kind of chronological value, beyond the technical-constructive, to attribute to the use of this stone, heavily used at this height for the first time in an extensive way. From a static point of view, but also for the color appearance of the outer surfaces, the choice proved to be decisive, but required an enormous quantity of this stone, which had to be recovered from artifacts of the Roman period, taking advantage of the planning permission in 1167, for excavations in the city for materials for the building of the cathedral.[188] It was however noted that the quantity of Aurisina stone used for the tower and the size of the outer stone blocks is difficult to explain if only the stone artifacts coming from the excavations of burial sites were employed. This leads us to consider that the remains of a public building of the Roman city, such as the amphitheater must have been used,[189] which must have evidently been a prerogative of the excavation concessions conferred in 1167.
Regarding, instead, the situation of the Duomo, we can see that the major Campionese interventions carried out on the Lanfranchian structure, namely the opening of Porta Regia followed by the elevation of the rectory and the creation of pseudo-transept, show a massive use of Verona Stone, together with the re-use of recovered sculptural elements, with sandstone preferred for the rose window.[190] Only from the sixth level of the tower and then for the entire octagonal crown and in the spire can the massive use of ammonitico Verona limestone be seen.

massiccio di calcare ammonitico veronese. Sarebbe imprudente voler ricavare da queste osservazioni indicazioni di ordine cronologico assoluto.
Intanto appare infatti chiaro, almeno come indizio e spunto di riflessione, che in ognuno dei due edifici si perseguirono istanze estetiche coerenti, e che per gli interventi al Duomo l'impiego del calcare rosato veronese abbia voluto costituire un elemento distintivo, di impreziosimento cromatico (che sarà anzi sottolineato dalla sua riproposizione pittorica all'interno del transetto campionese),[191] della compagine architettonica esistente: con il risultato, forse anche consapevolmente ricercato, di una sorta di operazione filologica *ante litteram* che isola, valorizzandolo, il progetto di Lanfranco, profondamente compreso e apprezzato dai Campionesi.
D'altro canto un simile riconoscimento al genio dell'antico architetto pare confermato a questa data da molti indizi, a partire dal rifacimento dell'epigrafe che ne celebra la perizia, collocata all'esterno dell'abside maggiore, non a caso sui "nuovi" spazi civici, proprio durante gli interventi edilizi del primo quarto del Duecento.[192]
Ma è anche probabile che per la torre l'impiego estensivo della pietra di Aurisina segnali un precoce approvvigionamento di tale materiale e la sua destinazione privilegiata al cantiere della torre, prima dell'avvio degli interventi più consistenti al Duomo, e che pertanto agli inizi del Duecento si sia pensato di ricorrere all'acquisto di calcare ammonitico veronese.
È pur vero che nel Duomo questo materiale era già stato usato, in luoghi selezionati (le colonne dell'interno), al tempo di Lanfranco, e che le facciate delle cattedrali di Piacenza e di Ferrara, tra le altre ne facevano uso già dalla prima metà del XII secolo. Ma proprio agli inizi del Duecento il calcare di Verona mostra infatti una grande diffusione nell'architettura dell'Italia del nord; esempio significativo ne è il battistero di Parma, il quale secondo la testimonianza della *Cronaca* Salimbene de Adam non si costruiva se non in pietra di Verona, al punto che il blocco della fornitura, disposto da Ezzelino da Romano ai tempi del contrasto della città con l'imperatore Federico II, provocò l'interruzione del cantiere.[193]

It would be imprudent to attempt to draw conclusions from these observations to indicate absolute chronological order. In the meantime it appears clear, or at least is worth considering, that in both buildings the aesthetic instances pursued were coherent to that of the existing architectonic structure and that for the interventions to the Duomo pink Verona limestone was chosen as a distinctive element, providing chromatic embellishment (which will be underlined by its pictorial repetition on the inside of the Camponese transept),[191] resulting in a perhaps consciously sought *ante litteram* philological operation that isolates, at the same time highlighting, the Lanfranco project, profoundly comprehended and appreciated by the Campionese. On the other hand a similar acknowledgment of the genius of the old architect seems confirmed at this date by many clues, beginning with the reconstruction of the epigraph celebrating his expertise, found on the outside of the main apse, not coincidentally on the "new" civic spaces, precisely during the building works of the first quarter of the thirteenth century.[192]
It is also probable that the extensive use of Aurisina stone for the tower was due to its early acquisition and privileged destination to the tower's work site, before the more consistent interventions on the Duomo were even begun, and that, however, at the beginning of the thirteenth century the plan had been to purchase ammonitico Verona limestone. It is true that this material had already been used in the Cathedral in selected places (the inside columns), in Lanfranco's time and that the façades of the cathedrals in Piacenza and Ferrara, among others, had already been using it from the first half of the 12th century. However, right from the beginning of the thirteenth century, Verona limestone was widespread throughout the architecture in the north of Italy: a significant example is in the Baptistery of Parma, which according to the testimony of *Cronaca* Salimbene de Adam, would not have been built had Verona limestone not been available, to the point that when supply was interrupted by order of Ezzelino da Romano during the conflict between the city and Emperor Federico II, work on the construction was halted.[193]

[186] Autenrieth 1984, pp. 243-245.
[187] Lugli *et al.* 2009, fig. 2, p. 98.
[188] V. *supra*, nota 54.
[189] Lugli *et al.* 2009, pp. 114-115.
[190] Per i materiali del rosone cfr. Pedrazzi 2005-2006, pp. 60-94.
[191] Autenrieth 1984, p. 260.
[192] Lomartire 1999, pp. 124-125.
[193] Lomartire 1995, p. 216.

[186] Autenrieth 1984, pgs. 243-245.
[187] Lugli *et al.* 2009, fig. 2, pg. 98.
[188] See above note 54.
[189] Lugli *et al.* 2009, pgs. 114-115.
[190] For the material of the rose window: Pedrazzi, 2005-2006, pgs. 60-94.
[191] Autenrieth 1984, pg. 260.
[192] Lomartire 1999, pgs. 124-125.
[193] Lomartire 1995, pg. 216.

Per Modena risultano piuttosto chiari i riferimenti cronologici della Porta Regia, che fa largo uso di calcare veronese; un documento del 1231 dice la già costruita, ma la sua datazione è anzi da collocare piuttosto agli inizi del secolo, confermando i rapporti segnalati con i capitelli della torre. L'impiego intensivo della pietra di Verona si osserverà da ora in poi negli interventi, da scalare necessariamente al tardo periodo del massariato di Bozzalino e verso il quarto o quinto decennio del Duecento (già nel periodo del massariato di Ubaldino), al transetto e al presbiterio.[194]

A questo proposito è di grande interesse un documento del 10 gennaio 1230, nel quale Ubaldino destina il ricavato di un contratto enfiteutico all'acquisto di "pietre marmoree" fornite da un mercante veronese.[195] Posto che il termine "petris marmoreis" si applica benissimo al calcare ammonitico, il documento viene a segnalare una fase, certo in atto già da tempo, in cui la *fabrica* si approvvigionava di materiali da destinare evidentemente a interventi al Duomo. A ciò va infine aggiunto, per gli aspetti pertinenti alla decorazione, il fatto che nelle fasi avanzate del cantiere si assisterà, come si è accennato, all'uso pressoché esclusivo dei nuovi capitelli *à crochet*.

È all'incirca in quest'epoca dunque, o anche un poco prima, ma non entro il 1169/1179, come ritenuto generalmente, che più verosimilmente si colloca la conclusione dei lavori di edificazione dei primi cinque ripiani della Ghirlandina. Sulla base di alcuni elementi trasmessi dai documenti, il suo a coronamento doveva prevedere delle torricelle angolari o una torretta centrale, il *turricellum* al quale allude la citata notizia del danno prodotto da un fulmine nel 1217.[196] Dello stato della torre prima della sua sopraelevazione con l'aggiunta del sesto ripiano e del coronamento ottagonale sono state fornite interpretazioni diverse,[197] ma la struttura doveva dunque prevedere un coronamento, magari anche in scala ridotta, del quale non rimane altra memoria,[198] dal momento che dovette essere smantellato al momento della sopraelevazione della torre.

For Modena, chronological references to the Porta Regia, largely constructed of Verona limestone, are quite clear: a document dated 1231 declared that it had already been built, but in fact it can be dated to the beginning of the century, confirming the relationship we have inferred with the capitals of the tower. The extensive use of Verona limestone can be seen in the interventions from this point forward, necessarily cut back during the late period of the Bozzalino administration and towards the fourth or fifth decade of thirteenth century (by now the Ubaldino administration), in the transept and the rectory.[194]

In this regard, of great interest, then, is a document dated January 10th, 1230, in which Ubaldino allocates the proceeds of a long lease contract to the acquisition of "marble stones" supplied by a Veronese merchant.[195]

Since the term "petris marmoreis" is perfectly applicable to ammonitic limestone, the document refers to the already ongoing phase, in which the *fabrica* was acquiring the material evidently destined for the interventions to the Duomo.

Finally, we might add, regarding the relevant aspects of the decorations, in the advanced stages of construction a new system of *à crochet* capitals was almost exclusively used, as we have already mentioned. It was more or less during this period, or even a little earlier, but not before 1169/1179, as generally believed, that the construction work on the first five levels of the Ghirlandina was most likely concluded.

On the basis of some elements transmitted by the documents, it was meant to have been crowned with corner turrets or a small, central tower: the *turricellum* to which the above-mentioned report of damage caused by lightning in 1217 alludes.

Different interpretations,[197] have been given regarding the state of the tower before the addition of the sixth level and its octagonal crown, but the structure must have had some kind of crown, at least a small one, of which no trace remains,[198] since it would have had to have been dismantled at the time that the height of the tower was increased.

[194] Per una proposta assai ragionevole di scansione cronologica di questi interventi cfr. Autenrieth 1984, p. 244: "(…) presbiterio nuovo e transetti sopraelevati 1200-20 ca., la grande decorazione dipinta 1120-30, il rosone 1230-44 ca., immediatamente successiva la decorazione della controfacciata". Alla fase del primissimo Duecento, o di poco precedente, dovrebbe ascriversi anche la costruzione della Porta Regia.

[195] Modena, Arch. Cap., cod. O.II.11, cc. 263v-264v., in particolare, c. 264r: "quos denarios [Ubaldinus] fiat"; c. 264v: "confessus se debere expendere in evidenti utilitate ecclesie, videlicet Abriano Isuardi de Verona pro petris marmoreis quas pro labererio (sic) eidem massario vendidit"; in ragione della data del documento, l'acquisto deve riferirsi al 1229.

[196] V. *supra*, nota 29, e testo corrispondente.

[197] Montorsi 1976, pp. 296-303, produce le ricostruzioni grafiche e discute, oltre alle proprie, le diverse proposte avanzate da Quintavalle 1964-1965 e Salvini 1966. Si rimanda ora a Dieghi 2009 (in particolare pp. 56-61) per una disamina delle varie ipotesi.

[198] Per il riconoscimento di parti delle antiche torrette angolari inglobate nell'ultimo ripiano della torre, sotto il tamburo ottagonale, cfr. Montorsi 1976, pp. 127-133 e pp. 170-184; v. inoltre il contributo di Donato Labate in questo volume.

[194] For a reasonable proposal of chronological scansion of these operations, see Autenrieth 1984, pg. 244 "(…) presbiterio nuovo e transetti sopraelevati 1200-20 ca., la grande decorazione dipinta 1120-30, il rosone 1230-44 ca., immediatamente successiva la decorazione della controfacciata". At the very beginning of 1200, the construction of Porta Regia should be ascribed.

[195] Modena, Arch. Capg., cod. O.II.11, cc. 263v-264 see, in part. (c. 264) "quos denarios [Ubaldinus] fiat / (c. 264v) confessus se debere expendere in evidenti utilitate ecclesie, viof theicet Abriano Isuardi de Verona pro petris marmoreis quas pro labererio (sic) eidem massario vendidit"; with regard to the date on the document, the purchase must refer to 1229.

[196] See note 29 above and corresponding text.

[197] Montorsi 1976, pgs. 296-303 produces the graphical reconstruction of the different proposals put forward by Quintavalle 1964-1965, Salvini 1966, Montorsi 1976. See Dieghi 2009, in part. pgs. 56-61 an examination of the various proposals.

[198] For the recognition of some of the antique corner towers incorporated at the last level of the tower, under the octagonal drum: Montorsi 1976, pgs. 127-133, 170-184; see also contribution by Donato Labate in this volume volume.

La fase conclusiva e gli ultimi interventi campionesi

Il sopralzo avviato nel 1261 costituì una palese addizione, persino sproporzionata, alla struttura che fino a quel tempo dovette probabilmente essere considerata compiuta.
L'idea di una copertura di gusto più aggiornato e "internazionale" della sommità della torre ne fu certo il movente, e forse da lungo tempo si meditava al simile progetto, forse pensando a forme meno colossali rispetto a quelle poi effettivamente realizzate.
Ma tra la fase campionese conclusa entro il 1217 circa e l'avvio del sopralzo avevano certo avuto luogo i grandi lavori edilizi al Duomo, che avevano probabilmente assorbito totalmente le finanze dell'amministrazione della *fabrica*. Solo dopo la conclusione di questa lunga e impegnativa campagna di rinnovamento, che comprende anche il rosone e la riconfigurazione dell'interno dell'edificio per mezzo di un esteso complemento pittorico,[199] si poté pensare a un aggiornamento della torre per mezzo dell'aggiunta di un coronamento nel senso proprio del termine, di una "ghirlanda" ottagonale, come poco più tardi si sarebbe fatto per la torre della cattedrale di Cremona. A questa data, come si deduce dai documenti che sono stati prima citati, i lavori dovettero probabilmente essere intrapresi dalle maestranze guidate da quell'Enrico da Campione – sempre che in lui vada riconosciuto il Guido *de Commo* citato dai documenti fino al 1269 – che aveva quasi vent'anni prima sollecitato un aggiornamento dell'antico contratto di Anselmo e che forse solo in età giovanile aveva visto concludere i lavori al quinto ripiano della torre condotti dai suoi predecessori, ma che di fatto aveva verosimilmente espletato il suo ruolo soprattutto nella campagna di rinnovamento del Duomo. Il carattere aperto ad aggiornamenti e a nuove esperienze del cantiere condotto da Enrico nella cattedrale non è solo testimoniato dalla possibilità, contemplata nel contratto del 1244 (e forse anche in quello precedente), di reclutare lapicidi e scultori anche al di fuori del clan familiare, a patto che "magistri fuerint huius artis", ma dal ritrovare presenze significative, verso la metà del secolo, che mostrano contatti con altri cantieri importanti del momento – come d'altra parte è stato dimostrato ad esempio per i rapporti, conseguiti anche per via di legami di famiglia, documentati nel corso del Duecento tra alcuni cantieri toscani e il Duomo di Trento, iniziato a costruire nel 1212 da un altro "Campionese", Adamo da Arogno.[200]

[199] Autenrieth 1984, pp. 243-245.

[200] Ascani 1991, pp. 110-111, n. 5.

The final stage and the last interventions by the Campionese masters

It is obvious that the upper floors built onto the tower in 1261 constituted a supplementary, even disproportionate addition to a structure which up to that point had probably been considered completed.
The idea of a more modern and "international"-styled cover for the summit of the tower was certainly the reason for this intervention and perhaps such a project had been contemplated for a long time, though perhaps less colossal than that which was then actually realised.
But between the phases carried out by the Campionese Masters which ended around 1217 and the start of the work on the new summit there was certainly some important building work done to the Cathedral, which probably absorbed all the financial resources of the *fabrica* administration. It was only after the end of this long and tiring renovation campaign, which also included the addition of the rose window and the reconfiguration of the inside of the building with extensive, painted ornamentation,[199] that one could think of updating the tower by adding a crown, in the very sense of the word, in the shape of an octagonal "garland", as would also be done to the tower of Cremona Cathedral shortly afterwards.
As can be deciphered from the aforementioned documents, at this time the work was probably undertaken by the workers under Enrico da Campione – accepted that he was indeed the "Guido *de Commo*" mentioned in documents until 1269 – who was twenty years old when first engaged to update Anselmo's old contract and who probably was only old enough to watch the work being completed on the fifth floor of the tower by his predecessors, but who had in fact very likely already been instituted to his role especially by the time the campaign for renewing the Cathedralwas underway. Enrico's open attitude to updates and new experiments in the construction site of the Cathedral is not only shown by the possibility, as contemplated in the 1244 contract (and perhaps even in the previous one), of recruiting masons and sculptors even from outside the family clan, on the condition that "magistri fuerint huius artis", but also by discovering important evidenceof contact towards the middle of the century with other important sites of the time – just as, on the other hand, the relationships were shown for example, obtained also thanks to family connections, documented during the 13th century between some Tuscan sites and Cathedral in Trento, begun in 1212 by another "Campionese", Adamo da Arogno.[200]

[199] Autenrieth 1984, pgs. 243-245.



Fig. 115



Fig. 116

Così, taluni episodi possono essere plausibilmente ricondotti a tangenze con la coeva scultura toscana di estrazione "lombarda", come le figure di angeli alla sommità dei frontoni della facciata e del presbiterio, o ancor più la solenne figura del Cristo giudice al colmo del rosone, in cui sono stati visti rapporti, più o meno diretti, con le opere pistoiesi di Guido da Como.[201]
Le scelte decorative operate da Enrico e dai suoi collaboratori nella fase finale della Ghirlandina portarono all'abbandono degli articolati complementi scultorei che si erano adottati nei ripiani inferiori. Simili scelte si possono osservare nella confezione dei capitelli delle trifore del sesto ripiano e delle bifore archiacute del soprastante tamburo ottagonale. In queste aperture, anche in considerazione della grande distanza da terra, è adottato un tipo di capitello geometrico ad angoli scantonati dal profilo assai semplice (fig. 115 C. O6 01); è il ricorrere di questi elementi "linguistici" per così dire, che, come è già stato da tempo osservato,[202] mostra il sesto ripiano e l'ottagono a esso sovrapposto come frutto di un progetto unitario.[203] Certo il maggiore impegno nella fornitura di un arredo scultoreo per la "ghirlanda" della torre dovette essere costituito da edicolette con pinnacoli collocate in posizione angolare sulla sommità della parte quadrata, dalle incorniciature delle bifore dell'ottagono tramite profili modanati e timpani assai slanciati (le "ghimberghe") forse anche decorati a traforo, oltre che dalle costolature della guglia e dal pinnacolo terminale, sul quale fu infine, nel 1319, posta una sfera di rame dorato. Questo apparato decorativo scomparve durante i rifacimenti del secolo XVI, ma ne può essere almeno idealmente recuperato l'aspetto complessivo nella famosa immagine di San Geminiano che regge il modellino della città di Modena nel polittico dell'Oratorio della Morte dipinto nella bottega degli Erri tra il 1461 e il 1466 (fig. 116), o ancora in un particolare dell'affresco con l'*Adorazione dei Magi* dipinto a San Polo d'Enza da Niccolò dell'Abate verso la metà del XVI secolo. La ricchezza di un simile apparato decorativo può

[201] Grandi 1984, pp. 556-557; Lomartire 1992, p. 77; tale ipotesi è stata ripresa e sviluppata in contributi recenti da Cavazzini 2008, pp. 622-624 e Tigler 2009, pp. 934-935 (con attenzione anche alle figure angeliche sui frontoni); cfr. Lomartire 2009, p. 74 e Lomartire 2010, p. 23-24.
[202] Già Gandolfo 1971, p. 127, osservava come sia proprio l'adozione di questi capitelli a rendere chiaro che la costruzione del sesto ripiano e il tamburo ottagonale della guglia sono frutto della medesima campagna edilizia del 1261.
[203] Per un eventuale stacco esecutivo individuabile tra sesto ripiano e tamburo ottagonale soprastante v. le osservazioni di Donato Labate in questo volume. Un simile stacco deve essere però considerato eventualmente come una pausa del cantiere. Il sesto ripiano fu probabilmente già costruito con l'intenzione di proseguire con la struttura a pianta ottagonale della guglia (forse in un primo tempo prevista non così slanciata), e dunque con la necessità di predisporre una congrua base d'appoggio per la guglia stessa e per le edicolette che dovevano cingerla alla base.

In this way, parallels can plausibly be drawn between such episodes and the contemporary Tuscan sculpture work of "Lombard" extract, like the angel figures at the top of the pediments of the façade and the presbytery, or even more so, the solemn figure of Christ judging from the top of the rose window, with which some more or less direct references to the works in Pistoia by Guido da Como can be recognized.[201]
The decorative choices employed by Enrico and his collaborators in the final stage of the Ghirlandia abandoned the use of detailed, complementary sculptures which had been adopted on the lower floors. Similar choices can be observed in the manufacture of the capitals of the three-light, mullioned windows on the sixth floor and a two-light lancet windows of the octagonal drum above. In these openings, also taking into account the distance from the ground, a rather simple geometric type of column had been adopted in the corners (Fig. 115); it is the reoccurance of these "linguistic" elements,[202] so to speak, which, as has already been observed for some time, shows the sixth floor and the octagon above it as the fruit of a unified project.[203] The greatest work on the sculptural adornment for the "ghirlanda" (wreath) of the tower must have been dedicated to the creation of the little, pinnacled tabernacles positioned on the top of the corners of the tower's tall, square base, from the molded profiles framing the mullioned windows of the octagon and the rather soaring tympanums (the "*ghimberghe*") perhaps also decorated with perforations, as well as the ribs of the spire and of the top pinnacle, on which finally in 1319 a gold-plated copper sphere was placed. This decorative object disappeared during the rebuilding work in the 16th Century, but the overall aspect of it can be at least ideally recognized in the famous image of Saint Geminianus holding a small model of the city of Modena in the polyptych in the Oratory of Death painted by artists of the Erri school between 1461 and 1466 (Fig. 116), or even in a particular detail of the fresco con *The Adoration of the Magi* painted in San Polo d'Enza by Niccolò dell'Abate towards the middle of the 16th Century.
The richness of a decorative object such as this one can be surprising if compared to the simplicity which

[200] Ascani 1991, pgs. 110-11, n. 5.
[201] Grandi 1984, 556-557; Lomartire 1992, pg. 77; this hypothesis was taken up and developed in recent articles by Cavazzini 2008, pgs. 622-624 and Tigler 2009, pgs. 934-935 (also paying attention to the angelic figures on the pediment); Lomartire 2009, pg. 74; Lomartire 2010, pgs. 23-24.
[202] Gandolfo 1971, pg. 127 observed how it was the adoption of these capitals which made it clear that the construction of the sixth floor and the octagonal drum of the spire was a result of the same construction campaign of 1261.
[203] For a possible separation between the sixth floor and the octagonal drum above it, see observations made by Donato Labate in this volume. A similar separation must be considered as a possible pause of the site. The sixth floor was probably already built with the intention of following the octagonal structure of the spire (perhaps at first not intended to be quite so slim), and therefore with the necessity of prearranging a suitable foundation for the spire itself and for the



Fig. 117

stupire se confrontata con la semplicità che si constata nei capitelli e nel resto dell'apparato ornamentale; ma è anche probabile essa sia stata un poco accentuata nella trasposizione pittorica. D'altra parte i conci sagomati che costituiscono le ghiere archiacute polilobate delle bifore dell'ottagono mantengono la stessa sobria asciuttezza, e al tempo stesso l'accurata lisciatura delle superfici, dei capitelli scantonati. Solo su qualche base è occasionalmente dato di ritrovare il decoro di fogliette angolari intagliate (fig. 117).

Il complesso strutturale e decorativo della parte terminale della torre dovette richiedere un impegno tecnico ancora maggiore rispetto a quello delle zone inferiori, ciò che comportò un lungo periodo di gestazione e di costruzione, testimoniato dalle date di inizio, 1261, e di completamento, 1319 (o anche, come si vedrà, 1322), pur senza che si possa escludere qualche pausa intermedia, resa indistinguibile dopo le estese riforme rinascimentali. Se, come abbiamo visto sulla base dei documenti, la paternità di Enrico da Campione, *alias* Enrico *de Commo*, per il progetto del sopralzo risulta assai probabile, non vanno trascurati i riferimenti a maestranze della stessa estrazione attivi anche più tardi per la Ghirlandina, segnalati da Carlo Giovannini nella documentazione d'archivio tra la fine del Duecento e gli inizi del Trecento.[204]

Ne emergono, tra gli altri, i nomi di artefici che nell'appellativo "de Como" dichiarano di fatto la loro origine campionese: nel 1290 "magister Pylipus de Como" fa testameno in favore di suo fratello Enrico (che non sarà più l'Enrico figlio di Otacio); nel 1308 ricevono dal massaro pagamenti i *magistri* "Golfredinus et Henricus de Capriono (=Campione) distritu Come", anche in nome di Giacomino figlio del nominato Golfredo; nel 1309 è ancora nominato "magister Golfredinus de Canpiono" che riceve pagamenti anche in nome "fratris suis magistri Jacomini et magister Boninus, magister Guidobonus de dicta terra Canpioni districtus civitatis Comi", sottolineando che il pagamento comprende anche le spese "quas fecerunt in venendo Mutinam ad laborandum dicte turris", ciò che lascia intuire l'afflusso di maestranze anche da fuori, magari con mansioni molto specializzate; e tuttavia ciò non è in contrasto con la nozione di una continuità del cantiere campionese.

[204] Giovannini 1988.

can be found in the capitals and the rest of the ornamental apparatus. But it is also likely that it had been rather embellised in the pictoral transposition.

On the other hand, the carved blocks which make up the polylobed, pointed-arched archivolts of the two-light mullioned windows of the octagon maintain the same simple austerity, and at the same time the accurate polish, of the smooth-edged capitals.

Only on a few bases can one occasionally find them decorated with carved small angular leaves (Fig. 117). The structural and decorative work on the final part of the tower must have required even more technical ability than the lower areas had.

This would have required an extended period of development and contruction, as evidenced by the starting date, 1261, and the date of completion, 1319 (or even, as we will see, 1322), notwithstanding that there may have been some intermediate pauses, indistinquishable after the extensive work done during the renaissance. If, as has been shown based on the documents, Enrico da Campione, *alias* Enrico *de Commo*, can indeed be credited with the project for increasing the height of the tower, as appears likely, references should also be made to work of the same extraction later on for the Ghirlandina, as pointed out by Carlo Giovannini in the archival documentation between the 1200s and the beginning of the 1300s.[204]

The names which emerge, amongst others, are of artisans who, by the addition of "de Como" to their names declared their Campionese origins: in 1290 "magister Pylipus de Como" testified for his brother Enrico (in this case no longer Enrico, the son of Otacio). In 1308 the *magistri* "Golfredinus et Henricus de Capriono (=Campione) distritu Come" received payments from the administrator, also in the name of Giacomino, son of the aforementioned Golfredo.

In 1309 there is another reference to "magister Golfredinus de Canpiono" who receives payments also on behalf of "fratris suis magistri Jacomini et magister Boninus, magister Guidobonus de dicta terra Canpioni districtus civitatis Comi", specifying that the payment also include the "quas fecerunt in venendo Mutinam ad laborandum dicte turris" costs, from which we may infer that even outside workers were also brought in, perhaps for very specialised tasks.

This, nevertheless, does not in conflict with the notion of continuity within the Campionese site.

tabernacle which had to surround the base.

[204] Giovannini 1988.

Con questi documenti ci si approssima alla data conclusiva della costruzione della torre, che secondo le cronache ricevette nel 1319 il pomo dorato sul pinnacolo terminale.
La presenza a Modena in questi anni di un Enrico da Campione nel cantiere del Duomo si collega come è noto al nuovo pulpito collocato nella navata maggiore del Duomo, oggi pervenutoci in un assetto molto alterato da massicce sostituzioni tardive.[205]
Ma l'iscrizione dedicatoria che corre sul bordo superiore della cassa ricorda che il massaro Tommasino del Ferro nel 1322 fece scolpire il pulpito e si adoperò anche perché la torre splendesse grazie all'opera di Enrico da Campione ("*hoc* (…) *fingi fecit opus*, *turrem quoque nitere actibus Henrici sculptoris Campionensis*"). Il testo fa coincidere la data dell'esecuzione del pulpito con quello del completamento della torre.
Forse si tratta di una sovrapposizione retorica che riassumeva le opere di maggiore impegno delle quali il massaro poteva vantare la paternità in quanto committente. Ma non è neppure escluso che in quell'anno fossero ancora in corso opere di rifinitura alla mole del campanile.
In ogni modo, non è un caso che come in altri esempi anche nel passato, come in quello, più di un secolo prima, di Benedetto Antelami, l'appellativo *sculptor* si coniughi a interventi architettonici.
Né sappiamo, anche se ci piace pensarlo, se questo Enrico fosse veramente discendente di quell'Anselmo da Campione che istituì un cantiere più che secolare nel complesso della cattedrale modenese.
La doppia attività per il Duomo e per la Ghirlandina, per opere di scultura e di costruzione, speciale prerogativa in particolare degli intraprendenti "magistri de Campilione", porta però a crederlo e a ritrovare nel concreto, e forse però già alla sua fase conclusiva, il senso di quell'impegno operativo "*in perpetuum*" a suo tempo promesso da Anselmo a nome proprio e dei suoi successori per la chiesa di San Geminiano.

[205] Fantini 1999, Scheda 1184, p. 345.

With these documents we can approximate the completion date of the construction of the tower, which according to record, received the golden sphere on the tip of its spire in 1319. The presence of Enrico da Campione on the site of the Cathedral in Modena during these years is associated to the new pulpit located in the main nave of the Cathedral, which has come down to us today in a much-altered form due to substantial substitutions to it made later on.[205]
The presence of Enrico da Campione on the site of the Cathedral in Modena during these years is associated to the new pulpit located in the main nave of the Cathedral, which has come down to us today in a much-altered form due to substantial substitutions to it made later on. But the inscribed dedication which runs along the top edge of the chest is a reminder that the administrator Tommasino del Ferro in 1322 had the pulpit sculpted and also acted to enhance the tower's splendour thanks to the work by Enrico da Campione ("*hoc* (…) *fingi fecit opus*, *turrem quoque nitere actibus Henrici sculptoris Campionensis*"). The text makes the date of construction of the pulpit coincide with that of the tower's completion. Perhaps it was a rhetorical superiority which led the administrator to boast parentage of the most important works inasmuch as they were produced under his patronage. But this does not exclude the possibility that finishing touches were still in progress to the body of the bell tower at that time.
In any case, it is not by chance that as in other examples from the past, such as, for example, more than a century before in the case of Benedetto Antelami, the epithet "sculptor" was applied in relation to architectural interventions. Even if we like to think we do, we do not know for sure whether this Enrico was in fact a descendent of the Anselmo da Campione who had established a building site on the Cathedral of Modena complex more than a hundred years earlier. The double activity on the Cathedral and the Ghirlandina – special prerogative of the industrious "magistri de Campilione" in particular – both for the production of the sculptures and the structure itself, lead us to believe that he indeed was, and to find evidence in the actual labors, which were perhaps by now near completion, of what was meant by that promise made by Anselmo that he and his successors would be committed to work "*in perpetuum*" on the church of Saint Geminianus.

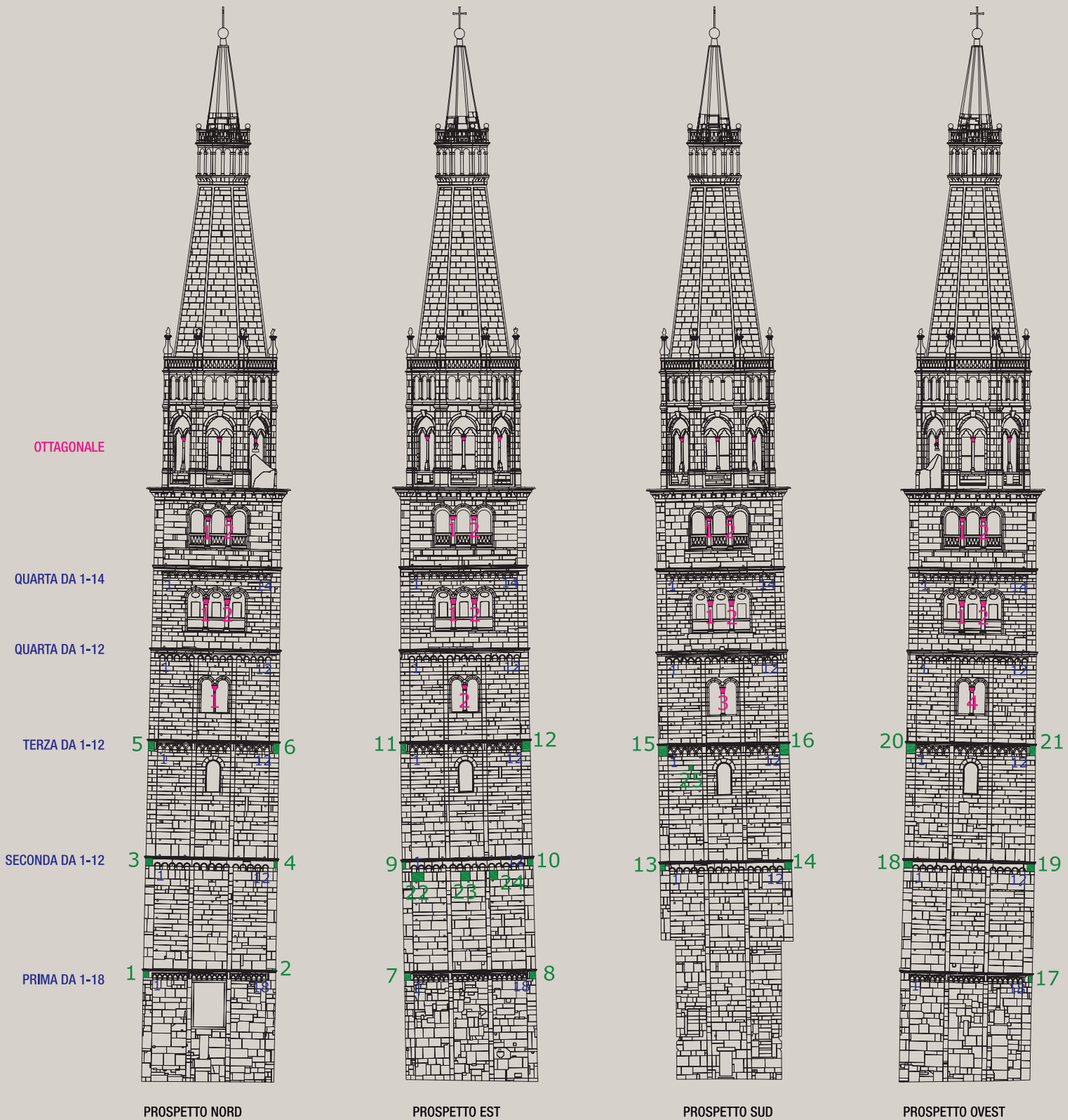
[205] Fantini 1999, file 1184, pg. 345.

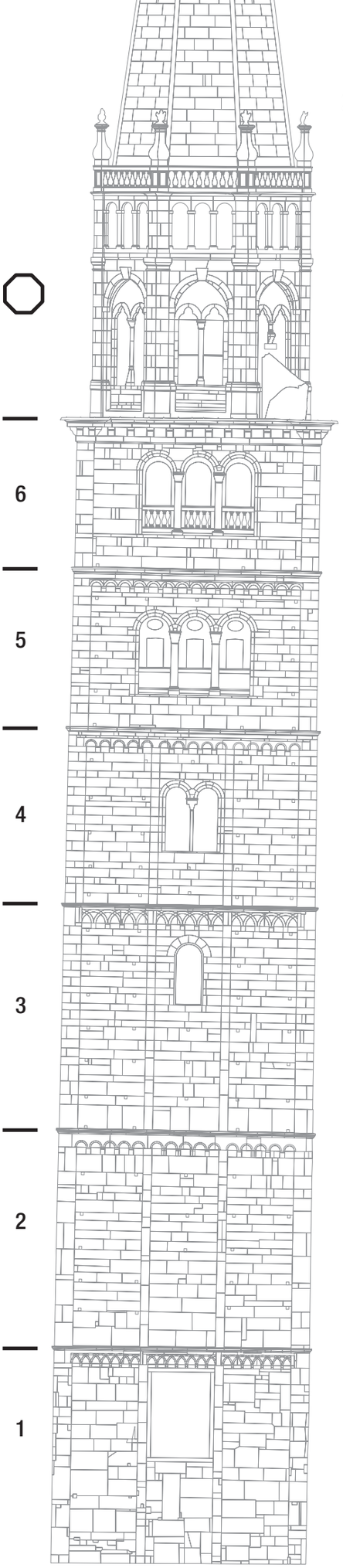
SCULTURE_SCULPTURES
MENSOLE_CORBELS
CAPITELLI_CAPITALS

ATLANTE DELLE SCULTURE, MENSOLE E CAPITELLI DELLA TORRE GHIRLANDINA

ATLAS OF THE SCULPTURES, CORBELS AND CAPITALS OF THE GHIRLANDINA TOWER

Stefano Lugli, Simona Pedrazzi, Cesare Papazzoni.






C. N-E 0


C. N 0

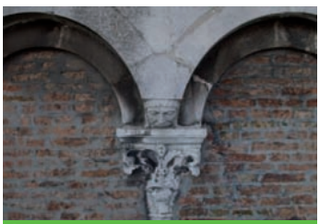

C. N-O 0


C. N 6 01


C. N 6 02


C. N 5 01


C. N 5 02


C. N 4 01


S. N 3 05


S. N 3 06


S. N 2 03


S. N 2 04


S. N 1 01


S. N 1 02

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

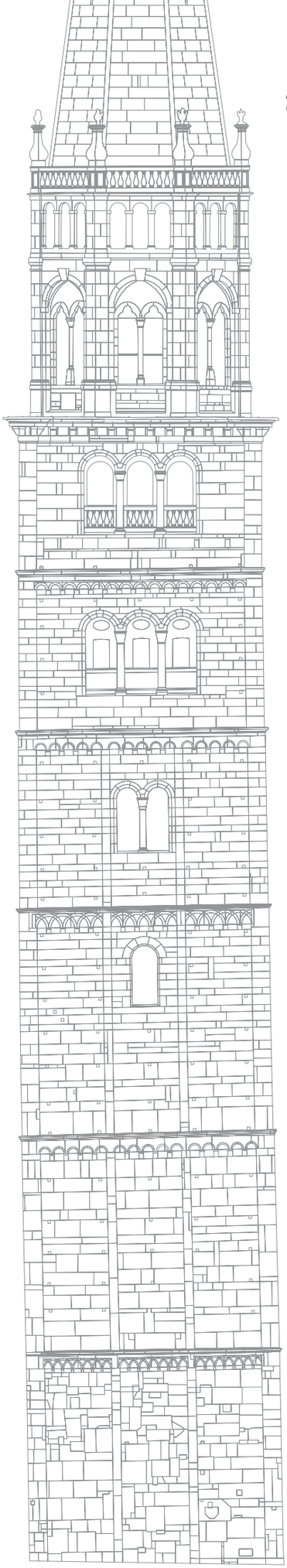
Pietra di Vicenza

Granitello

Trachite

Marmo di Carrara

Marmo proconnesio




C. E 0


C. E 6 01


C. E 6 02


C. E 5 01


C. E 5 02


C. E 4 02


S. E 3 11


S. E 3 12

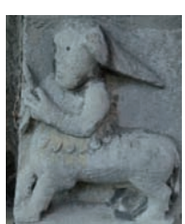

S. E 2 09


S. E 2 22


S. E 2 23


S. E 2 24


S. E 2 10


S. E 1 07


S. E 1 08

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

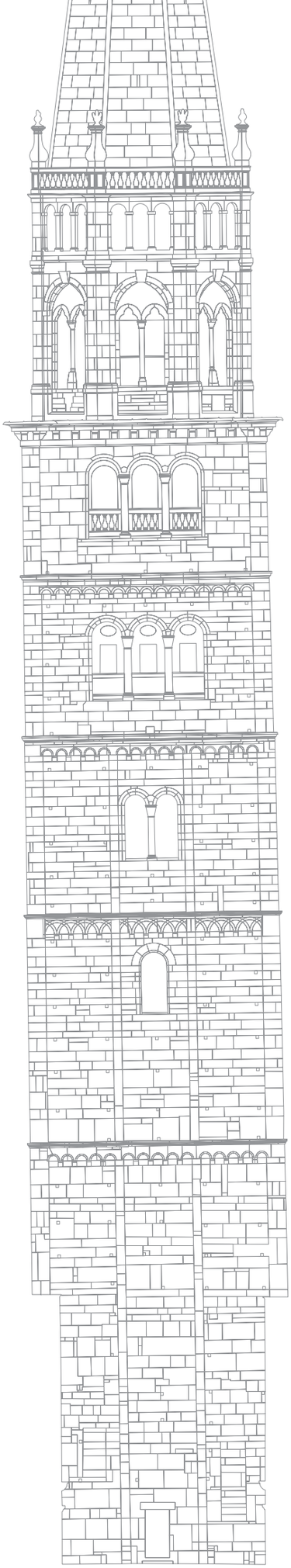
Pietra di Vicenza

Granitello

Trachite

Marmo di Carrara

Marmo proconnesio



6

5

4

3

2

1



C. S-E 0



C. S 0



C. S-O 0



C. S 6 01



C. S 6 02



C. S 5 01



C. S 5 02



S. S 3 15



C. S 4 03



S. S 3 16



S. S 3 25



S. S 2 13



S. S 2 14

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

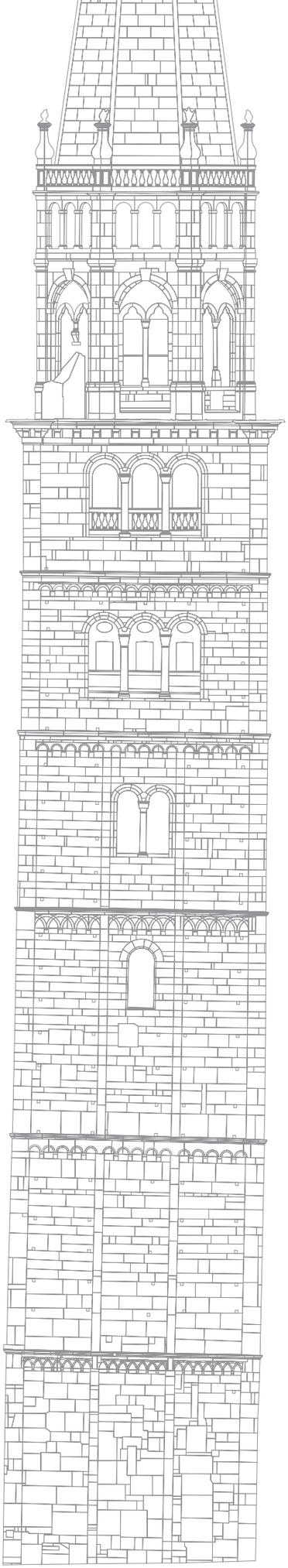
Pietra di Vicenza

Granitello

Trachite

Marmo di Carrara

Marmo proconnesio



6

5

4

3

2

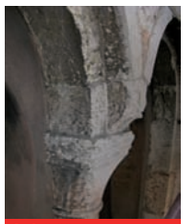
1



C. 0 0



C. 0 6 01



C. 0 6 02



C. 0 5 01



C. 0 5 02



C. 0 4 04



S. 0 3 20



S. 0 3 21



S. 0 2 18



S. 0 2 19



S. 0 1 17

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

Pietra di Vicenza

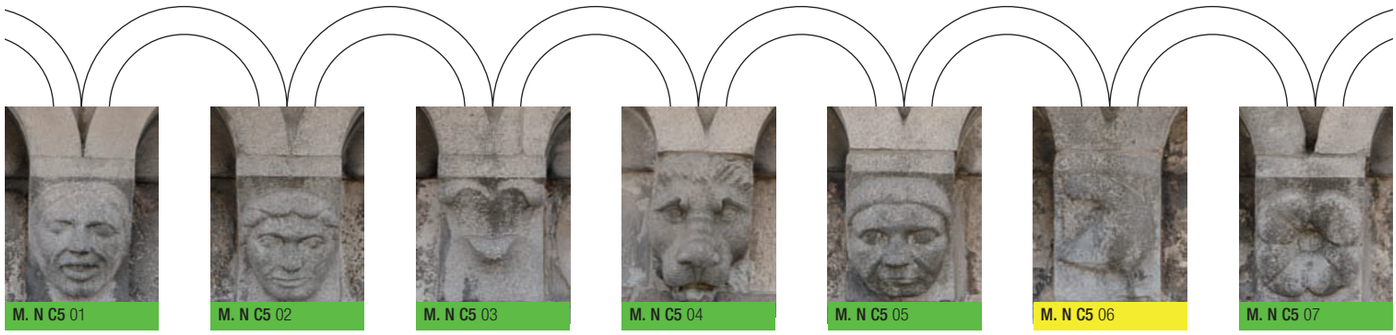
Granitello

Trachite

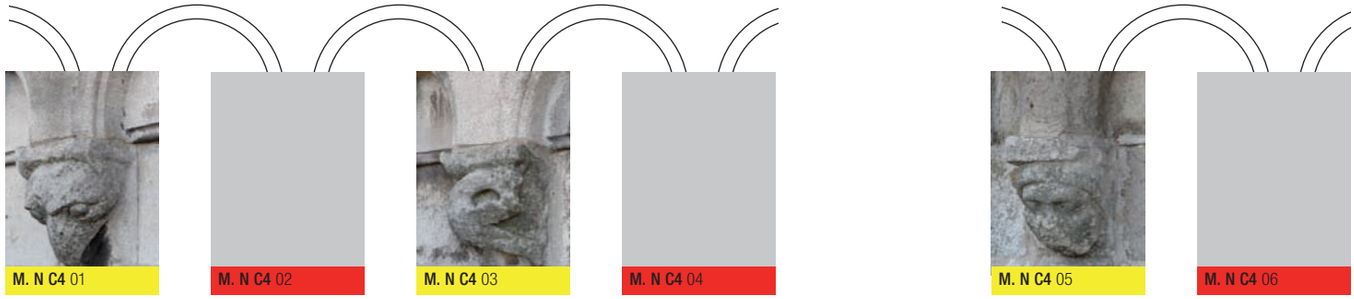
Marmo di Carrara

Marmo proconnesio

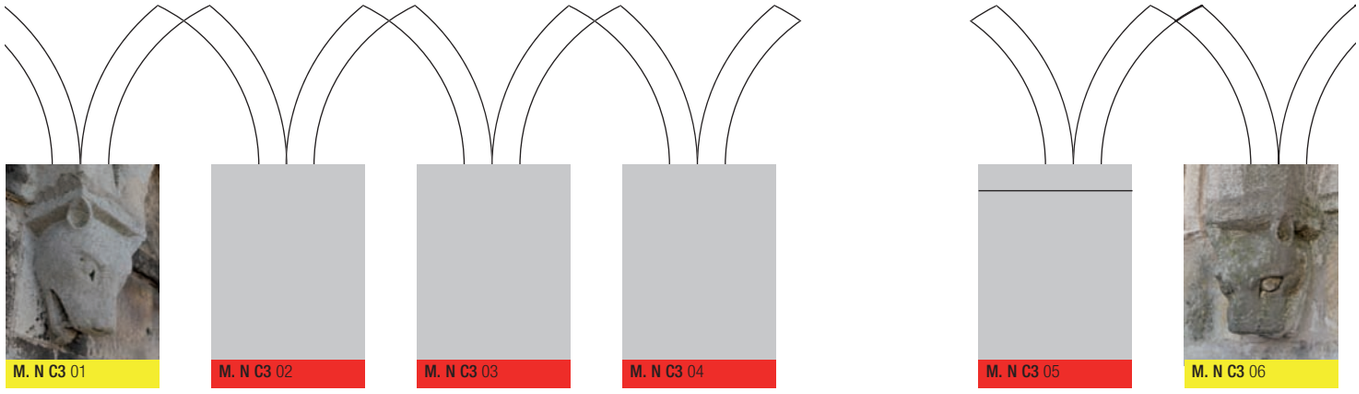
5


M. N C5 01
M. N C5 02
M. N C5 03
M. N C5 04
M. N C5 05
M. N C5 06
M. N C5 07

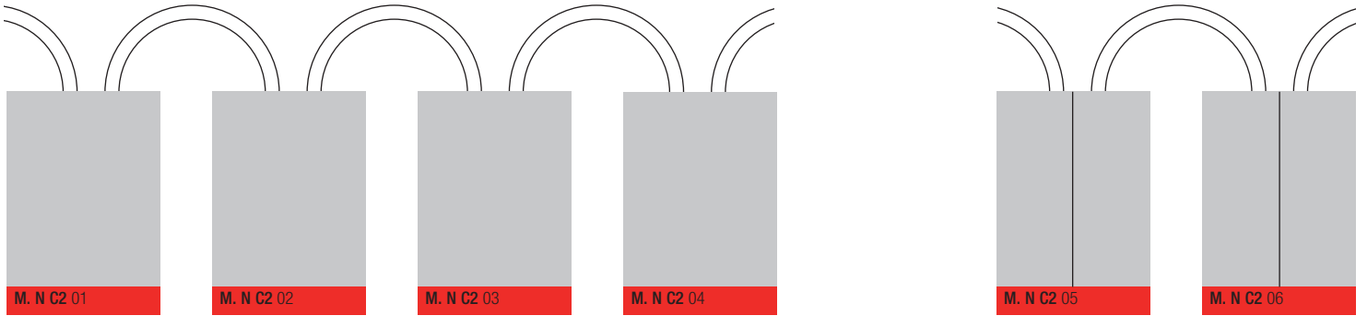
4


M. N C4 01
M. N C4 02
M. N C4 03
M. N C4 04
M. N C4 05
M. N C4 06

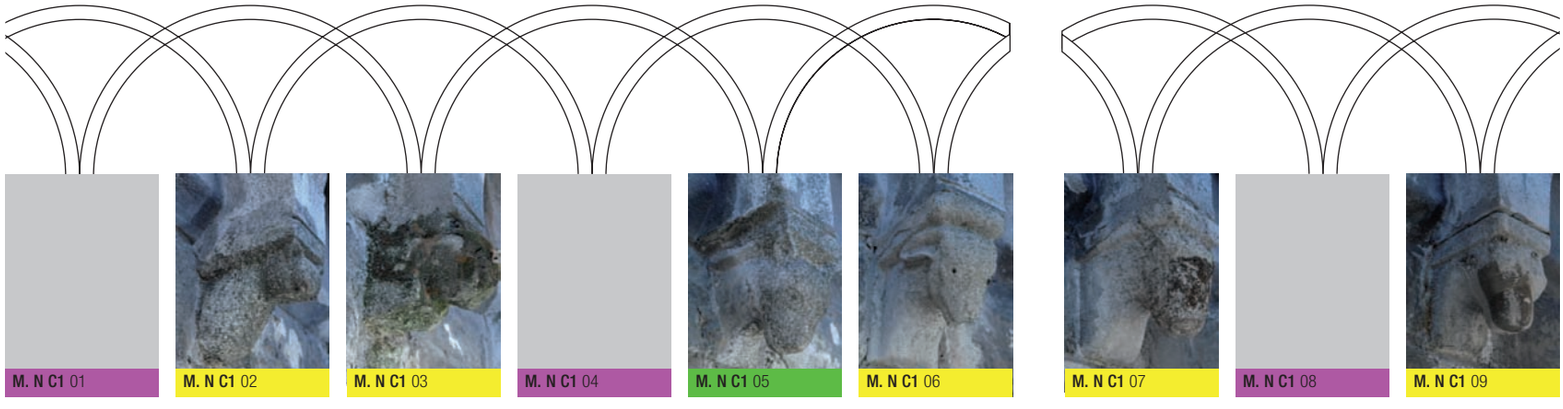
3

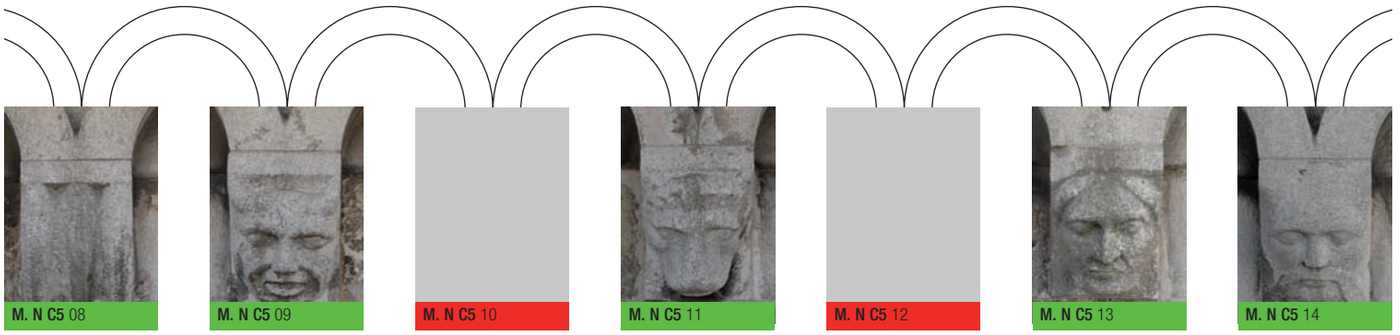

M. N C3 01
M. N C3 02
M. N C3 03
M. N C3 04
M. N C3 05
M. N C3 06

2

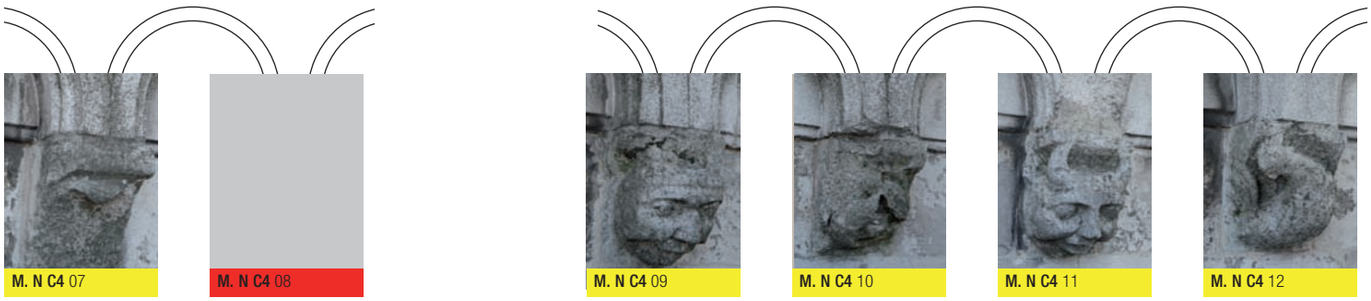

M. N C2 01
M. N C2 02
M. N C2 03
M. N C2 04
M. N C2 05
M. N C2 06

1

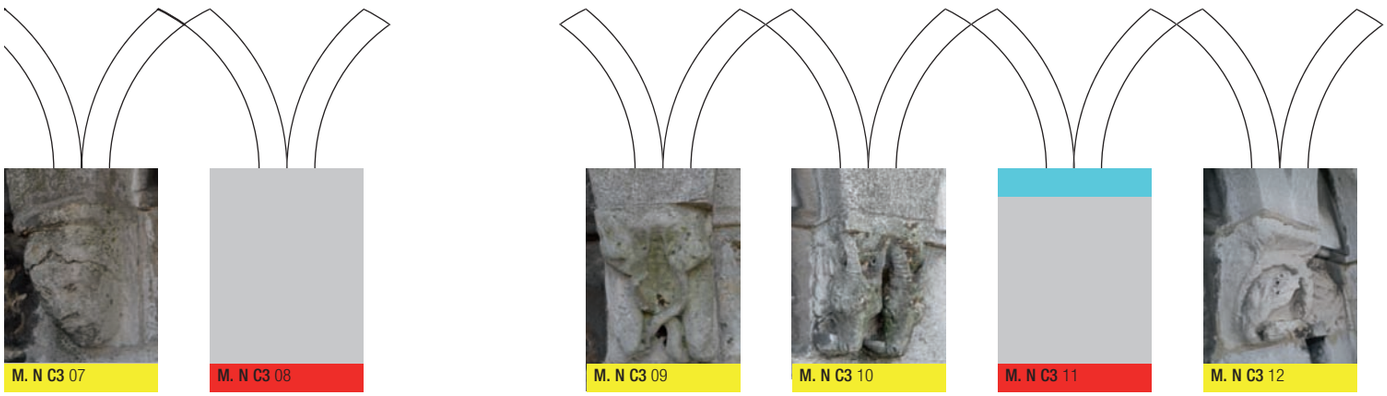

M. N C1 01
M. N C1 02
M. N C1 03
M. N C1 04
M. N C1 05
M. N C1 06
M. N C1 07
M. N C1 08
M. N C1 09



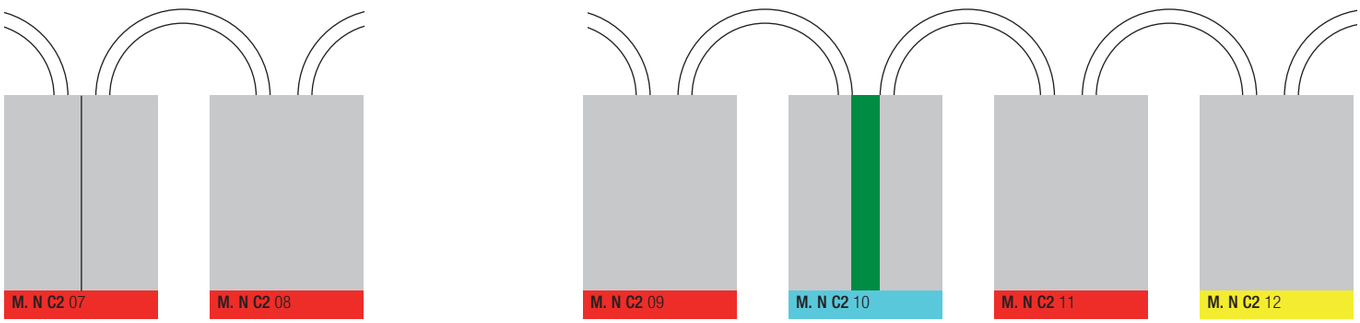
5



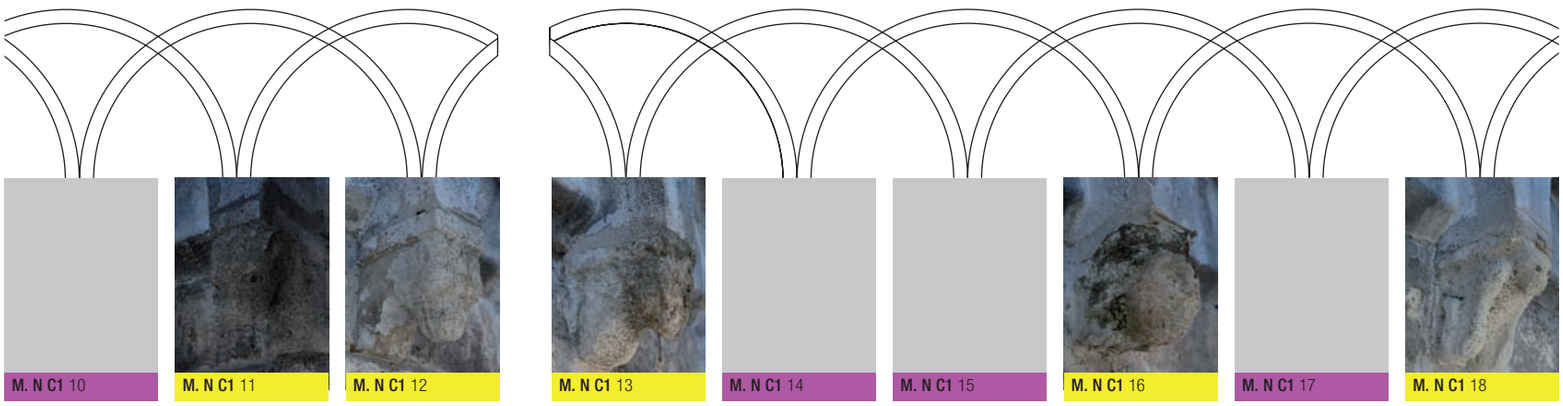
4



3



2



1

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

Pietra di Vicenza

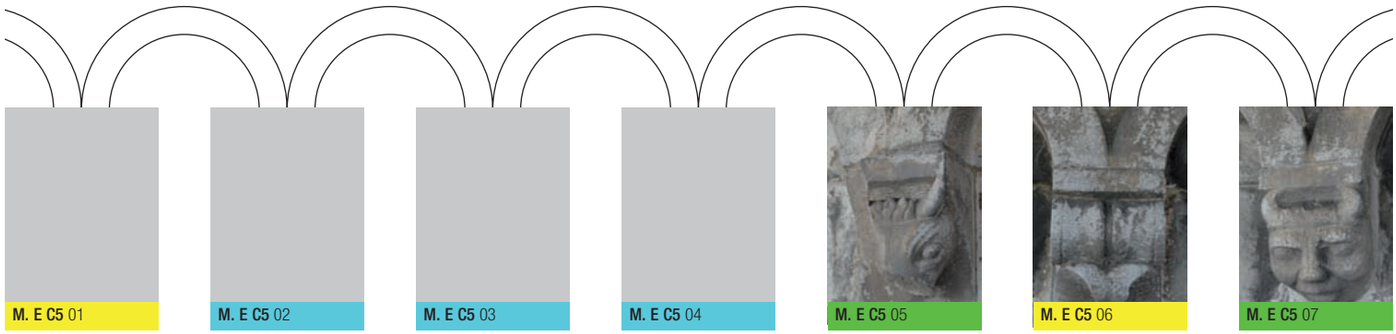
Granitello

Trachite

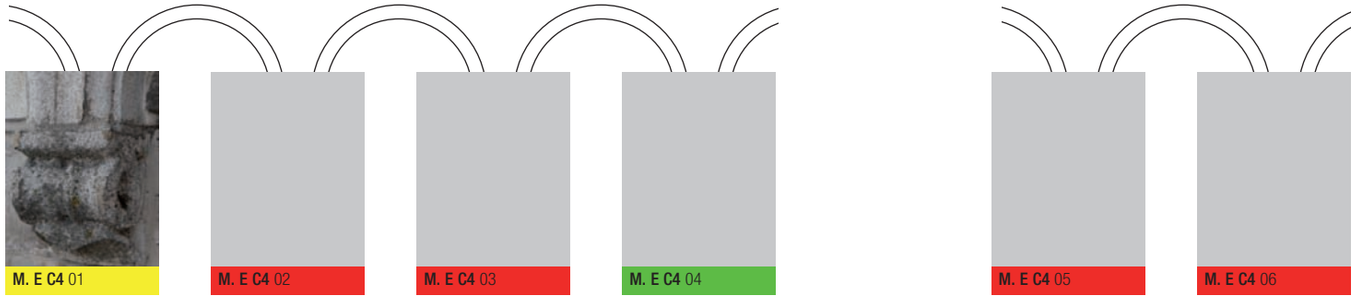
Marmo di Carrara

Marmo proconnesio

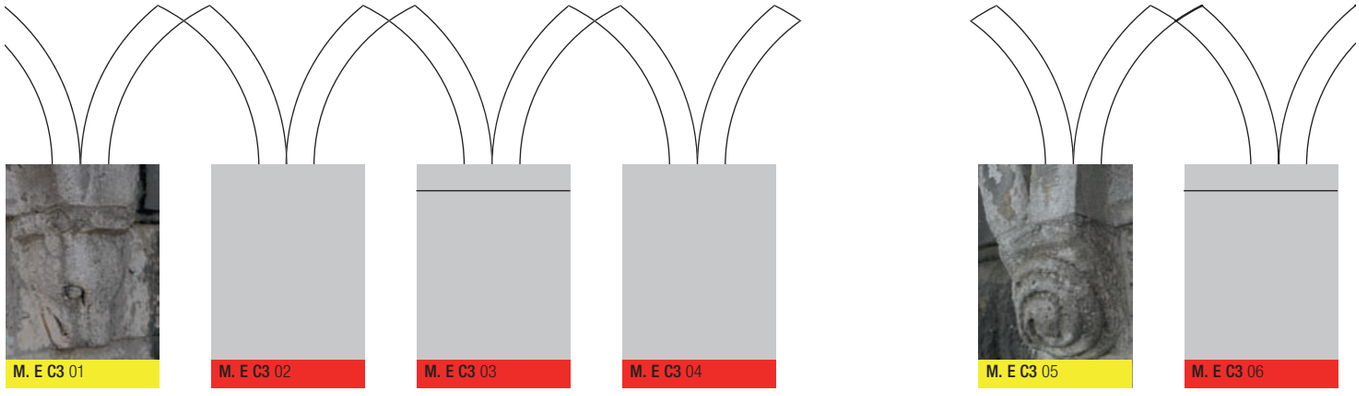
5


M. E C5 01
M. E C5 02
M. E C5 03
M. E C5 04
M. E C5 05
M. E C5 06
M. E C5 07

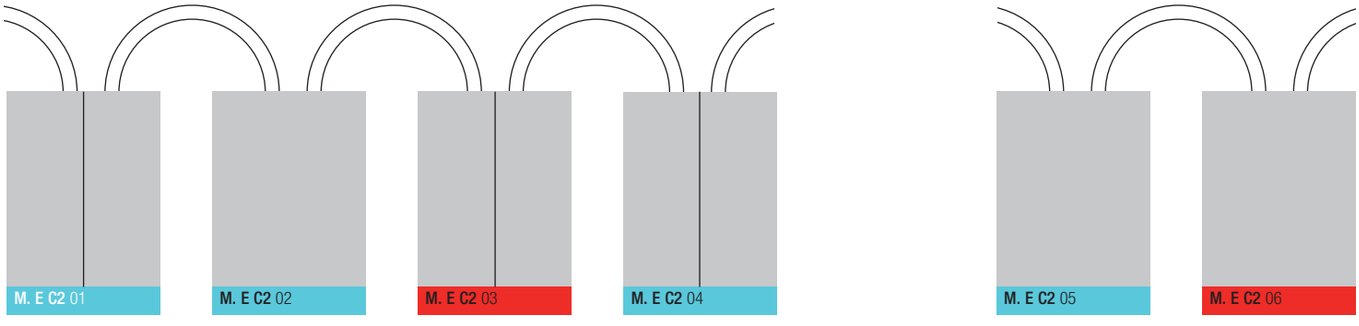
4


M. E C4 01
M. E C4 02
M. E C4 03
M. E C4 04
M. E C4 05
M. E C4 06

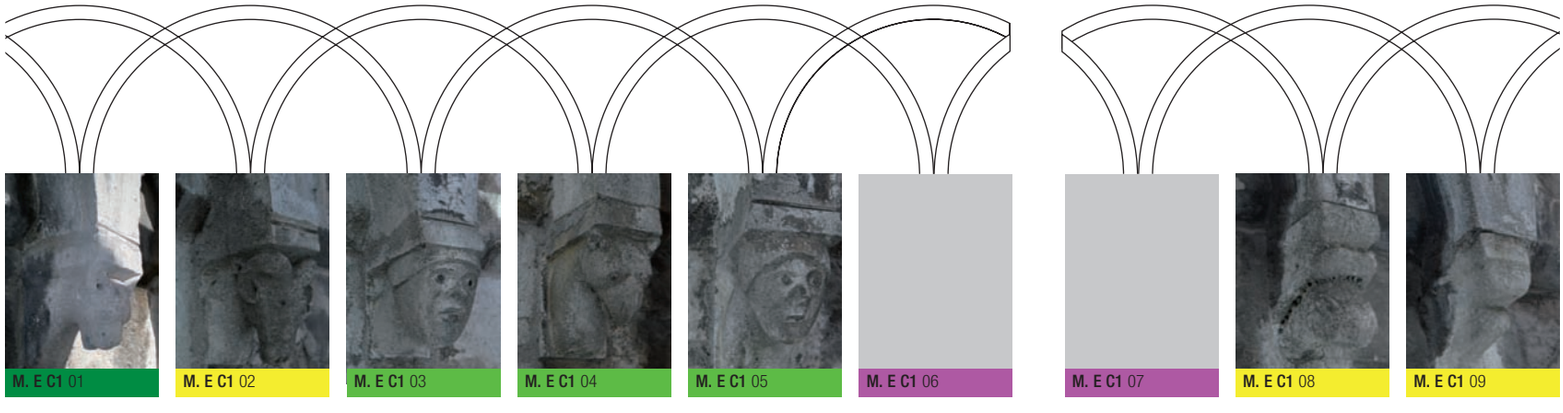
3


M. E C3 01
M. E C3 02
M. E C3 03
M. E C3 04
M. E C3 05
M. E C3 06

2

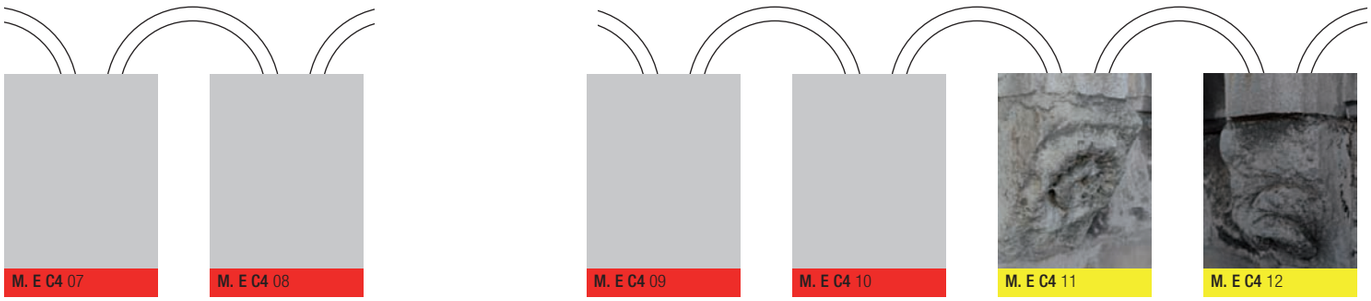

M. E C2 01
M. E C2 02
M. E C2 03
M. E C2 04
M. E C2 05
M. E C2 06

1

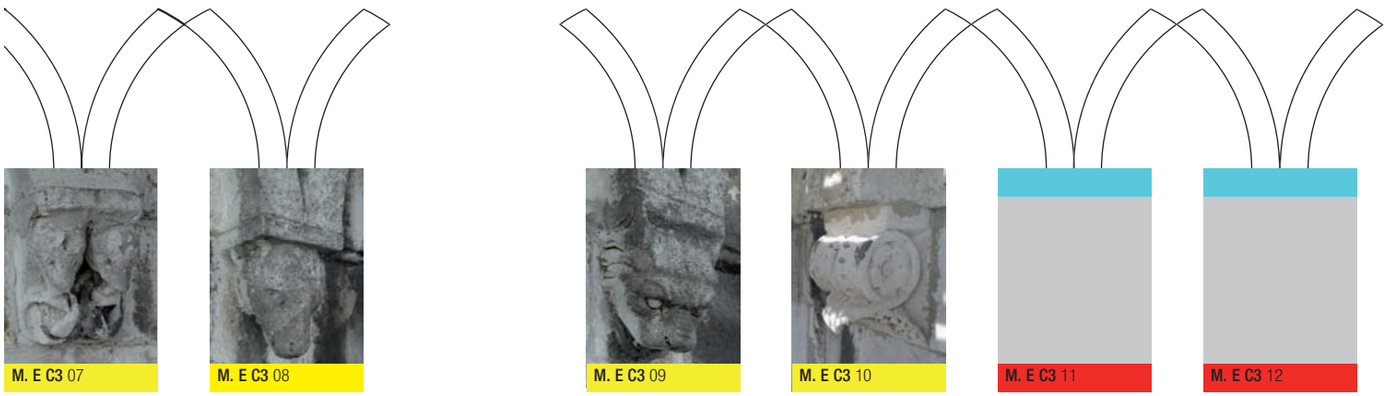

M. E C1 01
M. E C1 02
M. E C1 03
M. E C1 04
M. E C1 05
M. E C1 06
M. E C1 07
M. E C1 08
M. E C1 09



5



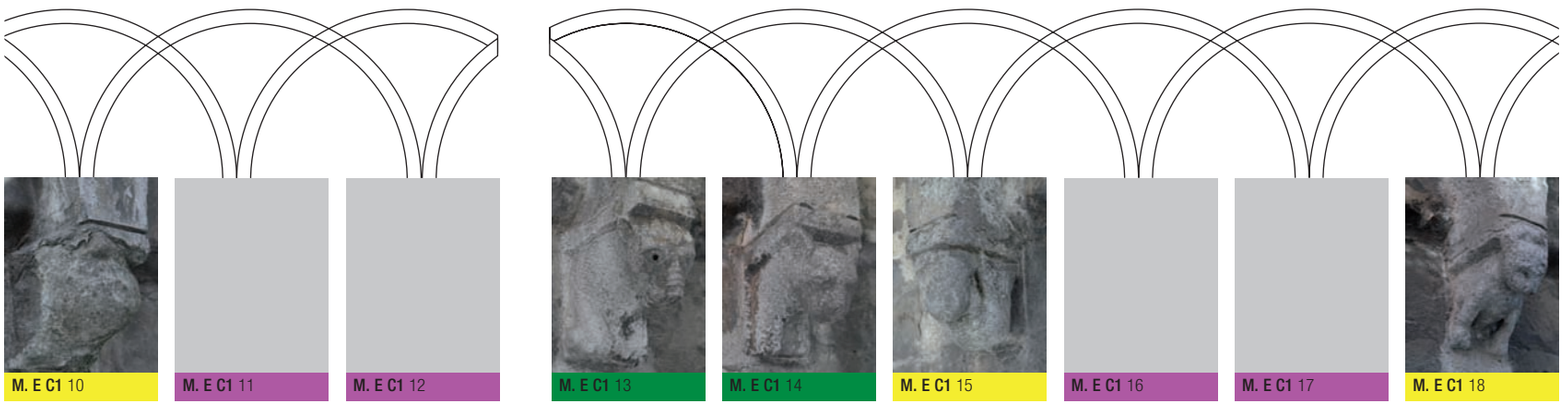
4



3



2



1

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

Pietra di Vicenza

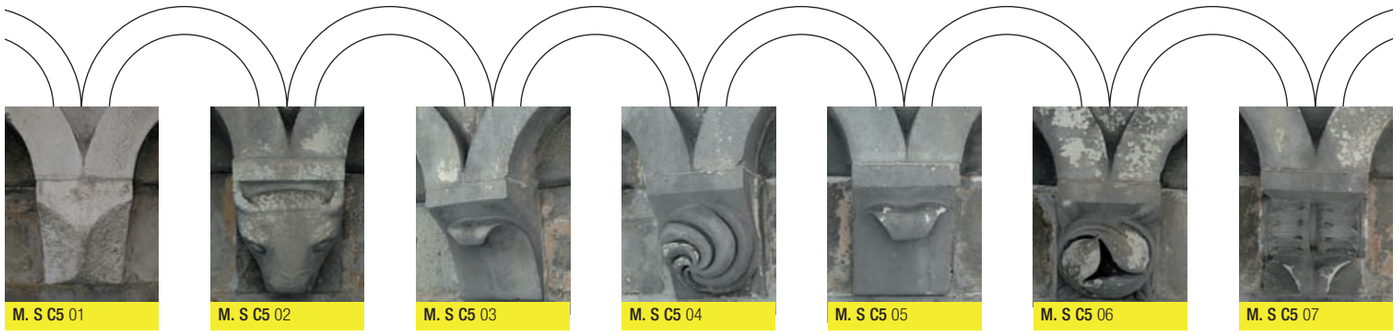
Granitello

Trachite

Marmo di Carrara

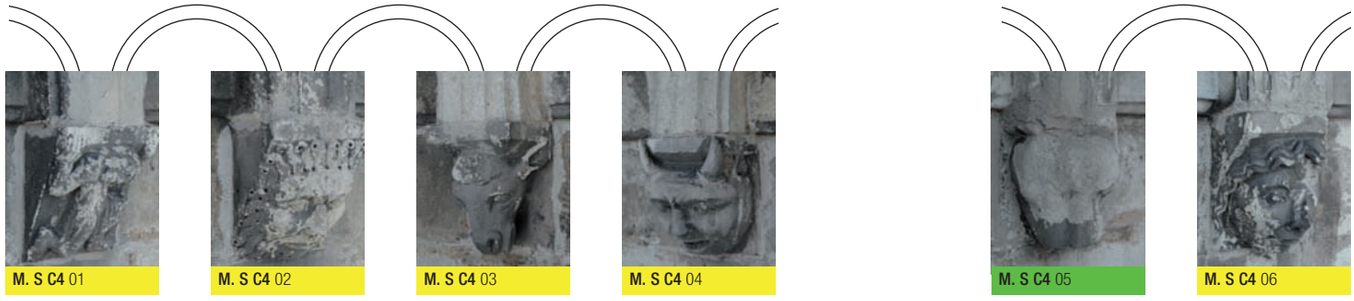
Marmo proconnesio

5



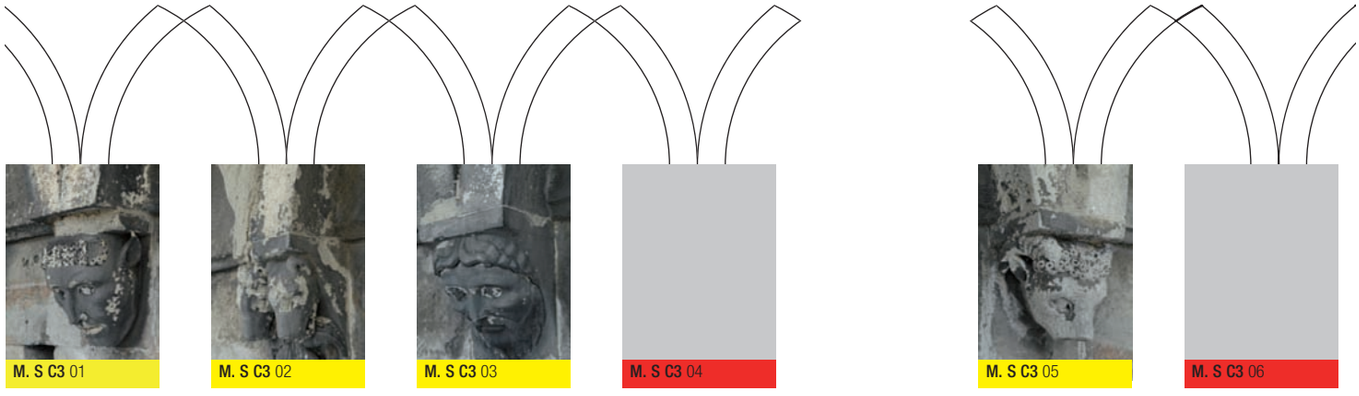
M. S C5 01 | M. S C5 02 | M. S C5 03 | M. S C5 04 | M. S C5 05 | M. S C5 06 | M. S C5 07

4



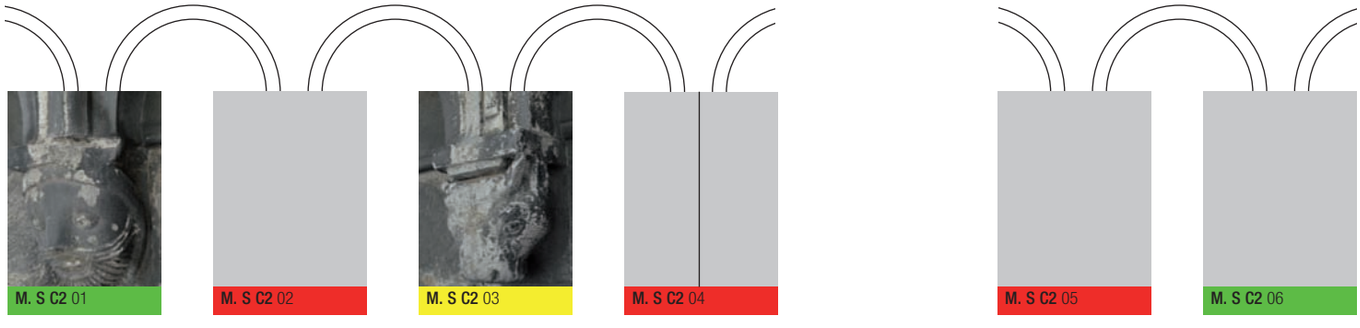
M. S C4 01 | M. S C4 02 | M. S C4 03 | M. S C4 04 | M. S C4 05 | M. S C4 06

3



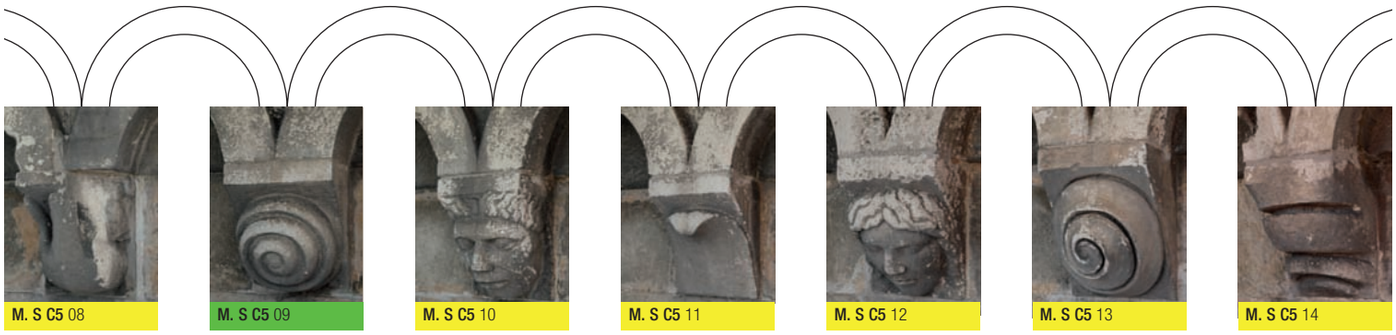
M. S C3 01 | M. S C3 02 | M. S C3 03 | M. S C3 04 | M. S C3 05 | M. S C3 06

2

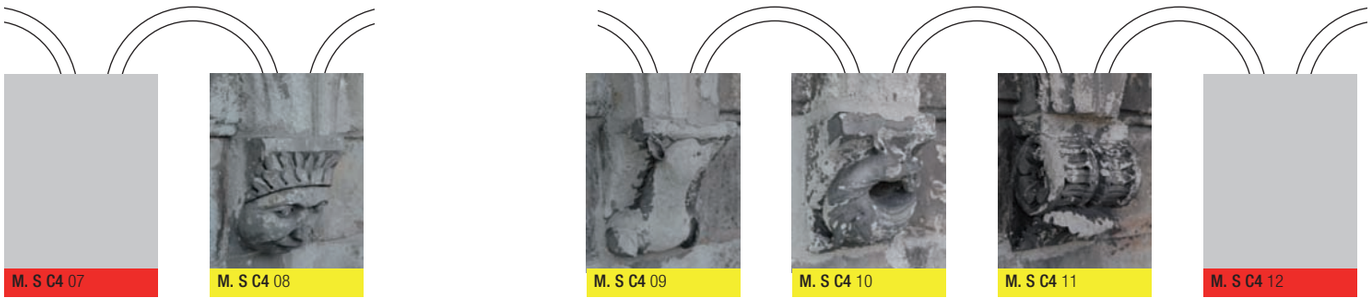


M. S C2 01 | M. S C2 02 | M. S C2 03 | M. S C2 04 | M. S C2 05 | M. S C2 06

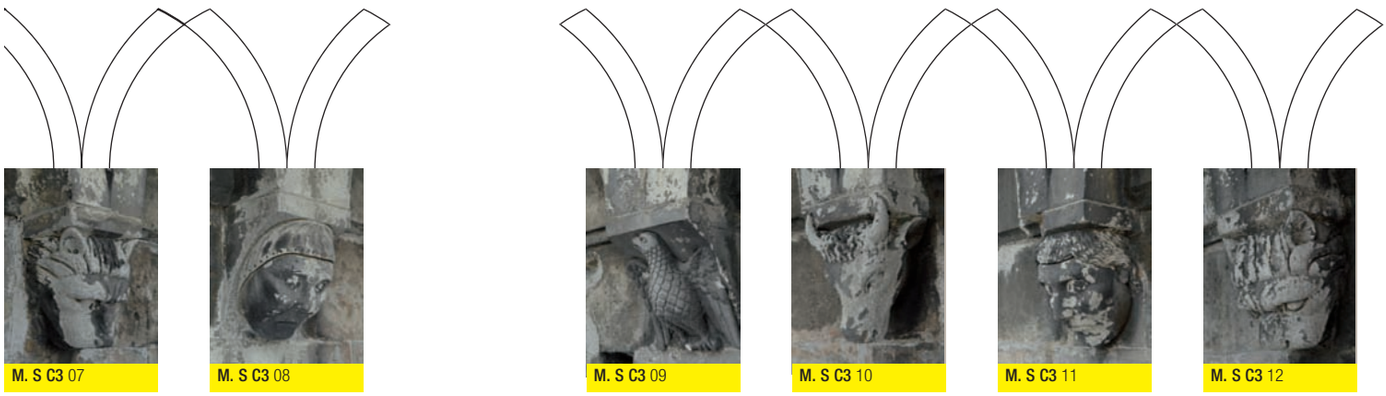
1



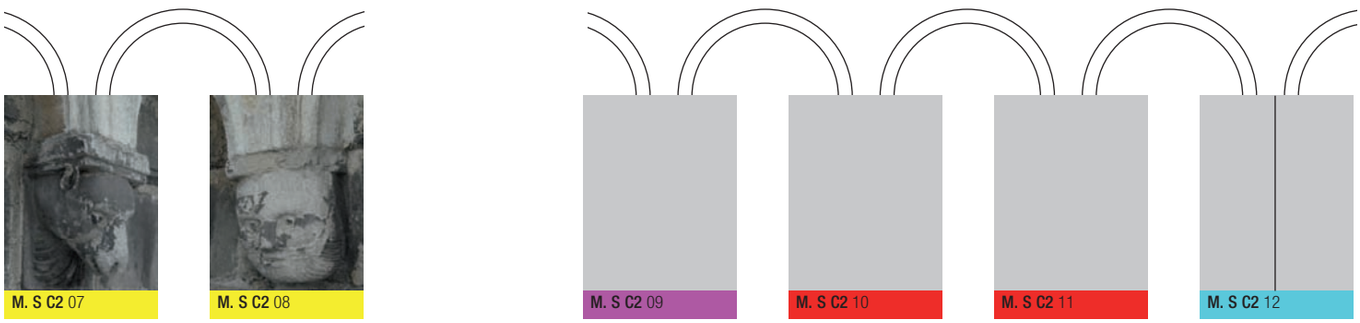
5



4



3



2

1

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

Pietra di Vicenza

Granitello

Trachite

Marmo di Carrara

Marmo proconnesio

5


M. O C5 01


M. O C5 02


M. O C5 03


M. O C5 04


M. O C5 05


M. O C5 06


M. O C5 07

4

M. O C4 01

M. O C4 02

M. O C4 03

M. O C4 04


M. O C4 05

M. O C4 06

3

M. O C3 01


M. O C3 02

M. O C3 03

M. O C3 04


M. O C3 05


M. O C3 06

2

M. O C2 01

M. O C2 02

M. O C2 03

M. O C2 04

M. O C2 05


M. O C2 06

1

M. O C1 01

M. O C1 02

M. O C1 03

M. O C1 04

M. O C1 05

M. O C1 06

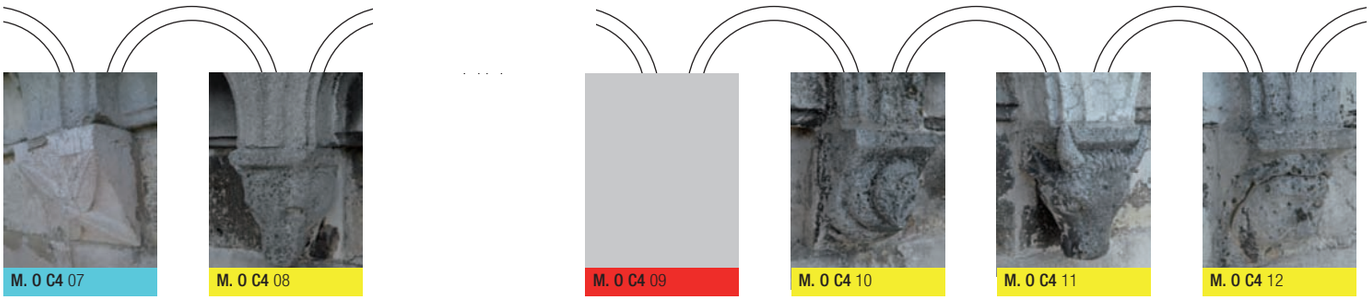

M. O C1 07

M. O C1 08

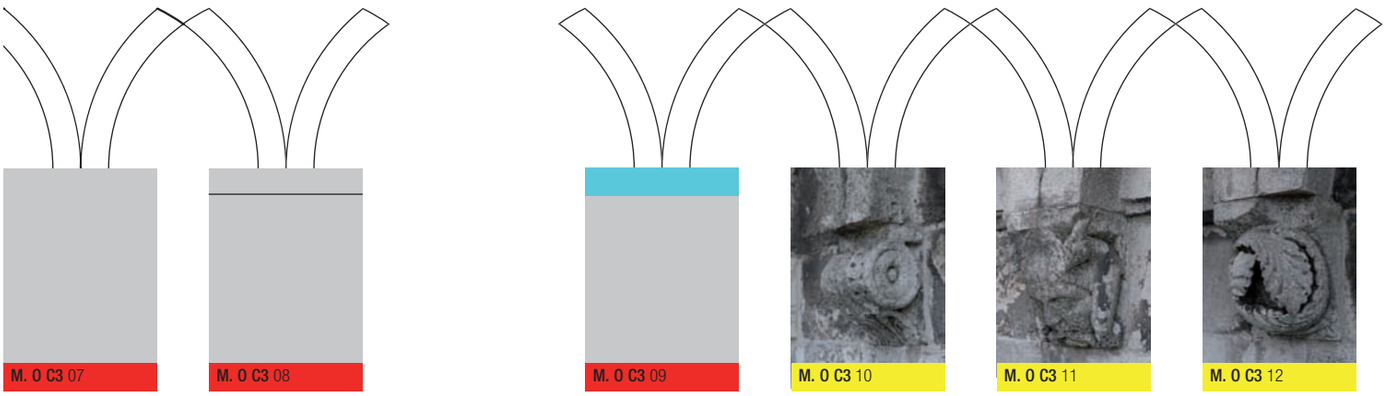
M. O C1 09



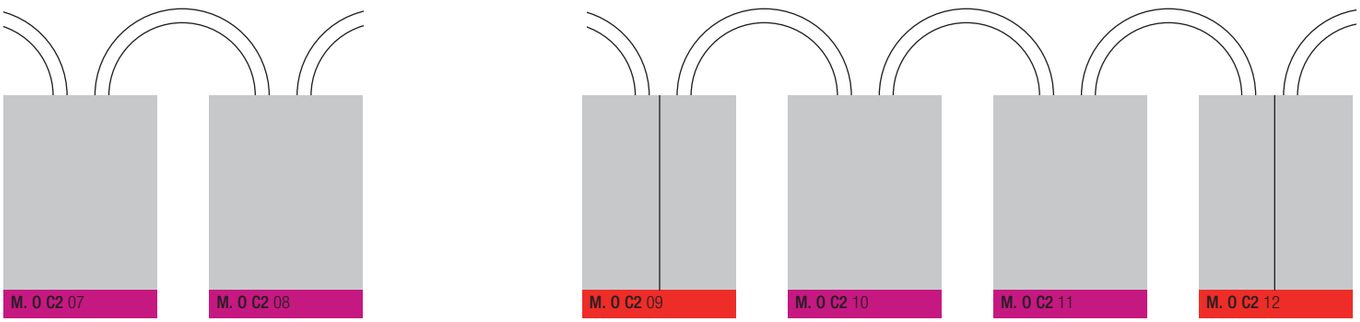
5



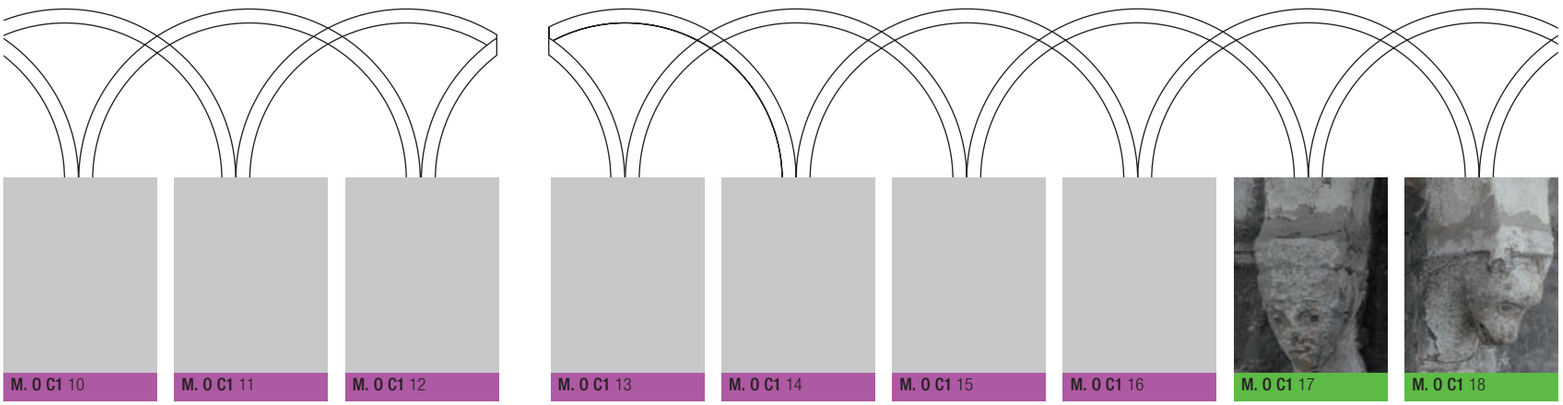
4



3



2



1

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa
Pietra d'Istria
Pietra di Vicenza
Granitello
Trachite
Marmo di Carrara
Marmo proconnesio

LA SALA DELLA SECCHIA E LE DECORAZIONI DIPINTE DELLA TORRE

THE SECCHIA ROOM AND THE TOWER'S PAINTED DECORATIONS

Francesca Piccinini e Simona Pedrazzi

Sala della Secchia, particolare della decorazione.

Sala della Secchia, close-up of the decoration.



Uno sguardo veloce all'interno della Ghirlandina può fare pensare che anche un tempo esso presentasse un paramento in mattoni a vista, con l'unica eccezione della Sala della Secchia, che è interamente affrescata. Sappiamo invece che la torre era almeno in parte intonacata e dipinta. Tra il 1717 e il 1734 furono infatti rifatti due stemmi, imbiancati il *lavezzo*, cioè la cupola del piano delle campane, "camere et altri luoghi della torre" e "pagati colori, biaca et ogli" utilizzati per dipingere porte, finestre e altro ancora.[1]

Anche oggi sopravvivono, in diversi punti, lacerti di intonaco, mentre tracce di decorazione pittorica sono state recentemente rinvenute durante il restauro della cuspide.[2]
Dei due stemmi ritoccati agli inizi del Settecento uno è perduto, mentre l'altro è probabilmente identificabile con quello dipinto, all'altezza del soppalco che un tempo divideva orizzontalmente la *Stanza dei Torresani* intorno alla fine del Cinquecento, quando fu creato sul lato nord un belvedere, eliminando in parte anche il soppalco. Entro un ampio manto drappeggiato è dipinta l'arma della Comunità (fig. 1), una croce d'argento su fondo oro, inserita in una cornice a cartocci sormontata da un'aquila estense con corona ducale, elementi araldici, questi, presenti anche nella decorazione della *Sala del Vecchio Consiglio* di Palazzo Comunale realizzata nei primissimi anni del Seicento.

On glancing into the interior of the Ghirlandina one might think that the walls have always been bare brick, as they are today, with the sole exception of the Secchia Room, which is completely frescoed. We know however that the tower was plastered and painted, at least in part. Between 1717 and 1734 two coats of arms were in fact refashioned, the *lavezzo*, that is the dome of the floor where the bells are kept, was whitewashed together with "rooms and other areas of the tower" and "colors, ceruse and oils were paid" and used to paint doors, windows and other elements. [1]

Today, in some areas, fragments of plaster are still present, while traces of painted decorations were uncovered during the recent restoration of the spire.[2] One of the two coats of arms that were modified at the beginning of the 1700s has been lost, while the other one can most likely be identified with the one painted at the level of the loft that once divided the Torresani Room horizontally around the end of the 1500s, when a panoramic window was created on the northern side, and part of the loft was torn down.
There is a painted coat of arms of the City painted within an ample draped cloak (Fig. 1). The coat of arms is gold with a silver cross, in a cartouche frame and topped with an Este family eagle wearing a ducal crown. These heraldic elements are also present in the decorations of the *Sala del Vecchio Consiglio* (The Old Council Room) of the Municipal Palace built in the early 1600's.



Fig. 1 Stemma della Comunità di Modena, affresco, 1588. Stanza dei Torresani.
Arms of the City of Modena, fresco, 1588. Torresani room.

[1] ASCMo: *Vacchetta* 1717, cc. 72v., 109, 110, 125, 130, 170; *Vacchetta* 1734, c.22. I documenti sono pubblicati in: Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'Archivio*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Provincie Modenesi", 2001, s. XI, XXIII, pp. 34-35.
[2] Cfr. Cadignani, *infra*.

[1] ASCMo: Vacchetta 1717, cc. 72v., 109, 110, 125, 130, 170; Vacchetta 1734, c. 22) These documents are published in Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'Archivio*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Provincie Modenesi", 2001, s. XI, XXIII, pgs. 34-35.
[2] Cfr. Cadignani, *infra*.

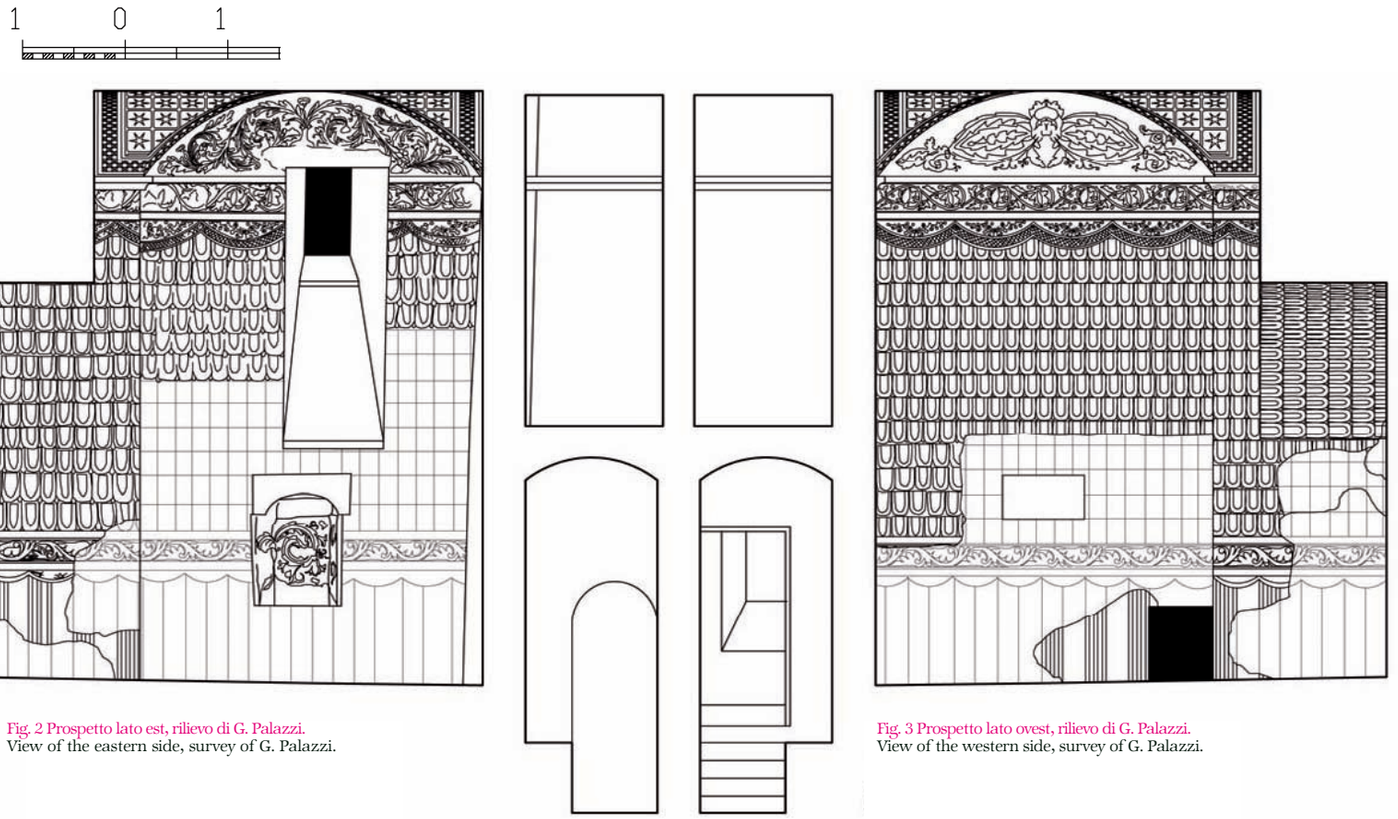


Fig. 2 Prospetto lato est, rilievo di G. Palazzi.
View of the eastern side, survey of G. Palazzi.

Fig. 3 Prospetto lato ovest, rilievo di G. Palazzi.
View of the western side, survey of G. Palazzi.

Iscrivibile in un quadrato di circa cm 180 per lato, la decorazione presentava un tempo tre motti che consentono di datarla al 1588 (anno della sopraelevazione della cupola) ed era concepita per essere ammirata dal basso da coloro che salivano sulla torre per godere il panorama di Modena dal lato in cui sorgeva il castello ducale, divenuto nel 1598 residenza stabile dei duchi d'Este.

La presenza di un simbolo civico proprio al di sopra della trifora che guardava in quella direzione non era quindi certo casuale.[3] L'unico ambiente all'interno della torre oggi ancora totalmente affrescato, come accennato, è tuttavia la *Sala della Secchia*. Situata ad un'altezza di circa 3 metri dal piano di calpestio dell'attuale vano di accesso, la sala ha una forma irregolare, misura circa m 5 x 4,60 ed è coperta da una volta a crociera alta al culmine m 5,80.[4]

Il suo nome deriva dal secchio in legno e ferro che i modenesi trafugarono da un pubblico pozzo situato in via San Felice, nel pieno centro di Bologna, durante la *Battaglia di Zappolino* (1325). Questo vile trofeo di guerra, ben presto tesaurizzato e divenuto simbolo civico, fu in seguito reso celebre dall'omonimo poema eroicomico di Alessandro Tassoni, pubblicato nel 1622, nel quale si legge:

Ma la secchia fu subito serrata
ne la torre maggior, dove ancor stassi
in alto per trofeo posta e legata
con una gran catena a curvi sassi.

The decoration fit into a 180 cm square, and at one time it included three mottos that date it to 1588 (the same year the dome was erected) and it was designed to be admired from below by those who climbed to the top of the tower to enjoy the view over Modena on the side of the Ducal Castle, which in 1598 became the permanent residence of the Dukes of Este. The presence of a civic symbol just above the mullioned window facing that particular direction was therefore certainly not accidental.[3] As mentioned, the only completely frescoed room of the tower is the *Sala della Secchia (The Bucket Room)*. Located approximately 3 meters above the floor of the current entry way, the room is irregularly shaped, measuring approximately 5 x 4.60 m and it is covered with a crossed arch 5,80 m high at the at its acme.[4]

The room's name derives from a wooden and iron bucket that the Modense people stole from a public well located in via San Felice, within the walled centre of Bologna, during the *Zappolino Battle* (1325). This humble war trophy was soon included in the city treasure hoard and became a symbol of the city. It was later made famous by a mock-heroic poem with the same name by Alessandro Tassoni, published in 1622, that contains these words:

But the bucket was immediately locked away
In the main tower, where it still hangs
Up high as a trophy it is posted and tied
With a great chain of curved stones

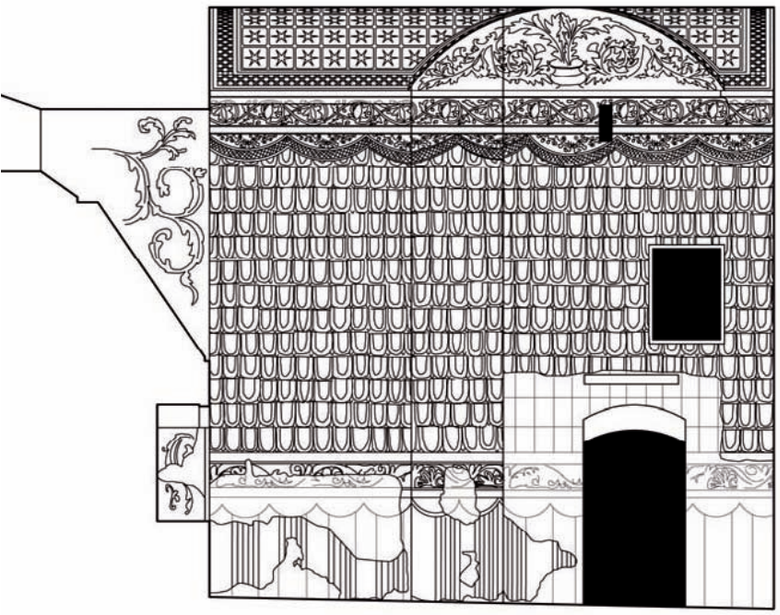


Fig. 4 Prospetto lato sud, rilievo di G. Palazzi.
View of the southern side, survey of G. Palazzi.

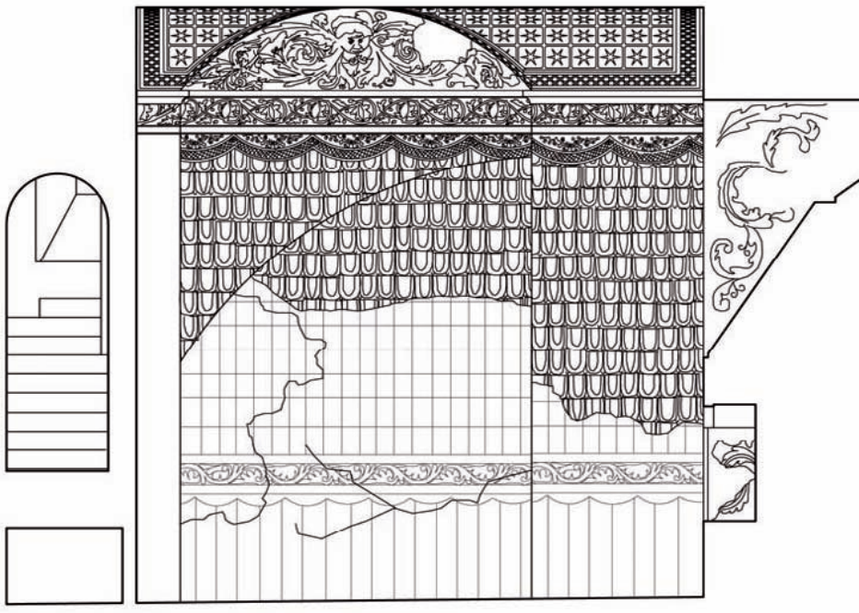


Fig. 5 Prospetto lato nord, rilievo di G. Palazzi.
View of the northern side, survey of G. Palazzi.

L'originale è oggi conservato per motivi di sicurezza in Palazzo Comunale, mentre alla catena appesa al centro della sala è sospesa una copia.[5] Per comprendere le motivazioni che hanno portato non solo all'affrescatura del locale, ma anche alla conservazione nei secoli di questa decorazione dobbiamo fare un passo indietro nel tempo e cercare di ricostruirne per quanto possibile la storia e gli usi. Gli studi più recenti inducono a ritenere la sala completata nella sua struttura architettonica tra la prima e la seconda fase costruttiva, non oltre cioè il 1184.[6] Notizie certe sull'esistenza di questo ambiente iniziamo comunque ad averne soltanto a partire dal Trecento, probabile indizio questo di un momento di svolta nel suo utilizzo e possibile suggerimento cronologico per la realizzazione del decoro dipinto ad affresco che ancora oggi possiamo apprezzare. Benché più volte restaurata nel corso dei secoli e in alcune zone lacunosa, la decorazione sopravvive in misura tale che è stato possibile proporne una ricostruzione (figg. 2, 3, 4, 5, 6) e rivela il ruolo della sala nel contesto della torre, un ruolo strettamente collegato all'affermazione del potere laico cittadino.[7]

[3] Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comancini e Campionesi a Modena*, Modena, Aedes Muratoriana,1976, pp. 252-255 e 32 n. 295. Per il testo del cartiglio, in cui compariva la data 1588, si veda Baracchi, O., Giovannini, C., *Il duomo e la torre di Modena. Nuovi documenti e ricerche*, Modena, Aedes Muratoriana, 1988, pp. 202-203. Per le modifiche e i restauri della torre tra Cinquecento e Settecento si veda anche Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 48-65.
[4] Si vedano i rilievi di Palazzi, in parte pubblicati nel cd allegato.
[5] Braglia, G., *La secchia rapita*, in *Il palazzo comunale di Modena. Le sedi, la città, il contado*, a cura di G. Guandalini, Modena, Panini, 1985, p. 34.
[6] Cfr. *infra* i contributi di Peroni e Labate, il primo dei quali propende per una datazione più precoce, al termine dellaprima fase costruttiva, mentre il secondo suggerisce in base all'analisi dei dati archeologici un'esecuzione ad opera Campionesi (1169-1184).
[7] Per la tecnica pittorica ad affresco impiegata nella decorazione della sala e per osservazioni sui materiali utilizzati nei successivi restauri si veda *infra* il contributo di Baraldi. Per la ricostruzione grafica si rimanda invece ai disegni di Palazzi.

The original bucket is conserved in the Municipal Palace for safe keeping while a copy of the chain of stones hangs in the middle of the room.[5] In order to understand the reasons for which this room was frescoed and why the decoration was preserved throughout the centuries, we will have to take a step back in time to try and reconstruct the its history and uses. Recent studies lead us to believe that that the room was completed architecturally between the first and second phases of construction, that is, after 1184.[6] We have certain indications of the existence of this room only from the beginning of the 1300s, which is probably an indication of a turning point in the use of the room and possibly evidence that the painted decoration that we see today was begun in that period. While it was restored several times, rather poorly in some areas, enough of the original decorative elements have remained that the room's role within the tower can be reconstructed (Figs. 2, 3, 4, 5, 6), a role that is closely tied to the objective of confirming non-clerical power in the city.[7]

[3] Montorsi, William, *La torre della Ghirlandina. Comancini e Campionesi a Modena*, Modena, Aedes Muratoriana, 1976, pgs. 252-255 e 32, n. 295. For the text of this scroll, that mentioned the date of 1588, see Baracchi, O., Giovannini, C., *Il duomo e la torre di Modena. Nuovi documenti e ricerche*, Aedes Muratoriana, Modena 1988, pgs. 202-203. For modifications and restoration of the tower between the 1500s and 1600s see also Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, in *The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 48-65.
[4] See G. Palazzi's survey, carried out for this publication and partially published in the included cd.
[5] G. Braglia, *La secchia rapita (the Stolen Bucket)*, in *Il palazzo comunale di Modena. Le sedi, la città, il contado*, curated by G. Guandalini, Modena 1984, pg. 34.
[6] Cfr. *infra* contributions by Peroni and Labate, the first proposed an early date, at the end of the first construction phase, while the second tends to hypothesize the workmanship of Campionesi (1169-1184), based on an analysis of architectural data.
[7] Cfr. *infra* Baraldi for information about the painting and frescoing techniques used in the room's decoration and about materials used in later restorations. Cfr. G. Palazzi's drawings for the graphical reconstruction.

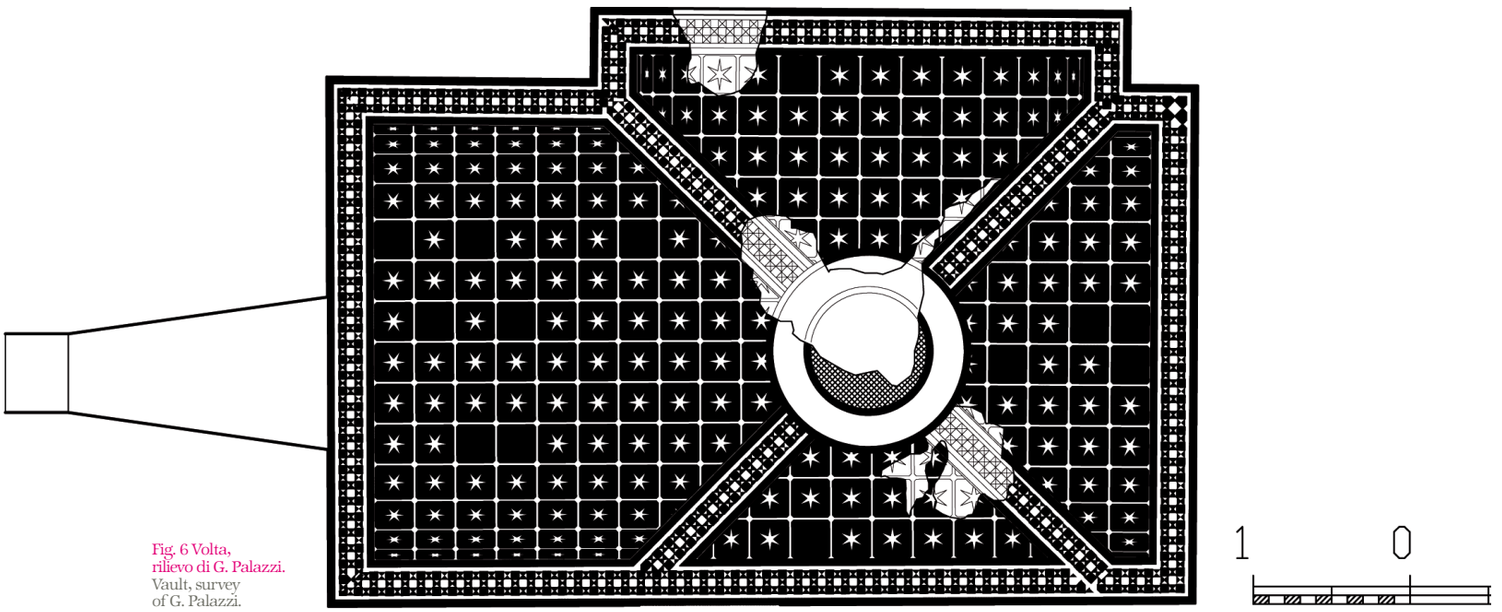


Fig. 6 Volta, rilievo di G. Palazzi.
Vault, survey of G. Palazzi.

Dopo gli anni tumultuosi della cacciata del *perfido tiranno* Azzo d'Este (1306), in cui buona parte della documentazione d'archivio prodotta dal Comune era andata distrutta, gli *Statuti* cittadini del 1327 stabiliscono che nel fondo della torre maggiore, detto *Sacristia Communis*, debbano essere conservati gli archivi della città, le reliquie e i beni preziosi del duomo e che tale ambiente venga sorvegliato da guardie armate.[8] Già agli inizi del secolo XIV, dunque, erano custoditi in ambienti contigui e sovrapposti l'attuale locale di accesso alla torre e la *Sala della Secchia* – sia i beni della Cattedrale che i documenti della Comunità, una convivenza che sarà fonte nei secoli successivi di continue contese tra i Canonici e i rappresentanti della Comunità. A questo proposito la presenza di antichi cardini per una porta che dividesse l'attuale atrio dalla soprastante *Sala della Secchia* dimostra che in passato si avvertì la necessità di tenere divisi i due ambienti. Sappiamo anche che la torre fu completata nel 1319 e che la tesaurizzazione della secchia nella sala risale, come afferma Tassoni, al 1325. Infine, nel 1338 diverse fonti documentano la costruzione della *volta* tra duomo e torre e la creazione di un corpo di fabbrica tra i due monumenti, che consentiva anche il passaggio dall'uno all'altro.[9] Non siamo, tuttavia, in grado di affermare con certezza se un collegamento tra duomo e torre esisteva già in precedenza, come è stato recentemente ipotizzato,[10] ma è certo che nel 1544, abbassando l'arcata e coprendo di

After the tumultuous years of the banishment of the *perfido tiranno* ("evil tyrant") Azzo d'Este (1306), when most of the Municipality's archived documents were destroyed, the citizens *Statutes* of 1327 declared that the city's archives were to be stored in the base of the main tower, called the *Sacristia Communis*, along with the Cathedral's reliquaries and treasures, and that this area was to be placed under the surveillance of armed guards.[8] So already at the beginning of the 14th century, both the city's archives and the Cathedral's treasures were stored in contiguous areas – the current access room to the tower and the Secchia Room – this cohabitation would be cause for numerous disputes between the Cathedral authorities and City officials for centuries afterward. For this reason the presence of antique hinges for a door that separated the current atrium from the overhead *Secchia Room* indicates a necessity to keep the two rooms separate. We also know that the tower was completed in 1319 and the famous bucket was placed in the treasury in this room in 1325, according to Tassoni. Finally, several documented sources refer to the construction of an arch between the Cathedral and the tower in 1338 as well as the creation of a passageway that connected the two monuments.[9] However, we cannot be sure if a passageway between cathedral and tower existed before this one, as was recently hypothesized,[10] but there certainly was one in 1544, which, by

[8] ASCMo, Camera Segreta, *Statuta Civitatis Mutinae*, 1327, I, XLV. Si vedano anche: l'edizione ottocentesca, Campori, C. (a cura di) *Monumenti di Storia patria, Serie degli Statuti*, t. I, Parma, Fiaccadori 1864, p. 36, n. 28, in cui si specifica che le pubbliche carte all'epoca erano conservate in una stanza della torre maggiore e nella sagrestia della cappella del Comune, in una camera riservata agli atti, cioè nella residenza municipale; Bosi, R., *Statuta Civitatis Mutinae*, in *Civitas Geminiana. La città e il suo patrono*, catalogo della mostra (Modena1997-98) a cura di Piccinini, F., Modena, Panini,1997, pp. 163-64.
Riguardo alle storia modenese degli inizi del Trecento e alle vicende dell'archivio della Comunità si rimanda a: Bonacini, Piepaolo, *Il "Registrum Comunis Mutine" (1299). Politica e amministrazione corrente del Comune di Modena alla fine del XIII secolo*,(*Quaderni dell'Archivio Storico*, XV), Comune di Modena, 2002, in part. pp. 15-24; Braidi, Valeria, *I Modenesi nel Trecento. Il "Liber magne masse populi civitatis Mutine"*, (*Quaderni dell'Archivio Storico*, XIX), Comune di Modena, 2004, in part. pp. 30-43 e 75-81.
[9] Dondi, Antonio, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena*, Modena, Tipografia

[8] ASCMo, Secret Room, *Statuta Civitatis Mutinae*, 1327, I, XLV. See also: the 19th century edition of Campori, C. (edited by) *Monumenti di Storia patria, Serie degli Statuti*, t. I, Fiaccadori, Parma 1864, p. 36, n. 28, that specifies that the public documents were stored in the main tower and in the vestry of the *City*'s chapel, in a room set aside for official documents, that is, in the municipal residence; Bosi, R., *Statuta Civitatis Mutinae*, in *Civitas Geminiana. La città e il suo patrono*, show catalogue (Modena 1997-98) edited by Piccinini, F., Panini, Modena 1997, pgs.163-64. For information about Modenese history at the beginning of the 1300's and the events surrounding the City's archives, see: Bonacini, Piepaolo, *Il "Registrum Comunis Mutine" (1299). Politica e amministrazione corrente del Comune di Modena alla fine del XIII secolo*, (*Quaderni dell'Archivio Storico*, XV), Comune di Modena, 2002, in part. pgs. 15-24; Braidi, Valeria, *I Modenesi nel Trecento. Il "Liber magne masse populi civitatis Mutine"*, (*Quaderni dell'Archivio Storico*, XIX), Comune di Modena, 2004, in part. pgs. 30-43 e 75-81.
[9] Dondi, Antonio, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena*, Modena, Tipografia dell'Immacolata Concezione, 1896, pg. 263; Baracchi, O., *Ghirlandina*.



Fig. 7 Vista della volta.
View of the vault.

conseguenza gli affreschi votivi ora al Museo Civico, di cui si parlerà più oltre, tale ambiente di comunicazione fu diviso in due camere sovrapposte, collegate da una scaletta a chiocciola e destinate ad ospitare la Cassa e l'Archivio del Capitolo.[11] L'ubicazione di quest'ultimo nel periodo compreso tra XIV e XVI secolo, comunque, non è chiara; sembra anzi che in alcuni momenti esso sia stato spostato insieme alle *cose più preziose* nella camera della torre, forse per ragioni di sicurezza che, ad esempio, tra il 1527 e il 1529 spinsero i canonici a chiudere l'ingresso al passaggio con un muro.[12] Intorno alla metà del Cinquecento si manifesta chiaramente la situazione di tensione, da tempo latente, tra la Fabbrica del Duomo e la Comunità di Modena riguardo ai rispettivi oneri e diritti sulla Ghirlandina, da sempre considerata sia campanile del duomo che torre civica. La vicenda, nota come *lite del pallio*, vide l'allora Cancelliere della Comunità Gian Maria Barbieri impegnato a ordinare i documenti più antichi della città conservati da secoli nella *sagristia* della torre per dimostrare i diritti del Comune e si concluse con un accordo stipulato nel 1569.[13] Riguardo all'argomento di cui ci stiamo occupando, la Comunità rivendicava i diritti espressi negli Statuti del 1327, cioè la possibilità di conservare i documenti più importanti della città nella camera della torre, utilizzata invece sempre di più nel corso del tempo dai Canonici, cosa che aveva generato una situazione di scarsa chiarezza circa la pertinenza della documentazione.

dell'Immacolata Concezione, 1896, p. 263; Baracchi, O., *Ghirlandina. Notizie d'archivio*, in Sandonnini, Tommaso, *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena: 1897-1925*, a cura di Baracchi, Modena, Aedes Muratoriana, 1983, p. 155; Dieghi, C. *Fonti e studi* cit., p. 63.
[10] Si vedano *infra* il contributo di Peroni e la restituzione grafica elaborata da Palazzi.
[11] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pp. 210, 263.
[12] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., p. 26.
[13] Bemo, Barbieri, Gian Maria, *Memorie storiche che incominciano col 1099 sulle origini della Fabbrica del Duomo e Torre della Fabbrica di S. Geminiano*..., 1574, ms. Fondo Sorbelli 48; Biondi, G., *La "lite del pallio": un conflitto giuridico tra il Comune di Modena e la fabbrica del Duomo al tempo del Cardinal Morone*, in *Domus clari Geminiani*, a cura di Corradini E., Garzillo E., Polidori G., Silvana editoriale, Cinisello Balsamo 1998, pp. 291-308. Per una sintesi della questione si rimanda a Dieghi, *Fonti e studi* cit., p. 51.

lowering the arcade and as a result, covering the votive frescoes now conserved in the Civic Museum, which will be discussed later in this work, divided this connecting structure into two rooms, one on top of the other, connected by a spiral stairway and designed to contain the Treasury and the Chapter Archives.[11] Whether or not the Archives were located here between the 14th and 15th centuries is not clear; on the contrary, it seems that in some periods they were moved into the tower room along with the *cose più preziose* (most precious things), perhaps for the same reasons of safekeeping that for example led church officials to wall up the passageway door between 1527 and 1529.[12] Around the mid-1500s, the tension that had been latent for some time, emerged into the open, between the Fabric of the Cathedral and the Modena City about their respective rights and privileges regarding the Ghirlandina, which had always been considered both bell tower of the Cathedral and city tower. In the "*pallio quarrel*" affair, City Chancellor Gian Maria Barbieri re-organized the ancient city documents that had been preserved in the *sagristia* of the tower for centuries in order to demonstrate the city's rights to the tower. The quarrel was concluded with an agreement in 1569.[13] The City claimed its rights as defined by the Statutes of 1327, specifically the right to preserve its most important documents in the tower room, which had been increasingly used by the religious authorities, creating confusion as to whom the documents pertained.

Notizie d'archivio, in Sandonnini, Tommaso, *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena: 1897-1925*, curated by Orianna Baracchi, Modena, Aedes Muratoriana, 1983, pg. 155; Dieghi, *Fonti e studi* cit., pg. 63.
[10] See *infra* contributions of Peroni and Palazzi's drawings.
[11] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pgs. 210, 263.
[12] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pg. 26.
[13] Bemo, Barbieri, Gian Maria, *Memorie storiche che incominciano col 1099 sulle origini della Fabbrica del Duomo e Torre della Fabbrica di S. Geminiano* ..., 1574, ms. Fondo Sorbelli 48; Biondi, Grazia, *The "lite del pallio": un conflitto giuridico tra il Comune di Modena e la fabbrica del Duomo al tempo del Cardinal Morone*, in *Domus clari Geminiani*, edited by Corradini Elena, Garzillo Elio, Polidori Graziella, Silvana editoriale, Cinisello Balsamo 1998, pgs. 291-308. For a summary of this, see Dieghi, *Fonti e studi* cit., pg. 51.

Neppure il coinvolgimento diretto del Duca, nel 1578, da parte dell'ambasciatore comunale Giulio Cesare Codebò riuscì tuttavia a porre rimedio a questa incresciosa situazione[14] e così la Comunità dovette risolversi a trasferire tutte le proprie carte nella residenza municipale. Un inventario ottocentesco dell'Archivio Comunale ricorda infatti per l'anno 1578 che all'epoca l'archivio della Comunità sembrava essere ancora nel *piede* della torre, segno che fu spostato proprio in quel periodo.[15] Rimasero all'interno della Ghirlandina il tesoro e l'archivio del Duomo, come dimostrano due interessanti disegni (figg. 8, 9) riguardanti i primi piani della Ghirlandina conservati tra le carte prodotte dalla Comunità nel 1750.[16] Dall'altra parte il clero si lamentava del fatto che per entrare nella torre vi fosse un continuo passaggio di persone attraverso la Cattedrale.
Sembra, anzi, che nel Cinquecento fosse possibile accedervi soltanto passando attraverso il Duomo, come dimostra la notizia che i Torresani possedevano una copia delle chiavi della *Porta della Pescheria* per entrare anche durante la notte. Per questo alla fine del Cinquecento fu progettata e costruita una scala esterna, eliminata dopo qualche anno perché antiestetica e poco utilizzata[17] e nel 1768 ne fu costruita un'altra, ben visibile in una pianta della fine dell'Ottocento.[18] Soltanto a fine Settecento, dopo cioè che era stata interrotta la comunicazione diretta tra i due edifici, l'Archivio del Capitolo, le argenterie e gli oggetti più preziosi della Cattedrale furono trasferiti negli ambienti collocati tra duomo e torre, dove rimasero fino alla fine dell'Ottocento.[19]
Nel 1898 l'Archivio Capitolare fu di nuovo spostato, questa volta nella stanza superiore alla sagrestia, poiché doveva iniziare la demolizione del passaggio tra i due edifici. In quell'occasione (25 giugno 1900) furono scoperte sul fianco settentrionale del duomo, in corrispondenza del presbiterio, due porte murate al di sotto delle quali, tra il 1882 e il 1900 erano stati messi in luce alcuni affreschi votivi, oggi esposti al Museo Civico, riferiti ad artisti modenesi del secondo quarto del Trecento.[20] Dall'arcata sinistra, verso la piazza, proviene *La Madonna in trono col Bambino e i santi Bartolomeo e Geminiano*; da quella centrale *La Madonna in trono col Bambino, san Geminiano e Zaccaria Testagrossa*; dall'arcata destra, a fianco della *Porta della Pescheria*, l'affresco raffigurante *Un santo vescovo e san Tommaso d'Aquino*, la cui datazione non può essere anteriore al 1340, anno in cui quest'ultimo fu proclamato santo.

Though in 1578, Giulio Cesare Codebò, the City ambassador, requested the Duke's involvement, not even this managed to put an end to the regrettable situation[14] and the City was forced to move its papers to the Municipal Residency. An 18th century inventory of the City Archives noted that according to 1578 records, the Archives seem to have still been kept in the base of the tower, indicating that they were probably moved in that period.[15]
The Cathedral's treasure and archives stayed inside the Ghirlandina, as evidenced in two interesting drawings (Figs. 8, 9) of the lower floors of the Ghirlandina filed among the papers produced by the City in 1750.[16]
On the one hand, clergy had complained about the constant passage of people through the Cathedral to access the Tower. But it seems that in the 1500s the only entrance to the Tower was through the Cathedral, a fact that is evidenced by the news that the Torresani had a copy of the keys to the *Porta della Pescheria* (Fish market door) so they could have access to the Tower even at night. That is why at the end of the 1500s an external staircase was designed and built, which was demolished after a few years because it was an eyesore and underused.[17]
In 1768 another was built, as recorded in a map dated at the end of the 1800s.[18]
It was at the end of the 1700s, after the direct connection between the two buildings had been walled up, that the Chapter Archives, the silver and other precious treasures of the Cathedral were moved into the rooms between the Cathedral and the Tower, where they remained until the end of the 19th century.[19]
In 1898 The Chapter Archives were moved again, this time into the room above the vestry, because the demolition of the passageway between the two buildings was scheduled to begin.
At that time (June 25th, 1900) two walled doors were discovered on the northern wall of the Cathedral, along the rectory, under which two votive frescoes were uncovered between 1882 and 1900, currently on display in the Civic Museum and attributed to Modense artists of the second quarter of the 1300s.[20]
The Madonna and Child on the throne between Saints Bartholomew and Geminianus were originally in the left arcade towards the main square; *The Madonna and Child on the throne with St. Geminianus and Zachariah the Large-headed* came from the main arcade; and from the right arcade, next to the Porta della Pescheria came the fresco of *A sainted bishop and St. Thomas of Aquinas*, dated no earlier than 1340, the year in which the latter was sainted.

[14] Riguardo alla scarsa chiarezza circa la pertinenza dei materiali conservati nella torre si segnala che agli inizi del Cinquecento la Secchia rapita è citata in un inventario di beni della Cattedrale: cfr. Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pp. 218-219. Per la vicenda che vide coinvolto G.C. Codebò cfr. Baracchi, *La torre di Modena* cit., pp. 27-29.
[15] ASCMo,Raselli, Odoardo, *Indice dell'Archivio per materie*, s.d. (fine sec. XIX).
[16] ASCMo, Ex Actis, 23 gennaio 1750.
[17] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., p. 249; Baracchi, *La torre di Modena* cit., p. 30; Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., p.12.
[18] Tosi G., *Pianta del Duomo e delle Canoniche*, 1898 circa (ASCMo, cartella 7 ter) vedi *infra* Peroni. Cfr. anche Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., p. 249; Baracchi, *Ghirlandina. Notizie d'archivio* cit., 257-258; Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., p. 30; Baracchi, *La torre di Modena* cit., p. 36.
[19] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., p. 27; Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., p. 24.
[20] Per il rinvenimento delle pitture cfr. Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., pp. 19, 25-27, 154-55; gli affreschi sono stati recentemente pubblicati in: Benati, Daniele, Peruzzi, Lucia (a cura di) *Musei Civici di Modena. I dipinti antichi*, Modena, Panini, 2005, pp. 32-35, nn. 4-6.

[14] As regards the lack of clarity surrounding the pertinence of the materials preserved in the tower, note that around the beginning of the 16th century the stolen bucket is mentioned in an inventory of the Cathedral's treasures: cfr. Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pgs. 218-219. As for the events involving G.C. Codebò cfr. Baracchi, *La torre di Modena* cit., pgs. 27-29.
[15] ASCMo, Raselli, Odoardo, Index of the materials archive, s.d. (fine sec. XIX).
[16] ASCMo, Ex Actis, cartella 7 ter, G. Tosi, Pianta del Duomo e delle Canoniche, 1898.
[17] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pg. 249; Baracchi, *La torre di Modena* cit., pg. 30; Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., pg. 12.
[18] Tosi G., *Pianta del Duomo e delle Canoniche*, 1898 circa (ASCMo, cartella 7 ter) see *infra* Peroni. Cfr. anche Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pg. 249; Baracchi, *Ghirlandina. Notizie d'archivio* cit., pgs. 257-258; Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., pg. 30; Baracchi, *La torre di Modena* cit., pg. 36.
[19] Dondi, *Notizie storiche ed artistiche del Duomo* cit., pg. 27; Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., pg. 24.
[20] For the rediscovery of the paintings, cfr. Sandonnini, *Cronaca dei restauri del Duomo* cit., pgs. 19, 25-27, 154-55; The frescoes were recently published in: Benati, Daniele, Peruzzi, Lucia (c) *Musei Civici di Modena. I dipinti antichi*, Panini, Modena 2005, pgs. 32-35, nn. 4-6.

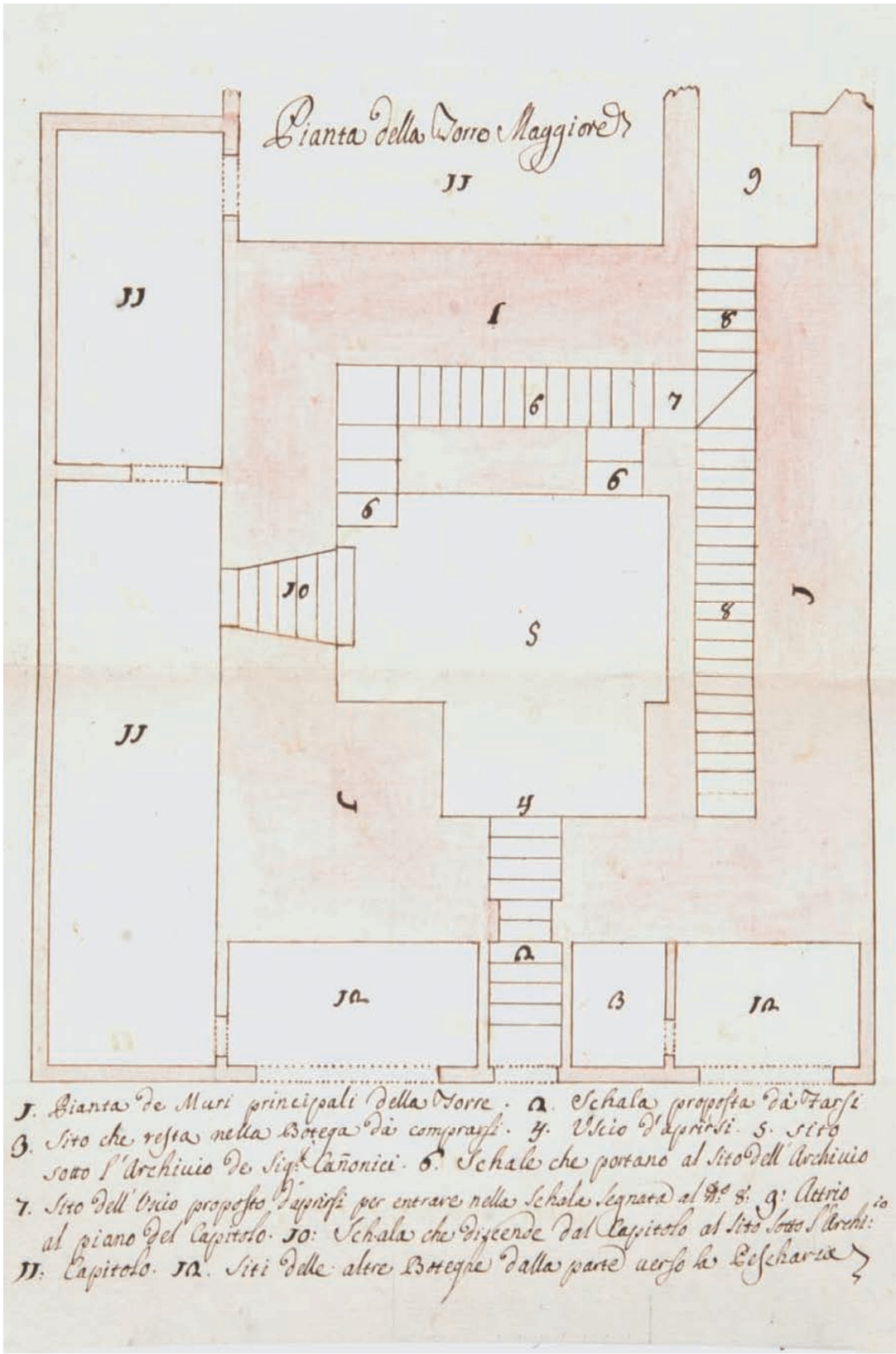


Fig. 8 Pianta della base della Ghirlandina, 1750. Modena, Archivio Storico Comunale.
Map of the base of the Ghirlandina, Modena, City Archive.

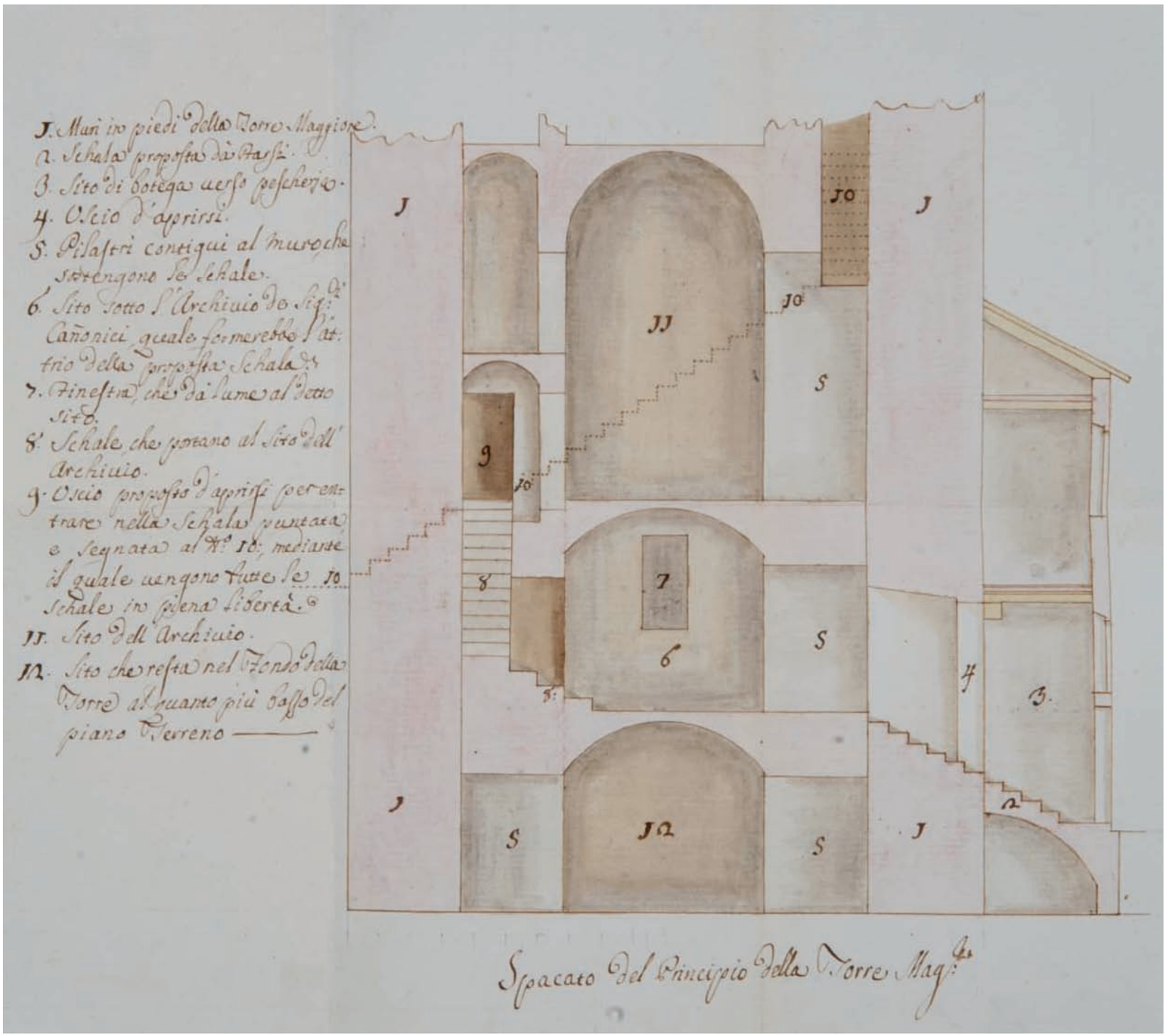


Fig. 9 Spaccato della base della Ghirlandina, 1750. Modena, Archivio Storico Comunale.
Block diagram of the base of the Ghirlandina, Modena, 1750. Modena, City Archive.

Questi dipinti hanno, come vedremo, un certo interesse in rapporto alla decorazione della *Sala della Secchia*.
Affrescata per intero, la sala ci appare come un grande scrigno, aperto su un cielo stellato attraverso una griglia a maglie quadrate che riprendono il motivo dell'inferriata posta all'ingresso, probabilmente per consentire la vista della secchia garantendo l'inaccessibilità della sala.[21] Le pareti sono invece interamente rivestite da tappezzerie dipinte che ci riportano all'uso trecentesco di tappezzare gli ambienti domestici di tessuti pregiati, che avevano la funzione di ravvivare gli interni, ma anche di renderli più accoglienti proteggendoli dall'umidità.[22] Resti di un intonaco affrescato precedente dimostrano comunque che il locale aveva anche in precedenza una particolare importanza. Di questa fase più antica, tuttavia, siamo in grado di dire ben poco, se non che doveva trattarsi, almeno nella parte inferiore, di una decorazione figurata, mentre nella parte alta emergono tracce di campiture gialle e rosse. Difficile dunque ipotizzare a quando risalga, anche se vale la pena di ricordare che l'intera cattedrale modenese fu completata intorno al 1220-1230 ad opera dei Campionesi da una decorazione dipinta in bianco e rosso di carattere architettonico, di cui sopravvivono tracce significative che ne hanno resa possibile una ricostruzione ipotetica. Di recente si è appurato che anche la cattedrale di Reggio Emilia ebbe nel Duecento un decoro dipinto di gusto ancora romanico, come quello modenese, che ne sottolineava gli elementi architettonici attraverso l'uso di una gamma limitata di colori.[23]
L'attuale decorazione della *Sala della Secchia* presenta invece caratteristiche ormai gotiche, come risulta dall'analisi delle singole componenti. Partendo dal basso, troviamo una fascia inferiore che imita un tessuto a righe di colore giallo, rosso, verde e arancio, disposto secondo un drappeggio regolare, al di sopra della quale, tra due ampie fasce rosse, corre un fregio vegetale "a onda" con grandi foglie lobate nei colori bianco, giallo e rosso su fondo nero. Al di sopra di questo zoccolo tutta la parete è rivestita da un ulteriore finto drappeggio che imita questa volta un rivestimento particolarmente prezioso, la pelle di vaio.

These paintings have, as we will see, interest in terms of the decorative elements of the *Secchia Room*. The room is completely frescoed and as such it seems to be a great treasure chest, open to a starry sky through a cross-work lattice grill that mimics the motif of the grate at the entryway, probably to allow viewing of the bucket.[21] The walls are almost completely covered with painted tapestry that remind us of the 14th century use of tapestry wall-coverings in precious fabrics in domestic environments. Their purpose was to brighten up rooms and also to make rooms more comfortable and isolate them from humidity.[22] The presence of traces of earlier frescoed plaster are proof that the room had a certain importance in even earlier times. But we have very little information about this earlier decoration except that it must have been figurative, at least in the lower part. In the upper part there are traces of yellow and red backgrounds. As a result, while it is difficult to date this decoration, it is worth mentioning that the entire Modense Cathedral was refinished around 1220-1230 by the Campionese Masters with an architectural red and white decoration of which enough traces have survived so that we can make a hypothetical reconstruction.
Recently studies have revealed that the Cathedral in Reggio Emilia in the 13th century had also been adorned with a painted Romanesque decor – like that of the Modena Cathedral, which highlighted its architectural elements through the use of a limited range of colors.[23]
The current decor of the *Secchia Room* belongs to the early Gothic period, as can be seen in an analysis of its single components. Starting from the bottom, there is a lower strip that imitates yellow, red green and orange striped fabric, arranged in a regularly draped pattern. Above that a floral frieze runs in "waves" between two wide red strips. The frieze has large white, red and yellow lobed leaves on a black background. Above this base the entire wall is covered with a false drape which imitates a precious covering in vair-patterned leather. The tapestry appears to be finished in golden trim (actually yellow), hung on the wall with regularly spaced hooks, from which schematic fronds emerge, alternatively red and black with white berries.
The wall's decoration is topped off by a second white, yellow, green and orange frieze of plant vines arranged in "alternate spirals" on a black background.

[21] Porta lignea e inferriata poste all'ingresso della sala sembrano compatibili con una datazione al XIV secolo: cfr. *infra* Labate.
[22] Tomasi, M., *L'arredo della casa*, in *Storia delle arti in Toscana. Il Trecento*, a cura di Seidel, Max, Firenze, Edifir, 2004, pp. 254-60 (251-275). Anche in precedenza sono noti esempi di decorazioni pittoriche dipinte a imitazione di tessuti preziosi: per un caso particolarmente significativo della fine del Duecento si veda Monciatti, A., *Per la decorazione murale del Palazzo di Niccolò III Orsini in Vaticano. Il cubicolo e la sala dei chiaroscuri*, in "Römisches Jahrbuch der Biblioteca Hertziana", 34.2001/2002 (2004), pp. 7-40; per un esempio ancora più antico si veda Caleca, A., *La decorazione di un palazzo pisano del XII secolo*, in *Medioevo: la chiesa e il palazzo*, a cura di Quintavalle, Arturo Carlo, Milano-Parma, Electa, 2007, pp. 384-88.
[23] Per Modena si veda Autenrieth, H.P., *Il colore dell'architettura*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Modena, Panini 1984, pp. 241-263. Per Reggio Emilia si rimanda all'intervento al convegno *Il Vescovo, la Chiesa e la Città* (Reggio Emilia, 14 giugno 2008): Autenrieth, H.P., *Le decorazioni pittoriche della cattedrale medievale di Reggio Emilia*, al momento non ancora pubblicato.

[21] The wooden barred door at the entrance to the room seem compatible with dating around the 14th century: cfr. *infra* Labate.
[22] Tomasi, M., *L'arredo della casa*, in *Storia delle arti in Toscana. Il Trecento*, curated by Seidel, Max, Edifir, Firenze 2004, pgs. 254-60 (251-275). There are previous examples of decoration that was painted in such a way as to imitate precious fabrics: for one particularly significant example of the 1200s see Monciatti, A., *Per la decorazione murale del Palazzo di Niccolò III Orsini in Vaticano. Il cubicolo e la sala dei chiaroscuri*, in "Römisches Jahrbuch der Biblioteca Hertziana", 34.2001/2002 (2004), pgs. 7-40; for an even earlier example see Caleca, A., *La decorazione di un palazzo pisano del XII secolo*, in *Medioevo: la chiesa e il palazzo*, a cura di Quintavalle, Arturo Carlo, Electa, Milano-Parma 2007, pgs. 384-88.
[23] For Modena cfr.: Autenrieth, Hans Peter, *Il colore dell'architettura*, in *Lanfranco and Wiligelmo*... cit., Panini, Modena 1984, pgs. 241-263. For Reggio Emilia see the talk held at the conference *Il Vescovo, la Chiesa e la Città* (Reggio Emilia, Juen 14th, 2008) Autenrieth, Hans Pieter, *Le decorazioni pittoriche della cattedrale medievale di Reggio Emilia*, as of yet unpublished. Special thanks to the author for allowing me to use his contribution.

Anche in questo caso la tappezzeria è realizzata in modo da sembrare profilata da una passamaneria dorata (gialla in realtà), appesa alla parete tramite ganci regolari, dai quali sbucano schematiche fronde alternativamente nere e rosse con bacche bianche. Il decoro delle pareti è completato, in alto, da un secondo fregio vegetale "a spirali alternate" realizzato in bianco, giallo, verde e arancio su fondo nero. Il tralcio presenta in questo caso nodi, foglie polilobate e piccoli grappoli, motivo che richiama il fregio, scolpito intorno al 1180-90, che incornicia i rilievi del pontile del Duomo e quello duecentesco dell'architrave della Porta Regia.[24]
Al di sopra di questo secondo fregio, le quattro lunette formate dalla volta a crociera presentano elaborati tralci vegetali che si dipartono da motivi centrali: mascheroni sui lati nord e ovest, vasi sui lati est e sud. Il decoro delle lunette è realizzato nei colori consueti (giallo, arancio e verde), questa volta tuttavia su fondo chiaro. Una decorazione analoga, sebbene molto compromessa, orna la strombatura del muro orientale su cui si apre la finestra. Differente, per *ductus* pittorico ed anche per maggiore vivacità dei colori, appare invece il decoro vegetale della nicchia aperta sotto la finestra. La volta presenta vele profilate da un motivo geometrico a rombi con quadrati iscritti dipinto in bianco, rosso e nero e interamente ricoperte da un reticolo a maglie quadrate con iscritte stelle a sei punte. Al culmine della copertura si osserva un clipeo all'interno del quale compariva forse un tempo l'arma della Comunità.
Osservando la decorazione di questo ambiente si può notare come essa sia stata realizzata verosimilmente a mano libera, senza cioè l'utilizzo di sagome, attestato di frequente per motivi modulari come quelli qui presenti. Un altro elemento da segnalare è il sostanziale disinteresse, o l'incapacità, di rendere i motivi in modo naturalistico, elemento questo evidente soprattutto nella resa del vaio, il cui andamento orizzontale nel sottarco creato dalla scala sul lato nord è del tutto irreale. Si può quindi ipotizzare che le maestranze all'opera nell'affrescatura della sala potessero essere semplici artigiani operanti all'interno di un cantiere finanziato probabilmente dalla Comunità, piuttosto che dalla Fabbrica, ed escludere l'intervento di artisti quali quelli chiamati a dipingere negli stessi anni gli affreschi votivi ritrovati a fine Ottocento sulla parete settentrionale del Duomo.[25] Alcuni motivi decorativi presenti in quelle pitture ritornano tuttavia nella sala, indizi questi di un gusto comune e di prossimità cronologica. Una delle Madonne indossa infatti un elegante manto rivestito internamente di vaio (fig. 10), mentre l'altra siede su un dossale ornato dal motivo geometrico a

This vine-branch contains knots, multiple-lobed leaves, and small clusters of berries, this motif brings to mind the sculpted frieze that frames the reliefs around the chancel arch in the Cathedral, and the 13th century frieze of Porta Regia.[24]
Above this second frieze, 4 lunettes formed by the groin vault present elaborate plant vines that radiate from the central composition: mascarons on the northern and western sides, vases on east and south sides. The lunettes are decorated in the usual colors (yellow, orange and green) this time on a light background.
A similar decoration, although quite compromised, embellishes the splay on the eastern wall near a window opening.
The floral decoration of the open niche underneath the window appears quite different both in terms of its pictorial *ductus* and its vivacious colors.
The vault is decorated with sails that are outlined by a geometric pattern of white, red and black squares within rhombuses, completely covered by a black reticular network of squares with six-pointed stars inscribed. At the very top of the ceiling there is a clypeus that may have once born the heraldic seal of the City.
On observing the decoration of this room, it is evident that the work may have been done free-hand, that is without the use of stencils or models to copy, often used for modular designs like these.
Another obvious element is the lack of interest, or perhaps the inability to render the decorative elements correctly from a naturalistic point of view. This is especially evident on the depiction of the vair tapestry, whose horizontal movement underneath the arch created by the northern staircase is wholly unrealistic.
From this evidence we can assume that simple artisans worked on the frescoes in the room, and may have been workers hired by the City, and not by the Cathedral Fabrica, and most certainly not the same artists who were retained at the same time to paint the votive frescoes that were discovered on the northern wall of the Cathedral in the 1800s.[25]
Some decorative motifs present in the paintings can also be found in the room's decorative elements, which is evidence of a common taste in painting and chronological proximity.
One of the Madonnas is wearing an elegant cape that is lined in vair-patterned cloth (Fig. 10), while another is part of an altarpiece decorated with a geometric pattern of black rhombuses

[24] Si veda *infra* Lomartire.
[25] Si vedano, per contro, i risultati di ben altro livello qualitativo, ottenuti da un gruppo di artisti attivi a Pisa intorno al 1170 sia nel campo della decorazione murale che in quello della miniatura: Caleca, *La decorazione di un palazzo pisano* cit.

[24] See *infra* Lomartire.
[25] Contrary to this, see a higher quality level exhibited in the work of a group of artists from Pisa around 1170 both in wall decoration and miniatures: Caleca, *La decorazione di un palazzo pisano* cit.



Fig. 10 Maestro di Berteo Testagrossa, *La Madonna in trono col Bambino, san Geminiano e Zaccaria Testagrossa*, 1334. Modena, Museo Civico d'Arte (proveniente dal Duomo).

Master Berteo Testagrossa, *The Enthroned Virgin and Child, St. Geminianus and Zachariah the Large-headed*, 1334. Modena, City Museum of Art (from the Chatedral).

rombi e quadrati neri su fondo bianco (fig. 11). Quest'ultimo risulta in realtà pressoché onnipresente nella pittura italiana del Trecento, con diverse attestazioni anche nel campo della miniatura. Frutto di un'interpretazione pittorica delle decorazioni in pasta vitrea realizzate a Roma e nel Lazio dai maestri cosmateschi, fu ampiamente utilizzato nel cantiere di Assisi (fig. 12) e si diffuse in tutta la penisola grazie all'attività di Giotto e dei suoi seguaci.[26]

Manti e drappeggi interamente realizzati o foderati con la preziosa pelle di vaio, costituita dal manto invernale dello scoiattolo siberiano, furono invece una componente ricercata e preziosa della moda e dell'arredo di epoca gotica, frequentemente riprodotta dai pittori e dai miniatori nelle loro raffigurazioni.

and squares on a white background (Fig. 11).

This pattern is practically omnipresent in 13th century Italian painting, with numerous examples even in miniatures. Fruit of a pictorial interpretation of decorations in cast glass from Rome and the surrounding Lazio region by Cosmati masters, this technique was widely used by builders in Assisi (Fig. 12) and spread throughout the Italian peninsula thanks to Giotto and his followers.[26] Mantles and drapes made of or lined in precious vair leather, fashioned out of the winter fur of the Siberian squirrel were highly sought out and precious clothing and interior decoration in the Gothic era, represented frequently by painters and miniaturists of the time. Even in earlier times, however, German prince-electors were depicted with vair-



Fig. 11

[25] Autenrieth, Hans Peter, *Pittura architettonica e decorativa*, in *La pittura in Lombardia. Il Trecento*, Milano, Electa, 1993, p. 384 (pp. 362-92).

[26] Autenrieth, Hans Peter, *Pittura architettonica e decorativa*, in *La pittura in Lombardia. Il Trecento*, Electa, Milano 1993, p. 384 (pgs. 362-92).

Anche in precedenza, tuttavia, i principi elettori tedeschi erano stati raffigurati con un copricapo e una mantellina di vaio, simboli in questo caso di potere politico più che ostentazione di eleganza cortese. Meno comune risultava, fino a qualche tempo fa, l'utilizzo del motivo nel campo della pittura decorativa, come ebbe a sottolineare alla fine dell'Ottocento Luigi Alberto Gandini, il collezionista modenese che donò la propria straordinaria raccolta tessile al Museo Civico di Modena. Secondo Gandini, che sembra non conoscere la *Sala della Secchia*, l'unico esempio superstite di pittura murale dipinta a *tappezzeria vaiata* era quello rinvenuto nella terza cappella di destra del Duomo di Orvieto, databile tra Tre e Quattrocento (fig. 13). Lo studioso sottolineava che i documenti ne attestavano comunque una certa diffusione,

decorated headdresses or short capes, in this case more as a display of political power than of courtier elegance. It seemed, until recently, that the use of these patterns was less common in decorative painting, as was pointed out by Luigi Alberto Gandini, the collector who donated an extraordinary collection of antique fabrics to the Civic Museum of Modena at the end of the 1800s.

According to Gandini, who seemed unfamiliar with the *Secchia Room*, the only surviving example of wall painting using vair tapestry could be found in the third chapel on the right of the Orvieto Cathedral, datable between the 1300s and 1400s (Fig. 13). He pointed out that available documentation indicated a certain diffusion of the use of these designs.



Fig. 12

Fig. 11 Pittore modenese (?) del secondo quarto del secolo XIV, *Madonna in trono col Bambino e i santi Bartolomeo e Geminiano*. Modena, Museo Civico d'Arte (proveniente dal Duomo).
Modenese painter (?), second quarter of the 16th century, *The Madonna and Child on the throne between Saints Bartholomew and Geminianus*. Modena, City Museum of Art (from the Chatedral).

Fig. 12 Giotto e bottega, *Cappella della Maddalena*, 1307-1308. Assisi, Basilica inferiore. Da *La Basilica di San Francesco ad Assisi*, a cura di Giorgio Bonsanti, "Mirabilia Italiae", Franco Cosimo Panini editore, Modena 2002.
Giotto and his school, *Maddalena Chapel*, 1307-1308. Assisi, Basilica inferiore. From *La Basilica di San Francesco ad Assisi*, edited by Giorgio Bonsanti, "Mirabilia Italiae", Franco Cosimo Panini editore, Modena 2002.



Fig. 14



Fig. 13



Fig. 15

Fig. 13 Disegno dall'album Gandini, con vaio Orvieto.
Gandini album drawing with Orvieto vair pattern.

Fig. 14 Tappezzerie dipinte con motivi araldici e finto vaio, fine XIV - inizi XV secolo. Firenze Palazzo Davanzati.
Tapestry painted with heraldic motifs and vair-patterned cloth, end 14th-beginning 15th century. Florence, Palazzo Davanzati.

Fig. 15 Tappezzeria con decoro geometrico rivestita a finto vaio, fine XIV - inizi XV secolo. Firenze Palazzo Davanzati, Sala dei Pappagalli.
Tapestry with geometric motifs lined in vair-patterned cloth, end 14th-beginning 15th century. Florence, Palazzo Davanzati, Room of the Parrots.

provando ad esempio l'esistenza di camere dipinte a vaio nella residenza mantovana dei Gonzaga agli inizi del Quattrocento.[27]
Oggi in realtà possiamo elencare numerosi altri esempi di tappezzerie dipinte con il motivo del vaio, databili tra il XII e il XV secolo, presenti sia nella penisola italiana che in area germanica e sempre utilizzate in contesti profani, con carattere signorile e spesso araldico. Tra questi si ricordano, in particolare, alcuni esempi trecenteschi, quali quello dipinto agli inizi del XIV secolo nella fascia inferiore di un ambiente della Torre del Palazzo Pubblico di San Geminiano, recante superiormente scene dipinte di carattere profano, e le tappezzerie affrescate tra XIV e XV secolo nelle sale di Palazzo Davanzati (fig. 14, 15) a Firenze, dove il vaio compare sia come fodera di drappi dipinti a motivi geometrici che come rivestimento di un intero corridoio. Sempre in Toscana, nel Duomo di Pisa, questa volta, è stato recentemente rinvenuto un interessante decoro dipinto della stessa tipologia databile con certezza al 1315. Si tratta del finto tessuto dipinto intorno al *Monumento funebre di Arrigo VII di Lussemburgo* di Tino da Camaino,[28] in un contesto quindi religioso ma con l'evidente intenzione di sottolineare il potere terreno dell'imperatore. A Verona troviamo invece un piccolo ambiente – forse un'alcova – decorato a vaio probabilmente nella prima metà del Trecento all'interno di Palazzo Pellegrini Bissoni, ora Trabucchi.[29] Il perdurante successo del motivo come decorazione di carattere profano è poi testimoniato, nel Novecento, dal suo utilizzo nel Vittoriale degli Italiani, dove troviamo un damasco con il motivo del vaio prodotto dalla tessitura Lisio nello studio di D'Annunzio.[30]
Il decoro stellato della volta, anch'esso comune nella pittura trecentesca italiana, dove è per lo più utilizzato in ambito sacro,[31] presenta a Modena la variante inconsueta della griglia interposta, per la quale non si sono rintracciati precisi riscontri, ma che può forse essere interpretata come un adattamento in versione laica del motivo. Nonostante la presenza di motivi già attestati nella pittura romanica, come il drappeggio a righe e le fasce con decoro vegetale, derivanti a loro volta dall'interpretazione di decori risalenti all'antichità, la sala presenta dunque una decorazione di carattere decisamente profano, legata quindi al suo utilizzo da parte dalla Comunità modenese, e di gusto pienamente gotico. La sua importanza è accresciuta dal fatto che si tratta dell'unico ambiente di quel periodo sopravvissuto a Modena nella sua sostanziale integrità.

He also proved the existence of vair-decorated rooms in the Gonzaga residence in Mantova at the beginning of the 1400s.[27] Today we can document numerous other examples of tapestries painted with the vair motif datable between the 12th and 15th centuries, found on both the Italian peninsula as well as in the Germanic areas, and always in secular contexts and often heraldic. Among these, it is worth noting some 14th century examples, including painted at the beginning of the century in the lower part of a room in the Tower of the Saint Geminius Public Palace, which in the upper part has secular paintings; as well as the frescoed tapestries from between the 14th and 15th centuries in the chambers of Davanzati Palace (Figs. 14, 15) in Florence, where the vair motif appears as the lining of drapes painted with geometric designs and also as the decoration of an entire corridor. Again in Tuscany, in the Pisa Cathedral, an interesting painted decoration of the same style was discovered recently and has been dated with certainty at 1315. It is a false fabric decoration painted around the *Funeral Monument to Arrigo VII of Luxembourg* by Tino da Camaino.[28] It is located in a religious context but has the evident function of communicating the worldly power of the Emperor.
In Verona there is a tiny room, perhaps an alcove, inside the Pellegrini Bissoni Palace, now known as Trabucchi Palace, which was decorated with the vair motif most likely during the first half of the 1300s.[29] The long-lasting success of these motifs as secular decoration, is further indicated, by its use in the 1900s in the *Vittoriale degli Italiani* monument, where we find damask with the vair motif produced by the Lisio weavers hanging in D'Annunzio's study.[30]
The starred decoration of the vault, quite common as well in 14th century Italian painting, for the most part in sacred paintings,[31] is present in Modena with the unusual variation of a filigree overlay.
We have not received any specific information about this variation, but it may be interpreted as a secular adaptation of the motif. Notwithstanding the presence of motifs that occurred in Romanesque painting, like striped draping and floral borders, which are derived from interpretations of antique decors, the room has an interior decoration which can only be defined as secular, and therefore tied intrinsically to its use by the City of Modena, of a completely Gothic style.
The importance of this room is augmented by the fact that it is the only example from that period that has survived substantially intact.

[27] Gandini, L.A., *Tappezzerie dipinte nel Duomo di Orvieto*, Siena 1891e Lorenzini, Lorenzo, *Gli album Gandini: un originale strumento di indagine*, in Bonacini, P., Piccinini, F. (a cura di), *Luigi Alberto Gandini. Profilo biografico e culturale*, Comune di Formigine, 2003, p. 102.
[28] Nenci, C., *"Palia cum armis Domini Imperatoris". Le stoffe del sepolcro di Arrigo VII di Lussemburgo nel Duomo di Pisa*, in "Polittico. Studi della Scuola di specializzazione in Storia dell'Arte dell'Università di Pisa", n. 1, giugno 2000, pp. 7-20.
[29] Carrara, A., Lo Nardi, S., Zimbelli, M., *Gli ambienti di Palazzo Pellegrini Bissoni ora Trabucchi*, in *Ambienti di dimore medievali a Verona*, catalogo della mostra (Verona 1987) a cura di Doglione, F., Cluva editrice, Venezia 1987, pp. 128-153, foto 172.
[30] Marabelli, P., Venturi, S. (a cura di), *Cento anni di tessuti Lisio. 1906-2006*, Firenze, Fondazione Lisio, 2006, pp. 126-127.
[31] Autenrieth, *Pittura architettonica* cit. p. 382.

[27] Gandini, L.A., *Tappezzerie dipinte nel Duomo di Orvieto*, Siena 1891 and Lorenzini, L., *Gli album Gandini: un originale strumento di indagine*, in Bonacini, P., Piccinini, F. (edited by), *Luigi Alberto Gandini. Profilo biografico e culturale*, Comune di Formigine, 2003, pg. 102.
[28] Nenci, C., *"Palia cum armis Domini Imperatoris". Le stoffe del sepolcro di Arrigo VII di Lussemburgo nel Duomo di Pisa*, in "Polittico. Studies by the School of specialization in Art History of the University of Pisa", n. 1, June 2000, pgs. 7-20.
[29] Carrara, A., Lo Nardi, S., Zimbelli, M., *Gli ambienti di Palazzo Pellegrini Bissoni ora Trabucchi*, in *Ambienti di dimore medievali a Verona*, exhibition catalogue (Verona 1987) edited by Doglione, F., Cluva editrice, Venezia 1987, pgs. 128-153, photo 172.
[30] Marabelli P., Venturi S. (edited by), *Cento anni di tessuti Lisio. 1906-2006*, Fondazione Lisio, Firenze 2006, pgs. 126-127.
[31] Autenrieth, *Pittura architettonica*... cit. pg. 382.

INDAGINE SUI COLORI DELLE PITTURE MURALI DELLA TORRE GHIRLANDINA

INVESTIGATION ON THE COLORS OF THE WALL PAINTINGS OF THE GHIRLANDINA TOWER

Pietro Baraldi

Preparazione dei colori per il tinteggio a calce dell'interno della guglia.

Preparation of the colors for the painting of the internal part of the cusp.



Nel marzo del 2010 si è proceduto a un'ispezione delle pareti e del soffitto della stanza situata al primo piano della torre Ghirlandina di Modena. Le pareti sono dipinte a colori vivaci e con decorazioni in parte geometriche e in parte vegetali, mentre il soffitto rappresenta un cielo blu con stelle dorate a sei punte.

In the month of march 2010 an inspection on the painted walls and ceiling of the first floor room inside the Ghirlandina Tower was made. The walls are painted with bright colours and with decorations partly geometric and partly vegetable, whereas the ceiling represents a blue sky with six-pointed, golden stars.

È interessante applicare metodi scientifici, accanto a quelli storico-artistici, alle pitture per identificare a quale momento della storia del monumento possano essere ascritte, e con quali tecniche esecutive e quali materiali pittorici siano state realizzate. In accordo con la responsabile della Conservazione e Restauro del monumento sono stati prelevati, in punti non significativi al fine della conservazione dell'opera, alcuni micro-campioni descritti nella tabella sotto riportata.
I micro-campioni sono considerati rappresentativi delle tonalità di colore delle pareti della stanza. Si è tenuto conto di quanto osservato dalla responsabile e dagli storici dell'arte sulla probabile cronologia delle pareti, del soffitto e della nicchia, al fine di considerare tutti gli aspetti delle pitture parietali.
I campioni sono stati sigillati in cuvette di plastica, numerati e trasferiti per le indagini presso il dipartimento di Chimica dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
Per l'identificazione dei materiali pittorici e delle tecniche esecutive sono state impiegate tre tecniche differenti: la microscopia Raman, che mediante l'uso di un laser rosso a 632,8 nm fornisce dati sulla natura molecolare dei pigmenti e coloranti; la spettroscopia infrarossa FT-IR, che risulta complementare a quella precedente per l'identificazione della natura molecolare dei materiali; e in alcuni casi la spettrometria di fluorescenza di raggi X (XRF) che consente di identificare gli elementi presenti in una piccola area dei campioni.
Per gli spettri Raman è stato impiegato un microscopio Labram della Jobin Yvon-Horiba provvisto di CCD (1024x256 pixel) raffreddata a -70°C per effetto Peltier, risoluzione spettrale 2 cm^{-1}, risoluzione spaziale 1 micrometro, filtri edge per eliminare l'eccitatrice e obiettivi a 10x, 50x e 100x della Olympus a lunga distanza. Mediante il programma Grams A/I sono stati confrontati gli spettri con un database specifico.
Per gli spettri FT-IR è stato impiegato uno strumento Jasco nell'intervallo 4000-400 cm^{-1}, con risoluzione 10 cm^{-1}. Le misure XRF sono state ottenute tramite la strumentazione Artax 200 della Bruker, con tubo ad anticatodo in Mo, 50kV, 700 μA, in aria, senza filtri, il tutto collegato a un computer dotato del database Artax, che permette di riconoscere gli elementi chimici dallo spettrogramma. L'esame dei dati analitici mostra che in tutti i casi è presente calcite: si tratta di pittura a calce, eseguita a fresco o in alcuni casi a secco.

Besides the historical and artistic studies, it is of interest to apply scientific methods to the paintings in order to identify the period of the history of the monument they could have been executed, which painting techniques and materials were applied. Therefore, in accordance with the Responsible for the conservation and restauration of the Monument, some microsamples were taken in points non-significant for the conservation of the artwork, that are described in the table reported below. The samples must be considered as representatives of the hues and phases osservable on the room walls. What was observed by the Responsible and by the art historians on the probable chronology of walls, ceiling and niche was also taken into account, with the purpose of including as far as possible all the aspects of the wall paintings.
The samples were sealed in plastic vials, numbered and transferred to the Departiment of Chemistry of the University of Modena and Reggio Emilia for the analyses.
For the identification of the pictorial materials and of the painting techniques three different methods were used: Raman microscopy, that supplies data about the molecular nature of pigments and dyes by means of a red laser focussed on small spot; FT-IR spectroscopy, that complementarily identifies the molecular nature of the materiali present in a small portion; and in some instances X-Ray fluorescence spectrometry (XRF) that enables the elements present in a small area of the sample to be identified.
For the Raman spectra it was used a Labram microscope of Jobin Yvon-Horiba equipped with a CCD with 1024x256 pixels cooled to -70°C by the Peltier effect, the spectral resolution was 2 cm^{-1}, the spatial resolution 1 micrometer edge filters was installed for eliminating the Rayleigh scattering, and long distance objectives at 10, 50 and 100x of Olympus were used. By means of a program Grams A/I the spectra were elaborated and compared with a specific database for their identification. For the FT-IR spectra a spectrometer Jasco 4000 was used in the range 4000-400 cm^{-1}, with spectral resolution 10 cm^{-1}.
The XRF measurements were taken with an instrument Bruker ARTAX 200, with an anticathode in Mo, 50KV, 700 μA, in air, without filters, all connected to a computer with the Artax database, that enables the chemical elements of the spectrogram to be identified.
The examination of the analytical data shows that in all cases calcite is present as the main component, and therefore whitewash techniques is concerned, either fresco or secco.



Campione Sample	Posizione Position	Colori Colors	Raman	FT-IR	XRF
1	Nicchia Niche	Giallo e verde Yellow and Green	Ca Go C Gy (Ce) TV He Ba CuP	Gy Ca (Ni) Si	Fe K Ca (Zn)
2	Nicchia Niche	Rosso e bianco Red and White	He Ca C org		
3	Parete E antica Old E wall	Giallo Yellow	Go Ca		
4	Parete E antica Ancient E wall	Rosso Red	He Ca	Ca Gy Qz He (est)	Ca Fe (K) (Mn) (Ti)
5	Parete E antica Ancient E wall	Nero Black	C Gy Ca (La) An		Ca Fe Pb (K) (P) (Mn)
6	Parete O Western wall	Rosso giallo Red Yellow	Go Gy Ca Ni Ce	Ca Gy Qz	Ca Fe S
7	Parete O W wall	Nero Black	C Ca		Ca Fe S (Mn)
8	Parete E recente Recent E wall	Rosso Red	Gy Le He Ca		
9	Parete E recente Recent E wall	Rosso cupo Dark red	He Gy C	Ca Gy Ni Ox est Si	Fe Ca (Pb) (Mn) (Ti) (Cu)
10	Parete E recente Recent E wall	Bianco White	Ca Gy	Ca Gy Ni est (Ox)	
11	Parete E recente Recent E wall	Giallo Yellow	Go Li (org)		
12	Parete E recente Recent E wall	Nero Black	C Ca		
13	4a stella prima fila da dx lato Nord 4th star first row from the right North side	Blu Blue	Gy (Ce) Az (Ma) Go Qz La C CuP Le (Ba)	Ca Gy Qz	Grigio Ca Sn Pb (Fe) Cu blu Cu Pb (Fe) (Sn)
14	3a stella da sinistra prima fila lato Sud 3rd star first row from left South side	Blu Blue	Ca CuP (Ba) La F Qz Go	Gy Ca Ox Qz	Cu Fe Ca (Ti) (Pb) (Cr) (Zn) (Mn)

Abbreviazioni per la Tabella: **An** = anatasio, **Az** = azzurrite, **Ba** = bianco di bario, **C** = carbone, **Ca** = calcite, **Ce** = cerussite, **CuP** = ftalocianina di rame, **est** = esteri, **Go** = goethite, **Gy** = gesso, **He** = ematite, **La** = lazurite (oltremare), **Le** = lepidocrocite, **Li** = litargirio, **Ma** = malachite, **Ni** = nitrato di potassio, **org** = sostanza organica, **Ox** = ossalato di calcio, **Qz** = quarzo, **Si** = silicati, **TV** = terra verde; nell'ultima colonna i simboli sono quelli chimici.

Abbreviations used in the Table: **An** = anatase, **Az** = azurite, **Ba** = barium white, **C** = carbon, **Ca** = calcite, **Ce** = cerussite, **CuP**= copper Phthalocyanine, **est** = esters, **Go** = goethite, **Gy** = gypsum, **He** = hematite, **La** = lazurite (ultramarine), **Le** = lepidocrocite, **Li** = litharge **Ma** = malachite, **Ni** = potassium nitrate, **org** = organicals, **Ox** = calcium oxalate, **Qz** = quartz, **Si** = silicates, **GE** = green earth; in the last column are chemical symbols.

La calcite è fortemente solfatata, come testimoniano le elevate intensità dei picchi del gesso negli spettri infrarossi. La posizione centrale del monumento in città, con anni di esposizione alla circolazione veicolare e al riscaldamento domestico, ha fornito il gas solforoso per l'attacco della superficie, rilevato anche nel lapideo carbonatico all'esterno.
Sempre all'ambiente è dovuta la bassa concentrazione di nitrato di potassio, il salnitro, tramite la risalita capillare, ma anche conseguentemente all'attacco da parte dei gas nitrosi presenti nell'aria accanto a quelli solforosi. Anche la formazione di ossalato di calcio è da attribuire all'effetto ambientale, ma in questo caso ad attacco di tipo biologico, come rilevato anche all'esterno sui lapidei. Sulle pitture delle pareti e del soffitto si è riscontrata la presenza di pigmenti e coloranti recenti: di baritina, solfato di bario, un pigmento bianco di introduzione ottocentesca; di anatasio, un bianco la cui prima attestazione d'uso è del 1908; di blu di ftalocianina di rame, un colorante entrato in uso verso il 1940 (Edwards 2006; Burgio 2001). Tutto testimonia l'esecuzione di un intervento di restauro nel XX secolo.

Calcite is strongly sulfated, as testified by the strong peaks present in the infrared spectra. The centrality of the monument in the town with many years of vehicular circulation and of house heating have supplied the sulphurous oxides for the surface attack, ascertained also in the outer carbonatic stones. The low concentration of potassium nitrate, salpeter, could come still from the environment, through the capillary raise, but also from an attack from the nitrous gases present in the air together with the sulphorous ones. Also the formation of calcium oxalate must be referred to an environmental effect, but in this case the attack is a biological one, as observed also in the external stones. On the wall and ceiling paintings the presence of recent pigments and dyes was identified: barium white, i. e. barium sulphate, a white pigment that was firstly introduced in the XIX century; anatase, a white pigment whose first attestation is in 1908; copper phthalocyanine blue, a dye put in use taround 1940 (Edwards 2006; Burgio 2001). This information points to a restauration intervention of the XX century.

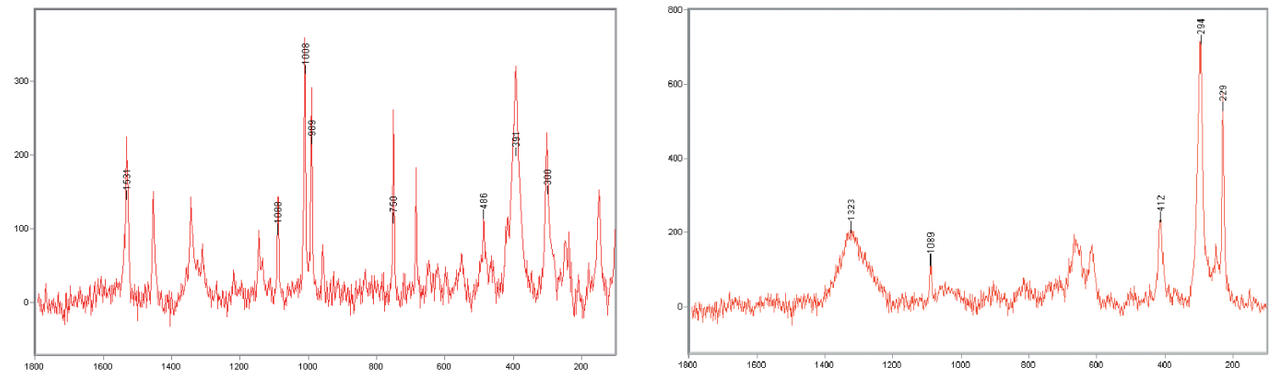


Fig. 1

La tecnica pittorica è a calce, in specie ad affresco, data la finezza della calcite che ingloba i granuli di pigmento. Solo in alcuni casi si sono rinvenute tracce di materiale lipidico, forse oli non espressamente inseriti nello strato pittorico, ma derivanti dall'illuminazione dei secoli passati o da contaminazioni dipendenti dall'impiego al quale la stanza era adibita.

Per quanto riguarda la tavolozza non vi sono particolari materiali che consentano di datare le pitture, a parte quelli apportati con il restauro. I toni gialli e rossi sono a base di ocre, mentre il verde è rappresentato dalla terra verde, un pigmento impiegato sin dai tempi di Roma repubblicana e proveniente dal Monte Baldo (Verona). Nel soffitto è presente invece malachite, forse derivata dall'alterazione dell'azzurrite, come rilevato, ad esempio, nei cieli della Basilica superiore di Assisi (Seccaroni 2007). Sembra che la stesura originale del blu del soffitto sia con azzurrite, mentre la lazurite componente il blu del lapislazzuli sembra posta nello strato superficiale e quindi dovuta a un restauro. Questo pigmento potrebbe essere l'oltremare di origine sintetica, entrato in uso dalla seconda metà dell'Ottocento e impiegato in molti contesti abitativi modenesi. In un solo caso, sulla parete est antica, sono state identificate tracce di oltremare, che potrebbe essere di origine naturale.

La tavolozza è abbastanza ricca, anche se mancano il cinabro per i rossi, e l'orpimento per i gialli, colori che qui sono sempre a base di ocre. Sono singolari per il giallo il litargirio, poco attestato (Merrifield 1999), e la lepidocrocite, una forma cristallina diversa dalla goethite, presente però come componente di terre ocracee delle colline modenesi e reggiane (Scott 1993; Baraldi 2007). Per il nero si è rilevato solo il carbone di origine vegetale, mentre per il bianco la stessa calcite ha fornito il colore, anche se in un caso è stata rilevata traccia di cerussite, collegabile all'uso di biacca. Potrebbe trattarsi di una semplice contaminazione, dato che la biacca non è un pigmento adatto alla pittura a calce.

The painting technique is fresco, given the fineness of the calcite including the pigment particles. Only in some spots a lipidic material was found, perhaps oils not properly inserted into the pictorial layer, but deriving from past means of lighting or from a contamination dipending on the use of the room. Concerning the palette found, there are no particular materials enabling a datation of the paintings, except those come with the restauration. The yellow and red hues are based on ochres, whereas the greeen ones are obtained with green earth, a pigment employed since the times of Repubblican Rome and coming from Monte Baldo (Verona).

In the ceiling, instead, malachite is present, possibly derived from an alteration of azurite, such as found, for example, in the skies of the Basilica Superiore of Assisi (Seccaroni 2007). It seems that the original spreading of blue in the ceiling is with azurite, whereas lazurite, the blue component of lapis lazuli, is placed in the surface layer and therefore attributable to a restauration. This pigment could be the synthetic ultramarine, come into use from the second half of the nineteenth century and used in many houses of Modena. Only in one case, on the ancient eastern wall, traces of ultramarine were identified, that could be of natural origin.

Tha palette is almost rich, though vermilion for reds and orpiment for yellows are absent: these colours here are always based on ochres. Concerning yellow particular findings are litharge, rarely identified in painting (Merrifield 1999), and lepidocrocite, a polymorphic form of goethite, that is present as a component of ochraceous earths in the hills of Modena and Reggio (Scott 1993; Baraldi 2007).

For the black colour, only carbon of vegetal origin was ascertained, whereas for white calcite itself was the pigment, though in one case a trace of cerussite was found, connectable to the use of white lead. It could be a simple contamination, since white lead is a pigment not suitable for whitewash painting.

Fig. 1 Raman del c.1 giallo: goethite, ftalocianina di rame, baritina (sin) e del rosso del c.2: ematite in calcite
Raman spectrum of yellow s.1: goethite, copper phthalocyanine, barium white (left) and of the red s.2: hematite in calcite

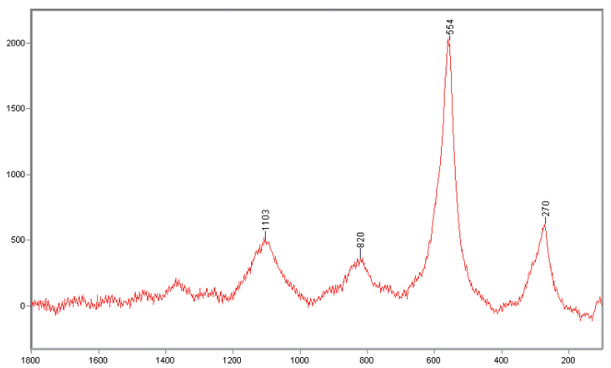


Fig. 2 Spettro Raman del blu del c.5: lazurite (sin) e del rosso del c.13: lepidocrocite, baritina, gesso
Raman spectrum of blue s.5: lazurite (left) and of red s.13: lepidocrocite, barium white, gypsum

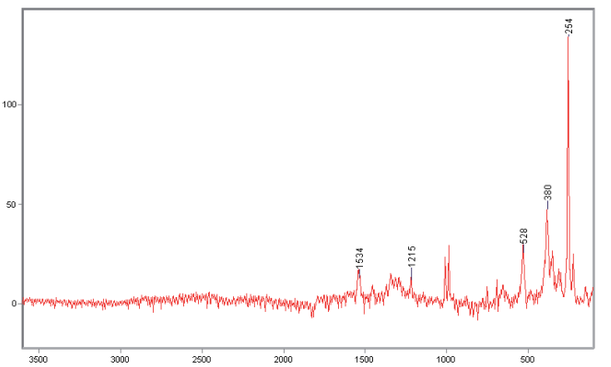
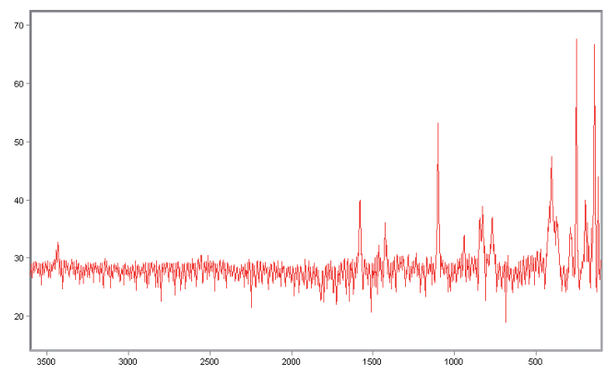


Fig. 3 Spettro Raman del blu del c.13: azzurrite (sin) e spettro Raman del verde di c.13: malachite
Raman spectrum of blue in s.13: azurite (left) and of green in s.13: malachite



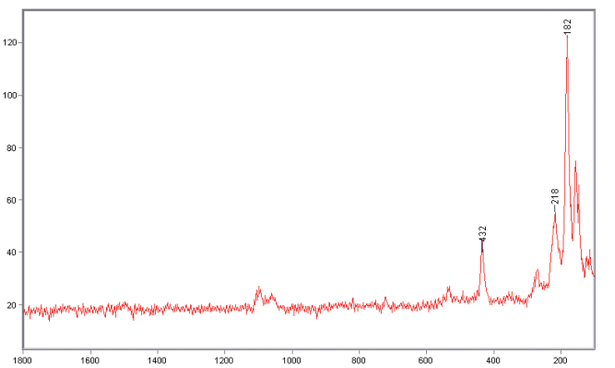
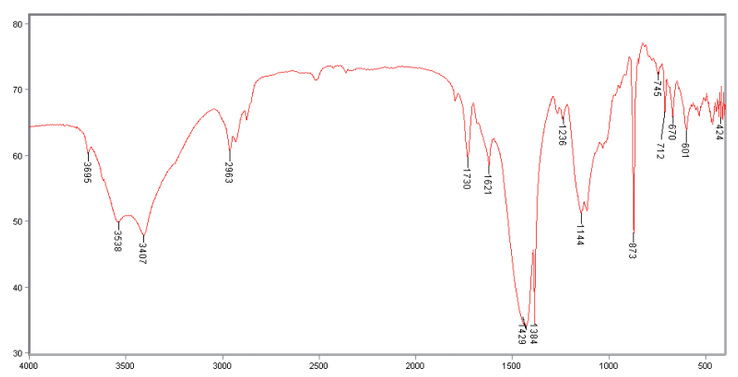
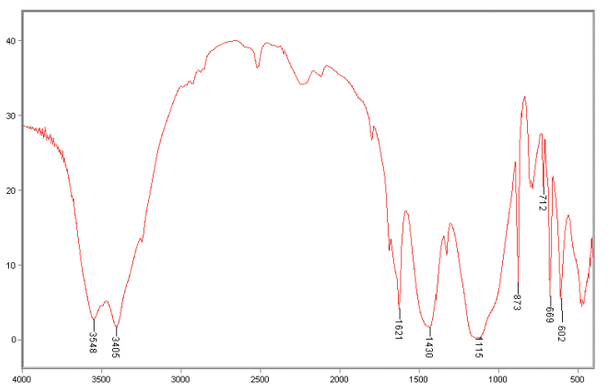


Fig. 4 Spettro FT-IR del c.9: calcite gesso nitrati silicati (sin) e del c. 14: gesso e calcite con quarzo e ossalato di calcio.
FT-IR spectrum of s.9: calcite, gypsum, nitrate, silicates (left) and of s. 14: gypsum, calcite, quartz, calcium oxalate.





I MATERIALI DA COSTRUZIONE NELL'INTERNO DELLA TORRE: LE PIETRE, I MATTONI, LE MALTE, GLI INTONACI

THE BUILDING MATERIALS INSIDE THE TOWER: STONES, BRICKS, MORTARS AND PLASTERS

S. Lugli, S. Marchetti Dori, K. Zolli, C. Melloni, S. Pedrazzi, C. Maiorano

La stanza dei Torresani con colonne e capitelli in materiale lapideo.

The Torresani room with stone columns and capitals.



Introduzione

Il rilievo del paramento esterno della torre Ghirlandina ha permesso di individuare le fonti di approvvigionamento dei materiali lapidei e di fornire indicazioni sulle fasi costruttive (Lugli *et al.* 2009).
Un contributo fondamentale alla lettura del monumento viene dallo studio integrato della struttura interna e dei materiali che la compongono: le pietre naturali, i mattoni, le malte e gli intonaci.
Il rilievo dei parametri dimensionali dei mattoni permette di individuare l'entità del reimpiego di laterizi provenienti da antichi edifici e le caratteristiche dei prodotti di nuova preparazione. L'analisi composizionale delle malte e degli intonaci permette di ottenere informazioni sulle tecniche di preparazione e sulla loro evoluzione nel tempo, per effettuare un tentativo di datazione indiretta delle fasi costruttive.
Vengono inoltre individuate le fonti di approvvigionamento delle materie prime (calce e sabbia) fornendo indicazioni indispensabili sulla preparazione di malte e intonaci da impiegare nelle operazioni di restauro.

Introduction

The survey of the external wall of the Tower revealed the sources of the stone supply and provided information on the construction phases (Lugli *et al*. 2009).
A fundamental contribution to the understanding of the history of the monument derives from the integrated study of the internal structure and the building materials: the natural stones, the bricks, the mortars and the plasters.
The study of the brick size indicates the parts of the structure that were built re-using ancient materials and those which were supplied by new bricks.
The composition of mortars and plasters provide indications on the preparation techniques and their evolution in time giving the possibility to attempt the indirect dating of the construction phases.
It is also possible to determine the supplying sources of the raw materials (sand and rocks for lime production) providing important information for the preparation of mortars and plasters to be used for the restoration works.

Campionatura e metodologia di indagine

Le pietre naturali sono state rilevate per riconoscimento diretto delle caratteristiche macroscopiche e quando necessario attraverso il prelievo di micro-campioni per l'analisi petrografica. I parametri dimensionali dei mattoni sono stati raccolti nei punti di campionamento principali delle malte e sono riportati anche nel contributo di Labate (*infra*). Sono stati analizzati 65 campioni di malte prelevati direttamente dalla muratura e quando possibile dalle buche pontaie. Due campioni provengono dal carotaggio geognostico che ha attraversato le fondazioni della torre, mentre altri undici sono stati prelevati dai micro-carotaggi della muratura all'interno della torre effettuati dal Laboratorio Resistenza Materiali (LaRM) del Dipartimento di Ingegneria, delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del Rilevamento, del Territorio (DISTART) dell'Università di Bologna (cfr. Colla). Le metodologie per l'analisi petrografica delle malte sono le stesse applicate per lo studio del Palazzo Ducale di Sassuolo (Lugli 1996; 2000), della Rocca di Formigine (Lugli 1999), del Castello Boncompagni Ludovisi di Vignola (Marchetti Dori 2005). I campioni di malta e intonaco sono stati impregnati sotto vuoto in resina epossidica bicomponente (araldite). Dai frammenti inglobati sono state ottenute sezioni sottili

Methods and materials

The natural stones have been identified by macroscopic observations and, when necessary, by optical microscope analyses after the collection of small size samples.
The brick size parameters have been measured in the places where the mortars samples were collected and are reported also in the article of D. Labate.
A total of 65 mortars samples collected from the walls and putlog holes were analyzed.
Two samples were collected for the cores that crossed the tower foundation, whereas eleven were taken from the cores drilled in the masonry by LARAM/DISTART of the Bologna University (see C. Colla article).
The methodology for the petrographic study of the mortars are the same applied for the Sassuolo duke's palace (Lugli, 1996; 2000), and Formigine (Lugli 1999) and Vignola castles (Marchetti Dori 2005).
The samples were consolidated with epoxy resin to obtain thin-sections for optical microscope observations to characterize the aggregate composition, the grain size, and the texture, the type of binder, the presence

standard poi osservate al microscopio ottico per stabilire la composizione dell'aggregato, le caratteristiche granulometriche, la tessitura, il tipo di legante, la presenza di residui di cottura delle rocce calcaree e di grumi di calce (Elsen 2006). Alcuni campioni di intonaco della cuspide sono stati studiati eseguendo l'analisi d'immagine su fotografie al microscopio, per ricostruire il rapporto legante/aggregato e la distribuzione granulometrica dell'aggregato (Carò e Di Giulio 2004). Il rapporto legante/aggregato è stato calcolato secondo le raccomandazioni della commissione per la caratterizzazione delle malte storiche RILEM TC 167-COM (2001).
I dati ottenuti hanno permesso di confezionare intonaci per il restauro aventi proprietà simili a quelli originari. Il dettagliato studio petrografico dei campioni e la loro ubicazione nella torre si trova in Marchetti Dori *et al.* (2009) e Lugli *et al*. (2010).

of underburned and overburned fragments and "lime lumps" (Elsen 2006). Image analysis of thin sections was performed on some samples to determine the aggregate/binder ratio and the aggregate grain size (Carò e Di Giulio 2004). The aggregate/binder ratio was calculated following the recommendation produced by the RILEM TC 167-COM (2001) Technical Committees. The calculated data were used to prepare the restoration plasters. The detailed petrographic description of the samples and their location in the tower can be found in Marchetti Dori *et al.* (2009) e Lugli *et al.* (2010).

Le pietre naturali

Lastre e blocchi di pietre naturali si trovano anche all'interno della torre, principalmente negli architravi e nelle soglie delle porte e delle finestre (trachite e pietra di Aurisina varietà granitello), costituiscono la maggior parte dei gradini della scala interna (Rosso Ammonitico e, solo fino alla sala della Secchia, arenaria e trachite) e dei corrimano delle balaustre (arenaria). In pietra sono anche le colonne e i capitelli della stanza dei torresani (in trachite e granitello, fig. 1) e della sala delle campane (Rosso Ammonitico), le cornici della sala della Secchia (dove prevale la trachite) e le mensole degli impalcati che raggiungono le finestre (arenaria). Il rilievo degli elementi in pietra naturale è rappresentato in fig. 2, si veda il volume 1 per le descrizioni dettagliate di tutti i litotipi. A esclusione dei gradini della scala si tratta quindi di materiali derivanti dalle spoliazioni di antichi edifici e necropoli romane, così come evidenziato per il paramento esterno (Lugli *et al.* 2009).
In prevalente Rosso Ammonitico è il pavimento della stanza dei torresani, dove sono comunque presenti anche due lastre in arenaria e alcune lastre in pietra d'Istria nella parte settentrionale.
La presenza della pietra d'Istria sembra indicare una possibile sistemazione post-trecentesca del lato nord del pavimento (quello situato a quota inferiore), data l'attestazione di tale litotipo a Modena soltanto a partire dal Quattrocento (Lugli *et al.* 2009).
All'interno della torre troviamo due litotipi non presenti nel paramento esterno: si tratta del botticino e della beola (e probabilmente anche qualche lastra di pietra di Luserna; Lugli 2010) entrambi sistemati solo di recente nel vano e nella scala di ingresso. La presenza dell'arenaria e del Rosso Ammonitico esclusivamente negli elementi della scala e non in quelli delle pareti sembra confermare l'ipotesi dell'utilizzo di questi materiali solo

The natural stones

Slabs and blocks of natural stones are present also inside the tower framing doors and windows (trachyte, Aurisina stone in its granitello variety), form most of the steps of the internal stair (Rosso Ammonitico and exclusively up to the Sala della Secchia (sandstone and trachyte) and the handrails (sandstone). Carved in stone are also the columns and the capitals of the torresani room (trachyte and granitello, Fig. 1) and the bells room (Rosso Ammonitico), the cornice of the Sala della Secchia (trachyte is prevailing) and the shelves of the wooden passageways to reach the windows (sandstone).
The survey of the stones is shown in Fig. 2, see volume 1 for the detailed descriptions of the stones. All these materials, with the exception of the steps of the stair, are coming from the despoliation of roman buildings and necropolis, as demonstrated for the external stone covering (Lugli *et al.* 2009). The Rosso Ammonitico is also prevailing in the pavement of "stanza dei torresani", where also a few slabs of sandstone and some slabs of pietra d'Istria are present on the northen portion.
The use of pietra d'Istria seems to indicate some possible floor slabs reworking in the northern side (the side lying at a lower level) as this lithotype is known to be imported in Modena mostly since the 15 century (Lugli *et al.* 2009).
Within the tower appear two rocks which are not present on the external cover: the botticino and the beola (and possibly also a few slabs of pietra di Luserna, Lugli 2010), both encased only recently in the floor and the steps of the entrance room.
The presence of sandstone and Rosso Ammonitico exclusively in the stair and not in the walls seems to

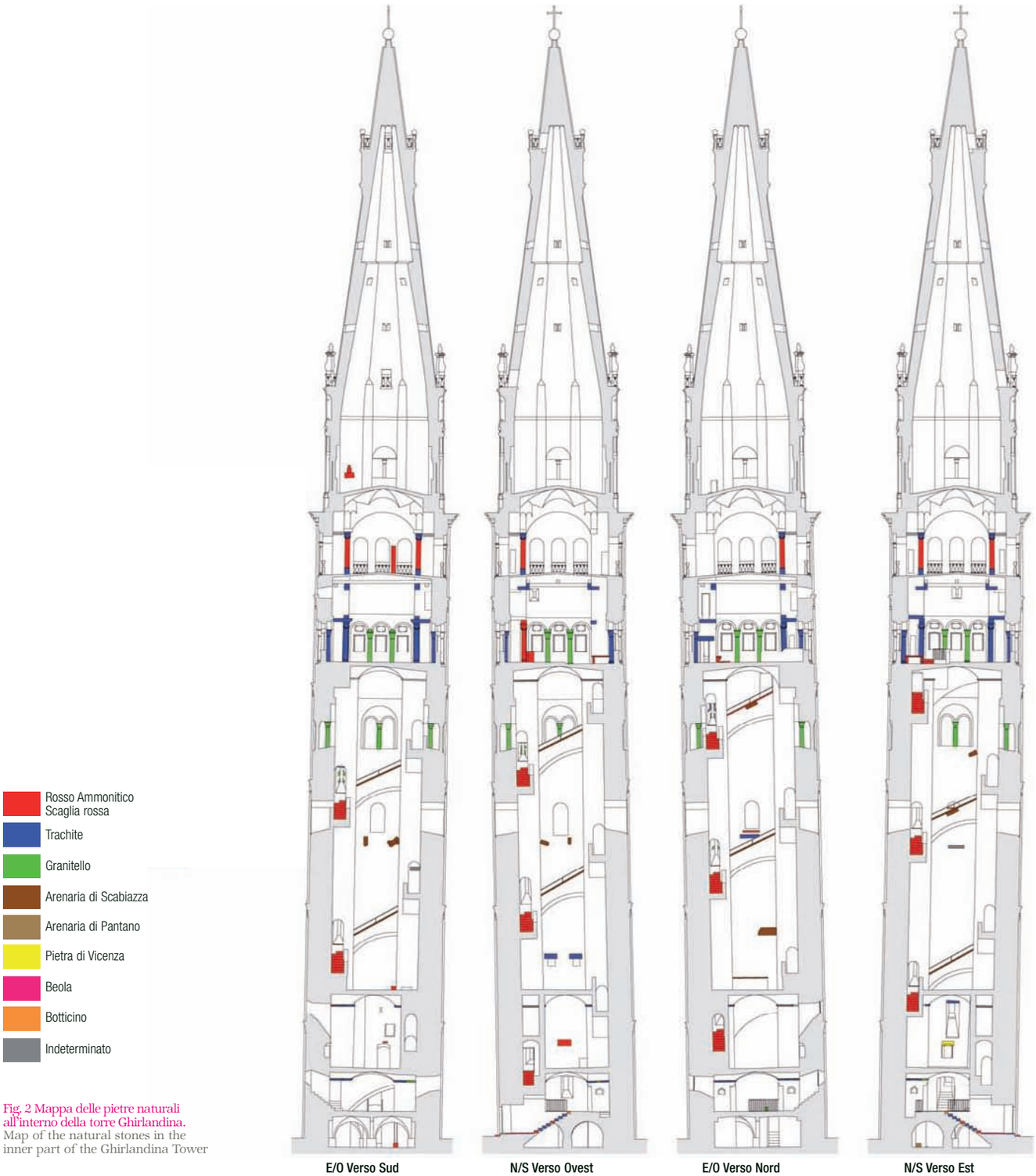


Fig. 2 Mappa delle pietre naturali all'interno della torre Ghirlandina.
Map of the natural stones in the inner part of the Ghirlandina Tower

nelle fasi più tarde dell'edificazione della torre, che corrispondono alla costruzione del sesto piano (sala delle campane), quando cessò la pratica del reimpiego di elementi lapidei romani e si cominciò a importare lastre di nuova cavatura dal veronese e dall'Appennino modenese (Lugli *et al.* 2009). Almeno nelle prime fasi costruttive, la scala originale poteva essere in legno e fu poi sostituita da una in muratura.

corroborate the hypothesis that these rocks were used only in the late phases of the tower construction, which saw the edification of the sixth floor (bells room), when the despoliation of Roman ruins ceased and only newly-purchased stones from Verona and from the northern Apennines. Possibly, in the early construction phases the stair was made of wood and was later replaced by a brick-stone construction.

Le malte

L'osservazione al microscopio ottico delle sezioni sottili realizzate sulle malte ha permesso di individuare sette gruppi di malte distinguibili per composizione e granulometria dell'aggregato, che definiscono le fonti di approvvigionamento delle sabbie (Lugli et al. 2007) e le caratteristiche dei residui di cottura e dei grumi di calce (*lime lumps*). Di seguito si riporta la descrizione delle principali caratteristiche dei gruppi di malte individuati.

Gruppo 1

Si tratta di malte che legano mattoni di reimpiego di modulo romano campionate nelle fondazioni e nella parete fino a 9 metri di quota (I piano). Il legante è carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti e grumi di calce scarsi e di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato di poco superiore a 1. La sabbia ha granulometria da fine a finissima, mal selezionata. La composizione è: calcari micritici e spatici, quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, fossili e frammenti di fossili, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro, glauconia. Proviene probabilmente da un corso d'acqua minore locale, il torrente Cerca o Grizzaga. I pori sono minuti e generalmente tondeggianti (fig. 3).

The mortars

The observation under the optical microscope of mortars thin-sections allowed to recognize seven groups which can be discriminated on the basis of aggregate composition, grain size, and texture, which are defining the sand provenance (Lugli *et al.* 2007), associated with the type of binder and the characteristics of underburned and overburned fragments and "lime lumps". In the following pages these groups are illustrated.

Group 1

Mortars binding Roman re-used bricks sampled in the foundation and on the walls up to a height of 9 m (first floor). These mortars are lime-based and with underburned and overburned fragments and "lime lumps" scarce and small (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as a little higher than 1.The sand of the aggregate has a grain size from fine to very fine, poorly sorted. The sand composition is: fine-grained and sparitic limestone fragments, quartz, feldspar, shale, chert, microfossils and fossil fragments, ophiolite, iron oxide and/or hydroxide nodules, glaucony. The provenance is probably a local stream such as Cerca or Grizzaga. Most of the pores have a round shape (Fig. 3).

Fig. 3

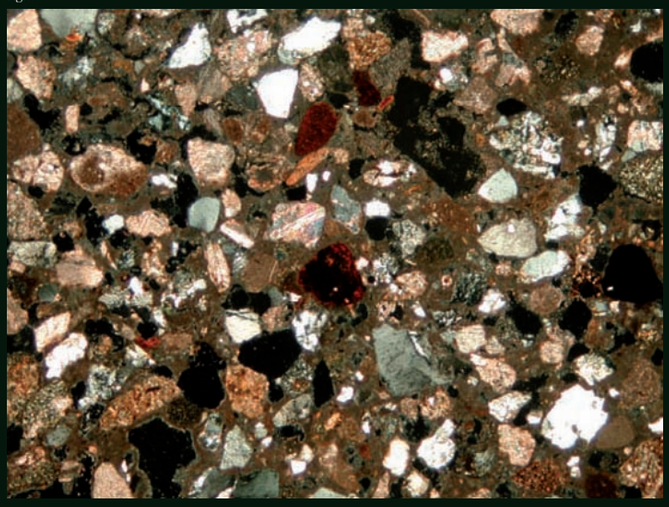


Fig. 4

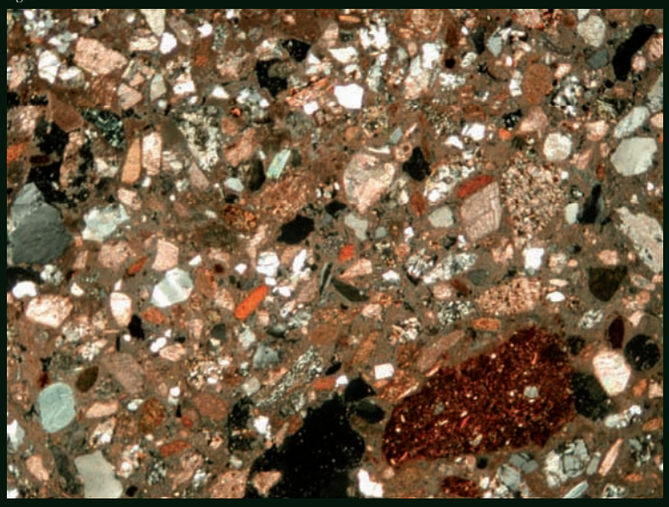


Fig. 5

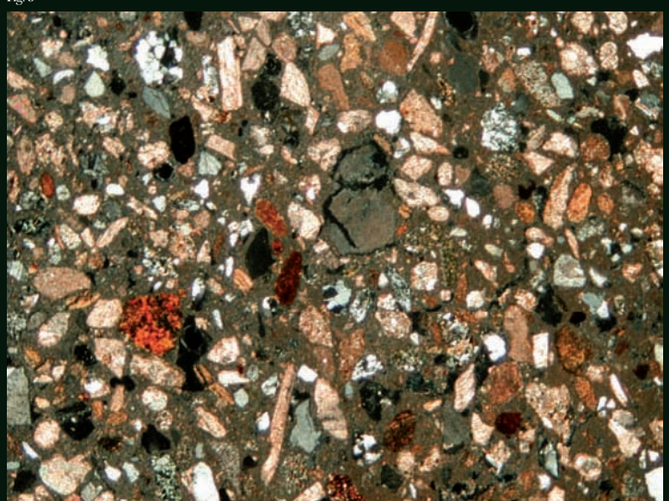


Fig. 6





Fig. 3 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati del campione di malta GM 1, rappresentativo del gruppo 1. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 1, a representative of the mortar group 1. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.



Fig. 4 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati del campione di malta GM 47, rappresentativo del gruppo 2. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 47, a representative of the mortar group 2. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.



Fig. 5 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati del campione di malta GM 11, rappresentativo del gruppo 3. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 11, a representative of the mortar group 3. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.



Fig. 6 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati dell'unico campione (GM 10) appartenente al gruppo 4. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 10, a representative of the mortar group 4. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.

Gruppo 2

Sono malte che legano mattoni di reimpiego di modulo romano nelle volte del piano interrato e nei pilastri fino a 12 metri di altezza (II piano) e nel riempimento del vano della scala che dal seminterrato portava al piano superiore. Il legante è carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti fino a 5 mm di dimensione e grumi di calce scarsi e di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato di poco superiore a 1. La sabbia ha granulometria da fine a media, mal selezionata. La composizione è: quarzo, calcari micritici e spatici, feldspati, argilliti, siltiti, selce, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro, glauconia. La presenza significativa di granuli di quarzo e la maggiore granulometria della sabbia indica la provenienza da un corso d'acqua diverso da quello del gruppo 1, probabilmente il fiume Secchia. I pori sono minuti e generalmente allungati o tondeggianti (fig. 4).

Gruppo 3

Malta che lega mattoni di reimpiego di modulo romano nella parete a quota 13,5 metri (II piano). Il legante è carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti e grumi di calce scarsi e di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato di poco superiore a 1. La sabbia ha granulometria finissima, mal selezionata. La composizione è: calcari micritici e spatici, quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, fossili e frammenti di fossili, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro, glauconia. Proviene probabilmente da un corso d'acqua minore locale, il torrente Cerca o Grizzaga (come nel caso del gruppo 1 e 4). I pori sono minuti e generalmente tondeggianti (fig. 5).

Gruppo 4

Malta di allettamento di mattoni romani di reimpiego nella parete a quota 18 metri (II piano). Il legante è carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti e grumi di calce di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato di poco inferiore a 1. La sabbia ha granulometria da fine a media, mal selezionata. La composizione è: calcari micritici e spatici, quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, fossili e frammenti di fossili, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro, glauconia. Sono presenti alcuni granuli di ghiaia (max 4 mm di diametro) di rocce carbonatiche siltitiche e argilliti. Potrebbe provenire da un corso d'acqua minore locale, il torrente Cerca o Grizzaga, ma la presenza di granuli di ghiaia sembra escludere questa possibilità: ulteriori indagini sono attualmente in corso. I pori sono minuti, molto abbondanti, e di forma allungata o tondeggiante (fig. 6).

Group 2

Mortars binding Roman re-used bricks sampled in the vaults of the basement and on pillars up to a height of 12 m (second floor) and in the filling of the stair that connected the basement with the present-day entrance. These mortars are lime-based and with underburned and overburned fragments up to 5 mm in size and "lime lumps" scarce and small (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as a little higher than 1. The sand of the aggregate has a grain size from fine to medium and is poorly sorted. The sand composition is: quartz, fine-grained and sparitic limestone fragments, feldspar, shale, siltstone, chert, ophiolite fragments, iron oxide and/or hydroxide nodules, glaucony. The prevailing quartz content and the coarser grain size indicate a probable provenance from the Secchia River. Most of the pores are small and have both elongated and round shapes (Fig. 4).

Group 3

Mortars binding Roman re-used bricks sampled in the wall at a height of 13,5 m (second floor). These mortars are lime-based and with underburned and overburned fragments and "lime lumps" scarce and small (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as a little higher than 1. The sand aggregate has a very fine grain size, poorly sorted. The sand composition is: fine-grained and sparitic limestone fragments, quartz, feldspar, shale, chert, microfossils and fossil fragments, ophiolite, iron oxide and/or hydroxide nodules, glaucony. The provenance is probably a local stream such as Cerca or Grizzaga (as in the case of groups 1 and 4). Most of the pores are small and have a round shape (Fig. 5).

Group 4

Mortars binding Roman re-used bricks sampled in the wall at a height of 18 m (second floor). These mortars are lime-based and with underburned and overburned fragments and "lime lumps" scarce and small (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as a little lower than 1. The sand aggregate has a grain size from fine to medium, poorly sorted. The sand composition is: fine-grained and sparitic limestone fragments, quartz, feldspar, shale, chert, microfossils and fossil fragments, ophiolite, iron oxide and/or hydroxide nodules, glaucony. Also present are some gravel grains (maximum 4 mm in size) consisting of silty limestones and shale. The provenance could be from a local minor stream such as Cerca or Grizzaga, but the presence of gravel grains seems to exclude this hypothesis. Further investigations are in progress. Pores are very frequent, very small and show elongated and round shapes (Fig. 6).

Gruppo 5

Malta di allettamento di mattoni romani reimpiegati nella parete a quota 30 metri di altezza (IV piano).
Si tratta di malte a legante carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti e grumi di calce scarsi e di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato di poco superiore a 1. La sabbia ha granulometria fine, mal selezionata. La composizione è: calcari micritici e spatici, quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, fossili e frammenti di fossili, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro, glauconia. Proviene probabilmente da un corso d'acqua minore locale, il torrente Cerca (Formigine) o Grizzaga.
I pori sono generalmente tondeggianti (fig. 7).

Gruppo 6

Si tratta della malta di un tamponamento, probabilmente post-trecentesco, realizzato con mattoni di modulo medievale nel pilastro della stanza dei torresani (V piano). È una malta a legante carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti e grumi di calce di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato è maggiore di 1.
La sabbia ha granulometria media, mal selezionata. La composizione è: calcari micritici e spatici, quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, frammenti di fossili, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro. Sono presenti alcuni granuli di ghiaia (max 4 mm di diametro) di siltiti, quarzo policristallino e ofioliti. Potrebbe provenire dal fiume Panaro.
I pori sono poco frequenti, e di forma tondeggiante (fig. 8).

Gruppo 7

Malte di allettamento nella parte alta della parete della stanza dei torresani (V piano), nei pilastri angolari della cella campanaria e nella parete della cuspide. Si tratta di malte a legante carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti fino a 1 mm di dimensione e grumi di calce scarsi e di ridotte dimensioni (< 1 mm). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato di poco superiore a 1.
La sabbia ha granulometria da fine a media, mal selezionata.
La composizione è: quarzo, calcari micritici e spatici, feldspati, argilliti, siltiti, selce, frammenti di roccia ofiolitica, grumi di ossidi e/o idrossidi di ferro, glauconia. La sabbia potrebbe provenire dal fiume Secchia. I pori sono minuti, allungati o tondeggianti (fig. 9).

Group 5

Mortars binding Roman re-used bricks in the the wall at a height of 30 m (fourth floor). These mortars are lime-based and with underburned and overburned fragments and "lime lumps" scarce and small (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as a little higher than 1. The sand aggregate has a fine grain size, poorly sorted. The sand composition is: fine-grained and sparitic limestone fragments, quartz, feldspar, shale, chert, microfossils and fossil fragments, ophiolite, iron oxide and/or hydroxide nodules, glaucony. The provenance is probably a local stream such as Cerca (Formigine) or Grizzaga. Most of the pores have a round shape (Fig. 7).

Group 6

Mortars binding medieval bricks sampled in a probable late filling in one of the pillars of the torresani room (fifth floor). This mortar is lime-based and with small underburned and overburned fragments and "lime lumps" (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as higher than 1. The sand of the aggregate has a medium grain size, poorly sorted. The sand composition is: fine-grained and sparitic limestone fragments, quartz, feldspar, shale, chert, ophiolite, iron oxide and/or hydroxide nodules. Some gravel grains are also present (maximum 4 mm in size) consisting of siltstone, polycrystalline quartz and ophiolite. The provenance is probably from the Panaro river. Pores are scarce and show a round shape (Fig. 8).

Group 7

Mortars sampled in the upper part of the torresani room (fifth floor), in the angular pillars of the bells room and in the wall of the cusp. These mortars are lime-based and with underburned and overburned fragments up to 1 mm and "lime lumps" scarce and small (< 1 mm). The binder/aggregate ratio can be evaluated as a little higher than 1. The sand of the aggregate has a grain size from fine to medium, poorly sorted. The sand composition is: quartz, fine-grained and sparitic limestone fragments, feldspar, shale, siltstone, chert, microfossils and fossil fragments, ophiolite, iron oxide and/or hydroxide nodules, glaucony. The provenance is probably from the Secchia river. The pores show elongated and round shapes (Fig. 9).

Fig. 7

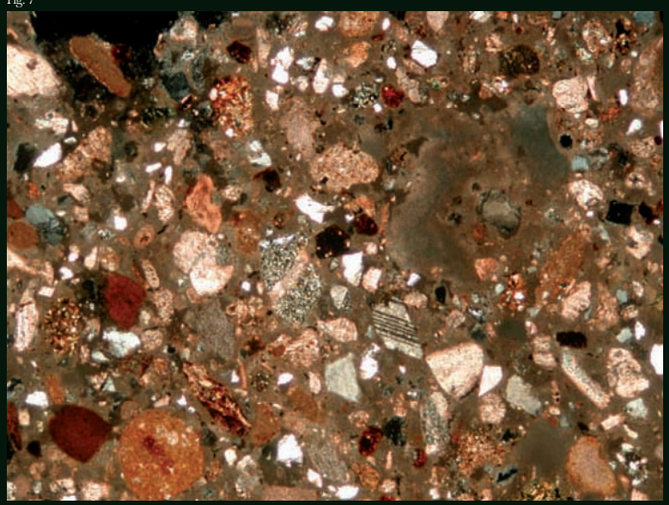


Fig. 8

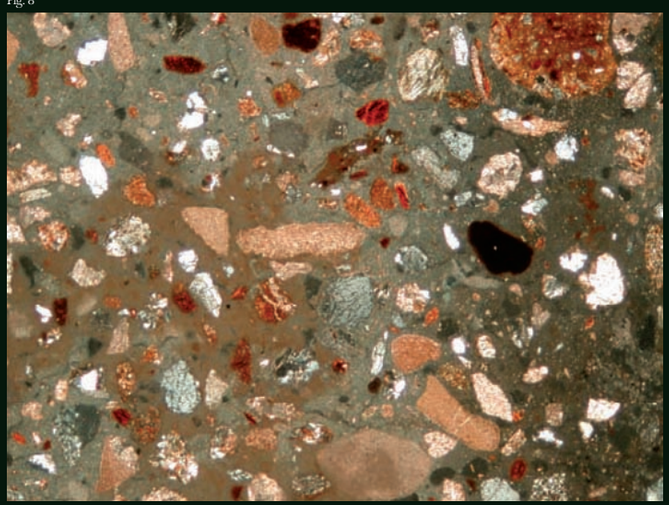


Fig. 7 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati del campione di malta GM 43, rappresentativo del gruppo 5. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 43, a representative of the mortar group 5. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.

Fig. 8 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati dell'unico campione (GM 23) appartenente al gruppo 6. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 23, a representative of the mortar group 6. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.

Fig. 9

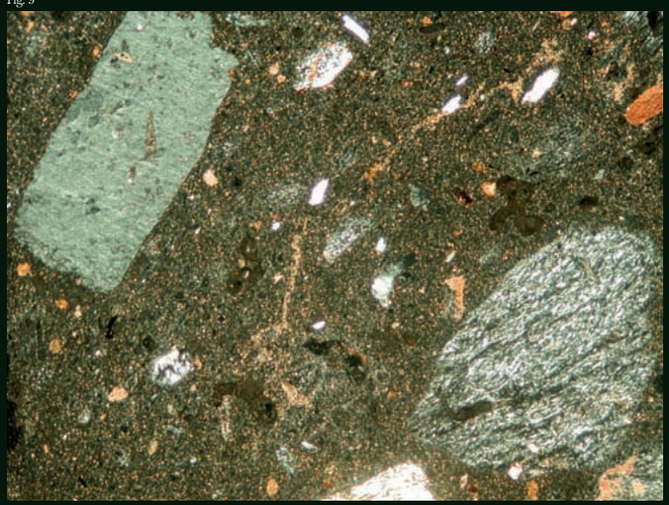


Fig. 9 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati del campione di malta GM 24, rappresentativo del gruppo 7. Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of sample GM 24, a representative of the mortar group 7. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.

Gli intonaci

La sala della Secchia

L'esame degli intonaci decorati nella sala della Secchia ha permesso di evidenziare la presenza di due strati principali sovrapposti, entrambi decorati (A inferiore e B superiore). Il vano sopraelevato che si apre nella parete sud presenta un intonaco compatibile con lo strato B (superiore) della stanza principale.

Strato A (inferiore)

Lo strato di intonaco inferiore presenta uno spessore fino a circa 8 mm ed è visibile soltanto in lacerti di limitata estensione. Applicato direttamente sulla muratura, mostra una decorazione di colore grigio-verde con spessore della pellicola pittorica fino a circa 0,5 mm. Il legante è carbonatico, i residui di cottura sono poco frequenti e di ridotte dimensioni, a granulometria mai superiore a quella della sabbia (0,250 mm). La porzione di materiale analizzata non presenta grumi di calce. Il rapporto legante/aggregato è stimabile con la proporzione di circa 1:1. La sabbia ha granulometria media, mal selezionata. I granuli principali sono costituiti da quarzo, calcite spatica e feldspati, argilliti, siltiti, calcite micritica. Proviene probabilmente dal fiume Secchia. Porosità con forma e dimensioni dei vuoti variabili (fig. 10).

Strato B (superiore)

Lo strato di intonaco superiore presenta uno spessore massimo di circa 6 mm con decorazione superficiale di colore rosso, blu e bianco che raggiunge lo spessore di 1 mm circa. Il legante è carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti di dimensioni notevoli (alcuni mm) e grandi grumi di calce (*lime lumps* s.s). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato in 1:2. La sabbia ha granulometria fine, mal selezionata, a composizione: quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, calcari micritici e spatici, frammenti ofiolitici. La provenienza è probabilmente locale, da uno dei corsi d'acqua minori, il Grizzaga o il Tiepido. I pori sono di dimensioni e forma variabili (fig. 11).

La cuspide

Le stratigrafie condotte sugli intonaci della cuspide della torre Ghirlandina hanno permesso di evidenziare la presenza di tre principali livelli di intonaco (E, D e B), dei quali il più superficiale è costituito da cemento posto in opera recentemente (livello E), e che quindi non viene illustrato in questa sede. L'intonaco del livello B (il più antico) presenta caratteristiche nettamente pre-industrali (grandi relitti di cottura) e, seppure non databile direttamente, potrebbe risalire al XIV secolo, mentre il livello D (intermedio) presenta caratteristiche semi-industriali (relitti di cottura minuti) e potrebbe risalire al XVII-XVIII secolo o a un'epoca più tarda.

The plasters

The Sala della Secchia

The study of the painted plasters of the Sala della Secchia revealed the presence of two layers (A the lower one and B the upper one). The upper room on the south wall is covered with a plaster which is compatible with the layer B (the upper one) of the main room.

Layer A (lower)

The lower plaster layer has a thickness up to 8 mm and is present only in limited areas. It directly covers the masonry and carry a gray-green decoration up to 0.5 mm in thickness. The plaster is lime-based and the underburned and overburned fragments are scarce and small (< 0.250 mm). No "lime lumps" were visible in the sample. The binder/aggregate ratio can be evaluated as about 1. The sand of the aggregate has a medium grain size, poorly sorted. The sand composition is: quartz, sparitic calcite, feldspar, shale, siltstone, fine-grained limestone fragments. The provenance is probably from the Secchia river. Voids are variable in shape and size (Fig. 10).

Layer B (upper)

The upper plaster layer has a thickness up to 6 mm and shows a red-blue-white decoration up to 1 mm in thickness. The plaster is lime-based and the underburned and overburned fragments and the "lime lumps"are large (some mm). No were visible in the sample. The binder/aggregate ratio can be evaluated as about 1/2. The sand of the aggregate has a fine grain size, poorly sorted, with the following composition: quartz, feldspar, shale, siltstone, chert, fine-grained and sparitic limestone fragments and ophiolite ragments. The provenance is probably from a minor stream: Grizzaga or Tiepido. Voids are variable in shape and size (Fig. 11).

The cusp

The stratigraphic analyses of the cusp plasters showed the presence of three main layers (E, D and B), whose most superficial one consists of a late cement (layer E) and for this reason is not illustrated here. The plaster of the layer B (the oldest one) show pre-industrial characteristics (such as large underburned and overburned fragments) and although it is not possible to directly dating it, it may have been prepared in the 17th-18th century, whereas the layer D (middle) show semi-industrial characteristics (such as small underburned and overburned fragments) and may be dated to the 19th century or later.

Fig. 9

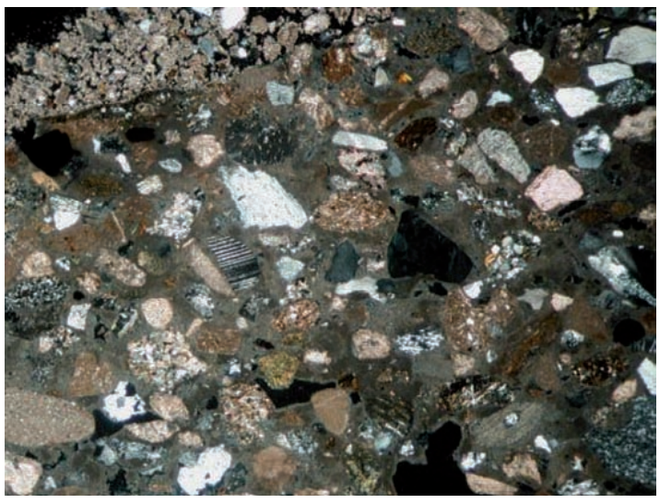
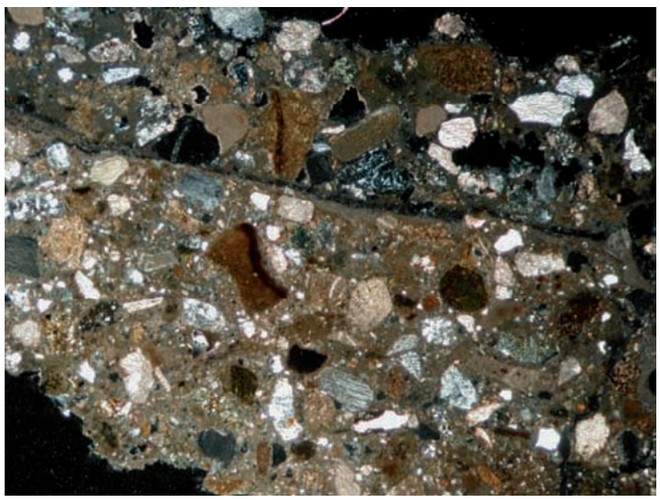


Fig. 10



Campione_Sample GMS 8a	
Composizione_Composition	
Legante_Binder (%)	59.2
Aggregato_Aggregate (%)	31.4
Vuoti_Voids (%)	3.3
Residui cottura_Underburned fragments (%)	6.1
Totale_Total	100.0
Granulometria aggregato_Aggregate grain size	
0.063-0.125 mm (%)	0.2
0.125-0.250 mm (%)	2.5
0.250-0.500 mm (%)	11.4
0.500-1 mm (%)	9.5
1-2 mm (%)	7.7
2-4 mm (%)	0.0
Dimensione media_Mean size (mm)	0.305
Dimensione minima_Minimum size (mm)	0.070
Dimensione massina_Maximum size (mm)	1.237
Rapporto di miscelazione_Mixing ratio	
Aggregato: legante_Aggregate: binder	1.4 : 1

Fig. 12

Fig. 10 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati dell'intonaco inferiore nella sala della Secchia (strato A, campione GM 51). Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of the plaster layer A in the Sala della Secchia, sample GM 51. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.

Fig. 11 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati dell'intonaco superiore nella sala della Secchia (strato B, campione GM 48). Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.
Photomicrograph of the plaster layer B in the Sala della Secchia, sample GM 48. Crossed polars, the long side of the photo is 5.20 mm.

Fig. 12 Parametri composizionali e granulometrici dell'intonaco intermedio (livello D) della cuspide ricavati dall'analisi di immagine.
Compositional parameters and particle size analysis of intermediate plaster (Level D) of the cusp derived from the image analysis.

Fig. 13 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati dell'intonaco intermedio, livello D (campione GMS10, a destra). È visibile il contatto con l'intonaco cementizio E (a sinistra, di colore grigio). Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.

Photomicrograph of the plaster level D, intermediate, (sample GMS10, right). Note the contact between the plaster and the late cement (left, gray). The long side of the images is 5.20 mm.

Fig. 14 Foto al microscopio ottico a nicol incrociati dell'intonaco del livello inferiore B (campione GMS 6). Il lato lungo delle immagini misura 5,20 mm.

Photomicrograph of the plaster level B, intermediate, (sample GMS6). The long side of the images is 5.20 mm.

Intonaco livello D (intermedio)

Sul campione è stata effettuata l'analisi di immagine per rilevare i parametri dei componenti (fig 12). Il legante è carbonatico, i residui di cottura sono arrossati di dimensioni ridotte e mai superiori a quelli della sabbia.

La porzione di materiale analizzata non presenta grumi di calce. I rapporti di miscelazione sono risultati in 1,4 parti di aggregato per una di legante (considerando i relitti di cottura come componente inerte che non partecipa all'azione legante secondo le indicazioni RILEM).

La sabbia ha granulometria medio-grossa, abbastanza mal selezionata. Predominano frammenti di quarzo da rocce metamorfiche e magmatiche, siltiti, selce, qualche frammento di rocce carbonatiche a grana fine e calcite spatica, frammenti ofiolitici e argilliti. Al momento non è possibile stabilire con certezza la provenienza della sabbia, che comunque non proviene sicuramente da corsi d'acqua modenesi. I pori hanno forma e dimensioni variabili. Nella parte esterna si riconosce un livello a latte di calce (fig 13).

Intonaco livello B (inferiore)

Intonaco caratterizzato da legante carbonatico con residui di cottura troppo cotti e poco cotti millimetrici, così come i grumi di calce (*lime lumps* s.s). Il rapporto legante/aggregato può essere stimato in 1:2. La sabbia ha granulometria da fine a grossa, mal selezionata, composta da quarzo, feldspati, argilliti, siltiti, selce, calcari micritici e spatici, frammenti ofiolitici. Proviene probabilmente dal fiume Secchia.

I pori sono di dimensioni e forma variabili (fig 14).

Plaster of layer D (middle)

An image analysis has been performed on the layer D to measure the components parameters (Fig. 12).

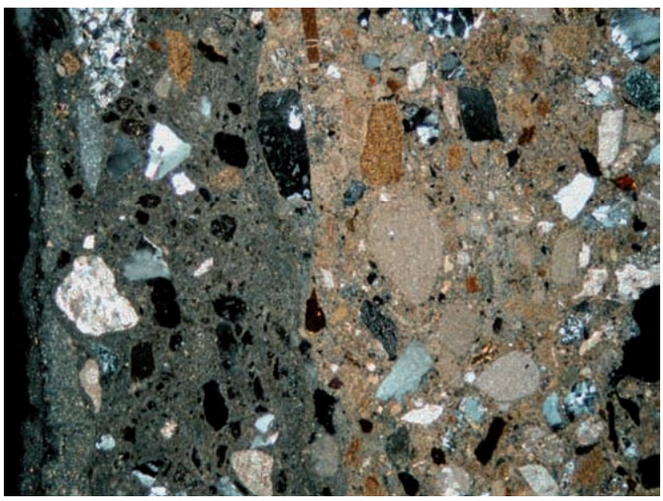
The plaster is lime-based and the underburned and overburned fragments are reddish and small (smaller than the aggregate). No "lime lumps" were visible in the sample. The calculated binder/aggregate ratio resulted in 1.4 parts of aggregate for 1 part of binder (considering the the underburned and overburned fragments as inert aggregate with no binding proprieties, according to RILEM recommendations).

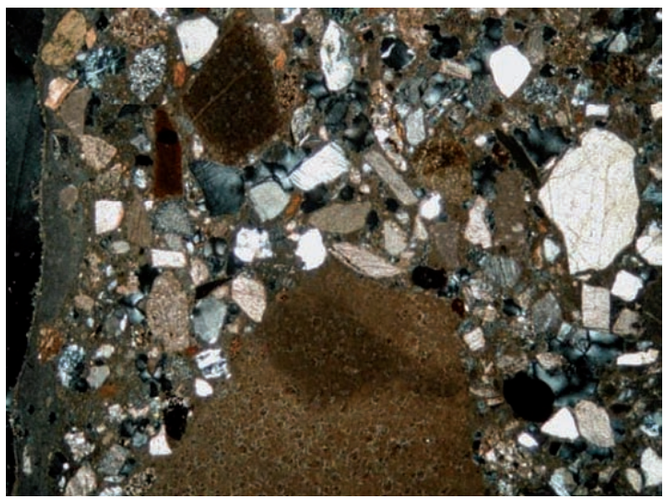
The sand of the aggregate has a medium to coarse grain size, poorly sorted. The sand composition is: quartz from metamorphic and magmatic rocks, siltstone, chert, fine-grained limestone fragments, ophiolite fragments and shale. At the moment is not possible to determine the provenance of the sand which certainly is not coming from any of the local rivers or streams. Voids are variable in shape and size. The external part is covered by a thin film of lime putty (Fig. 13).

Plaster of layer B (lower)

The lower plaster layer is lime-based and the underburned and overburned fragments and "lime lumps" a few mm in size. The binder/aggregate ratio can be evaluated as about 1/2. The aggregate sand has a fine to coarse grain size, poorly sorted consisting of quartz, feldspar, shale, siltstone, chert, fine-grained and sparitic limestone fragments and ophiolite fragments.

The provenance is probably from the Secchia river. Voids are variable in shape and size (Fig. 14).





Considerazioni conclusive

Il rilievo delle pietre naturali presenti all'interno della torre ha permesso di confermare quanto già evidenziato per il paramento esterno. Si tratta in gran parte di pietre di reimpiego da antichi edifici romani, a esclusione del Rosso Ammonitico e dell'arenaria.

Per quanto riguarda le malte e gli intonaci, il nostro studio ha permesso di rilevare come il parametro discriminante più significativo sia la provenienza delle sabbie che sono state aggregate alla calce. Sono ben distinguibili le sabbie provenienti dai corsi d'acqua maggiori, i fiumi Secchia e Panaro, e quelle provenienti dai corsi d'acqua minori, i torrenti Cerca (Formigine), Grizzaga e Tiepido (fig. 15). È opportuno segnalare come provenienze diverse delle sabbie nelle malte non indichino necessariamente fasi costruttive diverse e distinte, in quanto non si può escludere che in particolari momenti della storia del monumento possano essere state attivate più fonti di approvvigionamento di sabbie e di pietra da calce. Questa ipotesi sembra non essere verificata almeno nelle prime fasi costruttive, fino al primo piano, in quanto le malte con sabbie diverse sono presenti in elementi strutturali diversi: i muri esterni e gli elementi interni di rinforzo (archetti e pilastri).

Nel caso invece del fusto della torre, al secondo piano troviamo malte diverse in porzioni di muratura vicine tra loro, che non appaiono rimaneggiate in epoche successive, e suggeriscono quindi un approvvigionamento di sabbie da corsi d'acqua diversi e la possibile attività di gruppi di maestranze diverse (cfr. Labate, *infra*). Lo studio petrografico e l'analisi d'immagine ha permesso di rilevare i parametri composizionali degli intonaci della cuspide e di confezionare nuovi intonaci per il restauro del tutto simili a quelli originariamente presenti.

Conclusions

The results of the survey of the natural stones inside the tower allow confirm what has already been highlighted for the external cover. The stones are largely reused from ancient Roman buildings with the exception of the Rosso Ammonitico and the sandstone.

Regarding the mortars, our study has revealed that the most significant parameter to distinguish different building phases is the source of the sands that have been used as aggregate to manufacture mortars and plasters. The sands taken from the main rivers, Secchia and Panaro, and those from the minor streams, Cerca (Formigine), Grizzaga and Tiepido are distinguishable (Fig. 15). It is important to stress that different provenances of the sands in the mortars do not necessarily indicate different phases of construction. It can not be excluded that in certain moments different sources of sand and limestone supply of may have been activated at the same time. It seems possible to exclude this hypothesis at least for the first phases of the construction, up to the first floor, as mortars with different sands are present in different structural elements: the external walls and internal reinforcing elements (arches and pillars). It could be possibly the case of the second floor, where portions of masonry that do not appear to have been reworked in later times show different mortars, suggesting the possibility of supply of sand from different streams and the possible activity of different groups of workers (cfr. *infra* Labate).

The petrographic study and the image analysis have provided the compositional parameters of the ancient plaster allowing the preparation of new plasters for the restoration work on the cusp that are very similar to the original ones.

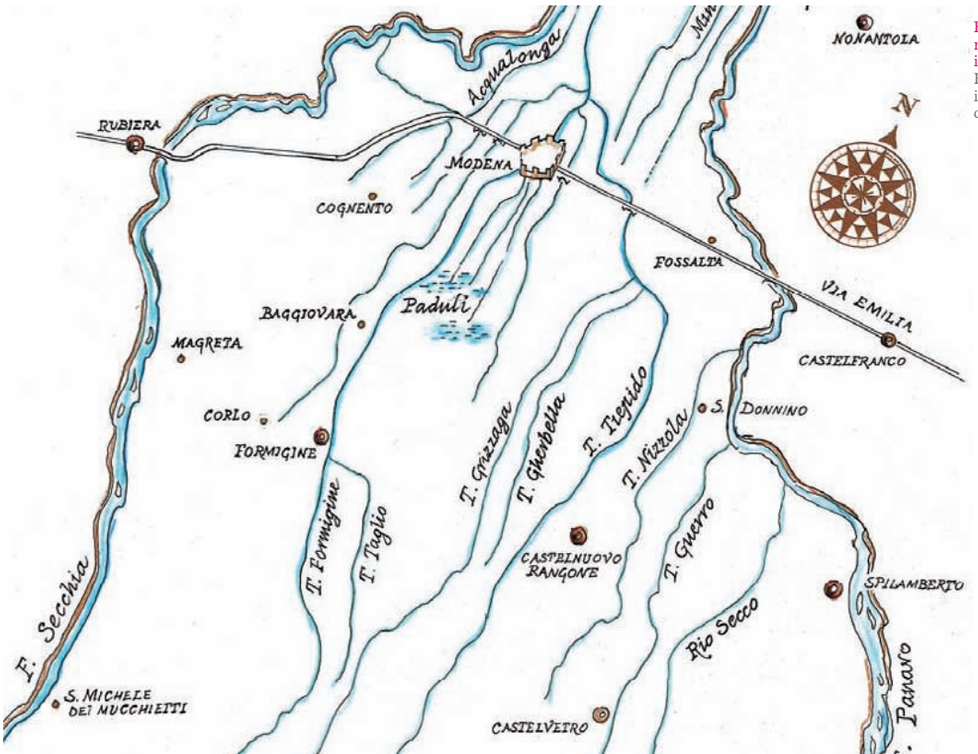


Fig. 15 Ricostruzione del reticolo idrografico nel territorio modenese durante il XII secolo (Dameri et al. 2006).
Reconstruction of the drainage network in the Modena area during the 12th century (Dameri *et al.* 2006).

I PERIODI DELLA GHIRLANDINA: LA LETTURA STRATIGRAFICA DEGLI ALZATI

THE GHIRLANDINA'S HISTORICAL PERIODS: A STRATIGRAPHIC READING OF THE FLOOR ELEVATIONS

Donato Labate

Particolare delle nicchie sotto alla baconata superiore.

Particular of the niches below the upper balcony.



Premessa

Nel primo volume dedicato alla torre Ghirlandina il contributo di archeologia ha trattato soprattutto gli aspetti relativi all'evoluzione del sottosuolo e accennato alle macrofasi della costruzione della torre prendendo in esame innanzitutto la tipologia dei paramenti murari interni ed esterni, il tipo dei materiali utilizzati e il posizionamento delle buche pontaie. Si sono evidenziate così quattro fasi costruttive: la prima lanfranchiana (fine XI-inizio XII secolo), la seconda campionese (1179-1184 circa), e le successive del 1261 e del 1319. In questo contributo si approfondisce nel dettaglio la lettura stratigrafica dei paramenti degli alzati in rapporto sia alle analisi archeometriche condotte nel frattempo dall'équipe guidata da Stefano Lugli, sia alle fonti documentarie raccolte da Cristina Dieghi.[1] Si confronti per una lettura puntuale dell'apparato plastico il contributo di Saverio Lomartire in questo volume e per l'avvio del cantiere il contributo di Adriano Peroni. Per brevità i diversi ambienti della torre sono indicati come Unità Funzionali (UF) con le sigle: UF A seminterrato, UF B attuale ingresso, UF C sala della Secchia – ex archivio, UF D fusto, UF E sala dei torreggiani, UF F sala delle campane, UF G ottagono con guglia. Le porte di accesso alla torre sono indicate come Elementi Architettonici (EA) con le sigle: EA 1 originaria porta di accesso murata dal Menia nel 1607 (fig. 1.1), EA 2 attuale porta di accesso del 1901 (fig. 1.2), EA 3 porta murata a est dell'attuale porta di accesso (fig. 1.3), EA 4 porta murata a ovest dell'attuale porta (riaperta nel 1767) (fig. 1.4), EA 5 porta di accesso dal Capitolo sulla facciata est della torre (fig. 1.5).

[1] Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 48-65; Dieghi, C., *Cronistoria degli interventi di restauro alla torre,* in *Ghirlandina* 1 cit., Appendice digitale. L'autrice ha sintetizzato le diverse posizioni degli studiosi sulle fasi evolutive della costruzione della Ghirlandina. Al suo contributo e alla bibliografia citata si rimanda per i lavori pregressi ai quali si devono aggiungere, da ultimo, i contributi di diversi autori in *Ghirlandina* 1.

Premise

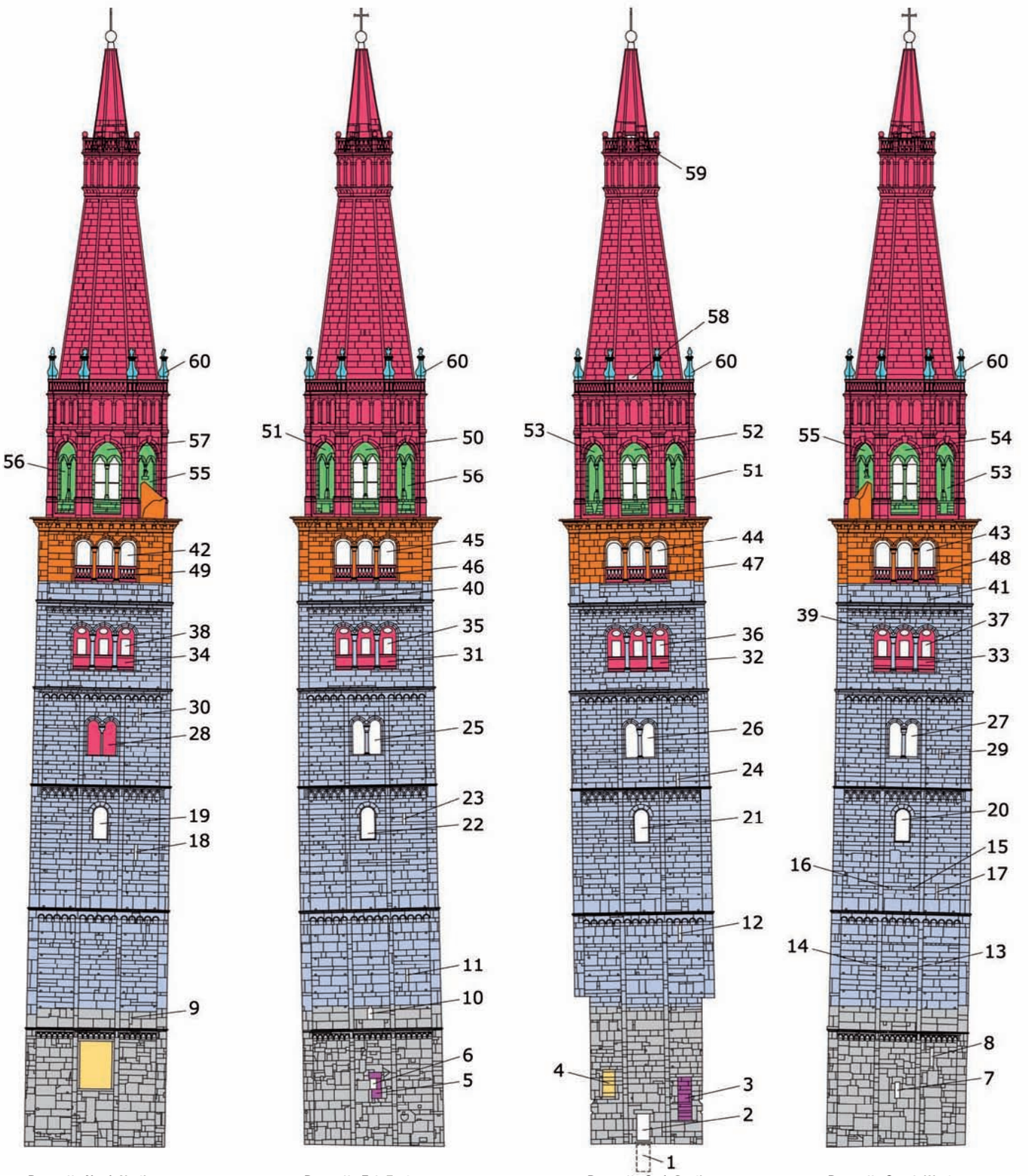
The first volume that was dedicated to the Ghirlandina Tower focused on archaeological contributions especially in terms of subsoil evolution and the macro phases of the Tower's construction taking into consideration the types of inner and outer walls, materials used and the positioning of the putlog holes and identified four construction phases: the first was Lanfranchian (end of the 1100s to the beginning of the 1200s), the second Campionese (approximately 1179-1184), and the final phase from 1261 to 1319. This essay will go into detail about a stratigraphic reading of the walls of the various elevations through archaeometric analyses conducted by an équipe headed up by Stefano Lugli and documental material collected by Cristina Dieghi.[1] For an insightful interpretation of the body of decorative sculpture see Saverio Lomartire's article in this volume and for information on the origin of the construction site see the article by Adriano Peroni. For brevity the various areas of the Tower are indicated as Functional Units (F.U.): "FU A" is the basement, "FU B" the current atrium, "FU C" Secchia room – ex-archives, "FU D" shaft of the Tower, "FU E" Torresani room, "FU F" bell room, "FU G" the octagon with spire. The access doors to the Tower are identified as Architectural Elements (AE) with these abbreviations: "AE 1" the original access door, walled over by Menia in 1607 (Fig. 1.1), "AE 2" current access door built in 1901 (Fig. 1.2), "AE 3" walled door east of the current access door (Fig. 1.3), "AE 4" walled door west of the current access door (reopened in 1767) (Fig. 1.4), "AE 5" access door from church Chapter on the eastern side of the Tower (Fig. 1.5).

[1] Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, in *The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 48-65; Dieghi, C., *Cronistoria degli interventi di restauro alla torre,* in Ghirlandina 1, data storage disk. The author summarized differing opinions of researchers about the development stages of the Ghirlandina's construction. For more information on this topic and the cited bibliography see research work in progress and most recently the authors of *Ghirlandina* 1.

Periodi_Periods

I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII

Fig. 1



Prospetto Nord_North

Prospetto Est_East

Prospetto Sud_South

Prospetto Ovest_West

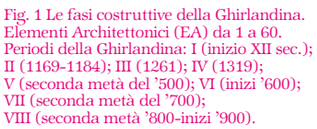


Fig. 1 Le fasi costruttive della Ghirlandina. Elementi Architettonici (EA) da 1 a 60. Periodi della Ghirlandina: I (inizio XII sec.); II (1169-1184); III (1261); IV (1319); V (seconda metà del '500); VI (inizi '600); VII (seconda metà del '700); VIII (seconda metà '800-inizi '900).

The construction phases of the Ghirlandina. Architectural elements (EA) from 1 to 60. Periods of Ghirlandina: I (12th cent.); II (1169-1184); III (1261); IV (1319), V (second half of the 500); VI (early '600), VII (second half of '700), VIII (second half of '800-beginning of '900).

Primo periodo

L'inizio del cantiere della Ghirlandina è da ricondurre al periodo lanfranchiano, in fase quindi con il cantiere del Duomo (fig. 1.I)
A questo periodo sono da riferire le fondazioni, lo zoccolo in trachite[2] e l'alzato ripartito con lesene fino a circa 13 metri dall'attuale piano di calpestio della piazza, pressappoco all'altezza della prima cornice. Gli elementi architettonici contemporanei sono la porta murata EA 1 (fig. 1.1) e le tre finestre collocate nella parte mediana del paramento murario: quella inferiore (feritoia) sul lato est, quella mediana monofora sul lato ovest (fig. 1.7) e quella superiore monofora sul lato est (fig. 1.10).
A questo periodo si riferiscono le grandi buche, due ubicate nel seminterrato e una lungo la seconda rampa di scale in corrispondenza della stanza della Secchia.[3]
I materiali da costruzione utilizzati sono blocchi lapidei e laterizi di età romana reimpiegati: all'interno laterizi per i paramenti murari ed elementi lapidei per architravi di porte e finestre; all'esterno uso esclusivo di materiale lapideo (pietra di Vicenza, pietra di Aurisina e raramente trachite).[4]
Le malte riferibili a questo periodo rientrano nel Gruppo 1 (cfr. *supra* Lugli *et al.*) La datazione è ascrivibile a un momento compreso tra il 1099, inizio della costruzione del Duomo, e l'inizio del XII secolo[5] (per questa fase costruttiva cfr. *supra* Peroni).
Nella parte interna della torre di primo periodo sono presenti quattro piloni angolari[6] utilizzati come sostegno sia delle rampe delle scale sia delle volte a crociera; le volte poggiano su cornici d'imposta lapidee sia nella stanza dell'attuale ingresso (UF B) sia nella stanza della Secchia (UF C), mentre nel seminterrato (UF A) si appoggiano, sostenute da piastrini, direttamente sui piloni e sui muri perimetrali della torre.[7]
Sia i piloni che la volta del seminterrato sono posteriori al muro perimetrale di primo periodo e la loro datazione può pertanto essere riconducibile a un arco cronologico compreso tra il primo ed il secondo periodo.

First Period

The opening of the Ghirlandina construction site dates back to the Lanfranchian period and as such to the same epoch of the Cathedral's construction (Fig. 1.I).
This was the period of the construction of the foundation, the trachyte socle,[2] the elevation divided by pilasters up to 13 meters from the current entry level from the city-square, approximately up to the level of the first cornice.
The contemporary architectural elements include walled door AE 1 (Fig. 1.1), three windows located halfway up the wall covering: the lower window (embrasure) on the eastern side, the mid-level monofore window on the western side (Fig. 1.7) and the upper window on the eastern side (Fig. 1.10). In this period large holes were opened in the basement level, and one more along the second stairway at the level of the Secchia Room.[3]
The construction materials used were stone and bricks from the Roman era: on the interior brickwork wall covering and stone elements for door and window architraves; while stone was the exclusive material used externally (Vicenza stone, Aurisina stone and occasionally trachyte).[4]
Mortars from this period are part of Group 1 (*cfr. infra* Lugli *et. al.*).
Possible dating of this materials has been established as sometime between 1099, the beginning of the construction of the Cathedral, and the beginning of the 12th century,[5] for this construction phase, see the essay by Adriano Peroni in this volume.
There are 4 corner pillars inside the part of the Tower dating from the first period[6] which serve as supports for both the stairs and the groin vaults that set on stone impost cornices both in the current atrium (FU B) and the Secchia Room (FU C); while in the basement (FU A) they set directly on the pillars supported by small slabs piastrini, and on the perimeter walls of the Tower.[7]
Both the pillars and vault of the basement are later than the perimeter wall, which is dated in the first period, and as such their origin can be fixed somewhere between the first and second periods.

[2] Lo zoccolo, identificato nel corso delle indagini del 1899, è confrontabile con quello presente alla base del Duomo.
[3] La ripartizione interna degli ambienti della torre pare al momento illeggibile anche se la presenza di grandi buche per travature, due nel seminterrato (larghe e alte circa 30 cm e profonde circa 1 metro) e una all'altezza della stanza della Secchia (stesse dimensioni ma profonda 1,74 metri), può far pensare all'esistenza di ambienti con pavimenti lignei collegati tra loro da scale in legno (cfr. *supra* Peroni, che ritiene da escludere questa ipotesi riferendo le grandi buche alla presenza di catene lignee con travi dormienti).
[4] Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni C., Rossetti, G., Tintori S. e Zanfrognini R., *Le pietre della torre Ghirlandina*, in La torre Ghirlandina 1, pp. 96-117.
[5] Per la discussione su paramento esterno e interno e buche pontaie cfr. Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, in La torre Ghirlandina 1, pp. 66-77.
[6] I piloni furono ritenuti da chi scrive come pertinenti alla prima fase costruttiva della Ghirlandina (cfr. Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.).

[2] The wainscot identified by the 1899 survey are comparable with that at the base of the Cathedral.
[3] At the moment, it seems impossible to discern the original wall divisions within the Tower even though the existence of two large holes for beams in the basement (approximately 30 cm di height and width and approximately 1 m deep) and another at the height of the Secchia Room (same dimensions but 1.74 m deep) might lead us to believe there were once rooms with wooden floors connected by wooden stairs, cfr. *infra* the essay by Adriano Peroni that excludes this hypothesis, attributing the large holes to wooden chains with sleeper beams.
[4] Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni C., Rossetti, G., Tintori S. e Zanfrognini R., *Le pietre della torre Ghirlandina*, in *The Ghirlandina Tower* 1, pgs. 96-117.
[5] For a discussion of the outside wall-covering and the putlog holes, *cfr.* Labate 2008.
[6] The pillars have been claimed (by this author) to belong to the first phase of construction of *The Ghirlandina Tower* 1 (Labate 2008).

Secondo periodo

Il secondo periodo va ricondotto alla ripresa del cantiere da parte di maestranze campionesi dopo l'interruzione della fabbricazione della torre dovuta verosimilmente a problemi di assestamento del terreno (fig. 1.II).[8] La ripresa del cantiere coincide con l'innalzamento della struttura fino alla stanza dei torreggiani (per circa 1,5 metri sopra la quinta cornice), sormontata da quattro torrette ancora conservate *in situ*, inglobate nel paramento dell'attuale cella campanaria (UF F).

A cominciare dal fusto (UF D) i piloni sono ammorsati alla muratura perimetrale e l'unica buca pontaia conservata in uno dei piloni è ubicata alla stessa altezza delle altre presenti nella muratura perimetrale.[9]

I piloni sorreggono la rampa della scala che sale lungo tutto il fusto fino ad accedere, con l'ultima rampa, nella stanza dei torreggiani. La scala sbucava nell'edicola posta nell'angolo sud-est della stanza. Ai lati della stanza sono presenti quattro edicole,[10] tre delle quali aperte sui lati interni con una colonna lapidea sormontata da capitello cubico che sostiene due architravi, di cui uno con mensola.[11] Nell'angolo nord-ovest l'edicola, priva di colonna, contiene la scala a chiocciola (racchiusa precisamente all'interno del perimetro del pilone sottostante), che consentiva l'accesso sia al soppalco ligneo, che divideva in due ambienti la stanza dei torreggiani,[12] sia al tetto della torre dove sono ancora conservate le quattro torrette,[13] anche queste aperte sui due lati con arcate sostenute da colonne con capitello cubico.

Gli elementi architettonici contemporanei sono le feritoie angolari che illuminano la scala lungo il fusto (fig. 1.11, 12, 17, 18, 23, 24, 29), le quattro prese d'aria di forma quadrata (fig. 1.13-16), le finestre monofore e bifore del fusto (fig. 1.19-22, 25-28), le trifore con i capitelli figurati della stanza dei torreggiani (fig. 1.35-38) e infine le finestrelle che illuminavano il soppalco della stanza dei torreggiani (fig. 1.40-41) e quella che illumina la scala a chiocciola (fig. 1.39).[14] Anche la copertura a vela del fusto, sostenuta da cornici d'imposta,[15] e il pavimento in Rosso Ammonitico conservato nella parte settentrionale della stanza dei torreggiani sono sicuramente riferibili a questo periodo.

I materiali da costruzione utilizzati sono sia i materiali di utilizzo primario (Rosso Ammonitico) sia i blocchi lapidei e i laterizi di età romana reimpiegati.[16] All'interno della torre sono principalmente utilizzati laterizi romani (spesso segati) per i paramenti murari e per le rampe delle scale, ivi compreso lo sviluppo della scala a chiocciola, mentre gli elementi lapidei di età romana sono utilizzati

Second Period

This period began when the Campionese workers resumed work on the site after the interruption of work on the Tower due most likely to problems of shifts in the terrain beneath the tower (fig. 1.II).[8]

This new start coincides with the elevation of the structure up to the Torresani Room (about 1.5 m above the fifth cornice), topped by four small turrets that are still standing *in situ*, encased in the outer walls of the current bell room (FU F).

Starting right from the shaft of the Tower (FU D) the pillars are clamped to the perimeter wall and the only remaining putlog hole in one of the pillars is located at the same height as the others in the perimeter wall.[9]

The pillars support the staircase that runs along the entire body of the Tower until the last flight reaches the Torresani Room.

The stairs opened in the aedicula in the south east corner of the room. There are four aediculae in the room,[10] three of which are open on the inward sides with stone columns topped by a cubic capitals that support two architraves, one with a corbel.[11] In the northeast corner, the one column-less aedicule contains a spiral staircase (closed precisely within the perimeter of the pillar beneath it), which gave access to the wooden loft, that divided the Torresani Room into two rooms,[12] and also opened to the roof of the tower where the four small turrets are preserved to this day,[13] these turrets are also open on two sides with arches supported by columns topped by cubic capitals.

The contemporary architectural elements are the embrasures in the corners that illuminate the stairway along the body of the Tower (Fig. 1.11, 12, 17, 18, 23, 24, 29), four square-shaped air ducts (Fig. 13-16), monofore and bifore mullioned windows of the Tower (Fig. 1.19-22, 25-28) and trifore windows with figure-decorated capitals in the Torresani Room (Fig. 1.35-38) and finally small windows that illuminated the loft in the Torresani Room (Fig. 1.40-41) and those that illuminated the spiral staircase (Fig. 1.39).[14]

Other elements in the room can most certainly be dated in the same period: the domed ceiling over the main body of the tower, whose arches are supported by a cornice,[15] and the Rosso Ammonitico flooring that is left in the northern portion of the Torresani Room.

The construction materials employed are primary materials like Rosso Ammonitico as well as reused stone blocks and bricks from the Roman period.[16]

The inside of the Tower is refinished mainly with Roman bricks (often sawed-down) along the wall coverings and the stairwells, including the spiral staircase, while the Roman stone elements are used for the architraves of windows, doors and embrasures, for the impost

per gli architravi delle porte, delle finestre e delle feritoie, per le cornici d'imposta e per le mensole, per le soglie delle finestre e per alcuni elementi del parapetto delle rampe delle scale. L'uso del Rosso Ammonitico è destinato ai gradini della scala del fusto[17] e della scala a chiocciola delle torrette, nonché al pavimento della stanza dei torreggiani; all'esterno sembrerebbe quasi esclusivo l'uso di materiale lapideo di reimpiego (soprattutto la pietra di Aurisina e, in misura minore, trachite e pietra di Vicenza),[18] esclusi gli ultimi corsi, al di sopra della quinta cornice, che sono in Rosso Ammonitico. Le malte riferibili a questo periodo rientrano nei Gruppi 2, 3, 4, 5, 6, 7.[19] La diversa composizione delle malte, con sabbie provenienti da differenti corsi d'acqua, indica che per l'approvvigionamento dei materiali da costruzione si faceva uso di inerti di diversa origine. Si può datare questo periodo a un momento compreso tra il 1167 e il 1184.[20]

cornices and the corbels, for window sills and other elements of the parapet of the flights of stairs, while the use of Rosso Ammonitico is reserved for the stairs on the staircase of the main body of the Tower[17] and of the spiral staircase of the turret as well as for the flooring of the Torresani Room; from the outside it seems as if reused stone construction materials were used almost exclusively (especially Aurisina stone and in lesser measure trachyte and Vicenza stone)[18] with the exception of the highest levels, above the fifth cornice, which are in Rosso Ammonitico. The mortar types that can be attributed to this period are those from Groups 2, 3, 4, 5, 6, 7 (*cfr. infra* Lugli).[19] The various compositions of the mortar made of sand originating from several rivers is significant for understanding how in the supply of construction materials inert materials from various origins were used. This period can be placed sometime between 1167 and 1184.[20]

[7] La lettura stratigrafica degli alzati indica nel seminterrato che all'impianto dei muri perimetrali del primo periodo si addossano in una successione costruttiva i piloni angolari e, a seguire, il muro di sostegno della scaletta a chiocciola (a ridosso del pilone sud-ovest) e i semipilastri che sorreggono la volta a crociera. La volta si appoggia sia ai muri perimetrali sia ai piloni entro i quali furono ricavate le imposte per le centine della volta. Non è possibile stabilire con certezza quanto tempo sia trascorso tra l'edificazione dei muri perimetrali del primo periodo e la realizzazione dei piloni e della volta del seminterrato. In ogni caso tutti i manufatti sono realizzati con il reimpiego di laterizi di età romana; pertanto, gli unici elementi discriminanti sono le buche pontaie del muro perimetrale e dei piloni, posizionate diversamente, e le malte: quelle del muro perimetrale riferibili al Gruppo 1 e quelle delle altre strutture al Gruppo 2 (cfr. *supra* Lugli *et al.*). La differenza delle malte può essere riferita sia a un diverso approvvigionamento delle materie prime nel corso della conduzione del cantiere (come è certamente documentato per il secondo periodo), sia a maestranze diverse che si sono alternate nel cantiere. In ogni caso, visto l'utilizzo di mattoni romani da reimpiego nella volta del seminterrato, è da escludere l'ipotesi di Luciano Serchia di riferire queste strutture all'intervento del XIV secolo (Serchia, L., *Studi e interventi sulla Ghirlandina*, in Acidini Luchinat, C., Serchia, L. e Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, p. 172). A cominciare dalla fine del XII secolo a Modena, nell'edilizia civile e religiosa, si diffonde l'uso del mattone di modulo medievale di nuova fabbricazione (cfr. per esempio i mattoni di nuova fabbricazione utilizzati nel Palazzo Comunale del 1194 e nella Chiesa di San Francesco del 1245).

[8] È molto probabile che il cantiere si sia interrotto quando i due corpi di fabbrica (Duomo e Ghirlandina) si sono assestati in maniera differenziata (cfr. Lancellotta, R., *Aspetti geotecnici nella conservazione della torre*, in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 178-193; Alfieri, S., Blasi, C., Carobbi, M. e Coisson, E., *La struttura: dissesti e lesioni*, in *La torre Ghirlandina* 1, pp. 160-163; Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.).

[9] Si tratta del pilone nord-est vicino alla rampa di scale. La buca è collocata a 2,3 metri di altezza dal pavimento dell'UF D.

[10] Le edicole sono costruite in successione ininterrotta con i sottostanti piloni.

[11] Le mensole servivano per sorreggere un impalcato ligneo.

[12] L'accesso al soppalco avveniva da una porticina ubicata sul lato orientale del pilone che conteneva la scala a chiocciola. In un momento imprecisato tale accesso fu tamponato e ne fu aperto uno nuovo, ancora presente, sul lato meridionale. È molto probabile che in questo periodo i torreggiani alloggiassero sul soppalco mentre nella parte bassa della stanza erano collocate le campane: nel 1214 vi fu portata una campana (Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, cit., p. 56). L'abitazione dei torreggiani è documentata a partire dall'inizio del XIV secolo (Ivi, p. 50).

[13] La presenza delle torrette è attestata anche nelle fonti documentarie: un fulmine nel 1217 danneggiò un "toresello" (Ivi, p. 56).

[14] Per la descrizione delle buche pontaie di questo periodo cfr. Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit., fase II.

[15] Le cornici d'imposta delle vele sono del tutto identiche a quelle presenti nell'UF B e nell'UF C. Tale circostanza potrebbe indicare che sono state realizzate nello stesso periodo; non è neppure da escludere una ripresa dello stile di quelle del periodo precedente (cfr. *supra* Peroni).

[16] Tutti i laterizi impiegati in questo periodo dalla base del fusto fino alle torrette sono mattoni romani reimpiegati. Si fa presente che nel precedente saggio (Labate 1988 e Labate 2009 in *La torre Ghirlandina* 1) erano stati riferiti a questo periodo mattoni di modulo medievale che, da un'attenta lettura dei paramenti murari, si devono riferire a tamponamenti successivi riconducibili probabilmente tra il quarto e quinto periodo.

[17] Il Rosso Ammonitico è utilizzato a partire dalla seconda rampa di scale (solo per la prima rampa è utilizzatala trachite di reimpiego): anche questa circostanza potrebbe indicare una pertinenza della scala rampante con i piloni al secondo periodo campionese.

[18] Lugli, S. *et al.*, *Le pietre della torre Ghirlandina*, cit. Cfr. anche *supra* Lugli *et al.*

[19] È tuttavia da segnalare che le malte del Gruppo 2 riferibili sicuramente a questo periodo (cfr. *supra* Lugli *et al.*, campione GM 8 – pilastro – e campioni GM 45-47 – paramento murario), riconducibili pertanto alla ripresa del cantiere, appartengono allo stesso gruppo delle malte prelevate nei piloni e nella volta delseminterrato. Tale circostanza potrebbe indicare che, con la ripresa del cantiere, si sia intervenuti anche con la trasformazione delle strutture del primo periodo. In assenza di ulteriori riscontri documentari risulta difficile attribuire, senza ombra di dubbio, tali interventi a uno dei due periodi.

[20] Per una discussione sulla datazione cfr. Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit. Cfr. inoltre *supra* Lomartire sull'apparato plastico, che certamente fornisce elementi più decisivi all'inquadramento cronologico di questo periodo.

[7] The stratigraphic interpretation of the elevations shows that the perimeter walls of the basement come from the First Period, and that the corner pillars, then the supporting wall of the spiral staircase were built in succession (alongside the south eastern pillar) as well as the semi-pillars that support the groin vault. The vault rests on both the perimeter walls and the pillars between which the imposts for the centering for the vault were carved out. It is not possible to determine how much time passed from when the perimeter walls were built in the First Period and when the pillars and vault were built in the basement. At any rate they were all built with reused Roman bricks so the only discriminating elements are the putlog holes in the perimeter wall and in the pillars, positioned differently here and there, and the mortars: which can be dated in the same period as those of Group 1 and some other structures in Group 2 (*cfr. infra* Lugli *et al*). The difference in the mortars may be due to the different sources of the raw materials throughout the course of the building project (as is certainly documented in the Second Period, *cfr. infra*) and due to the different workers that rotated through the site. In any case, because of the reuse of Roman materials in the basement vault, the Luciano Serchia's hypothesis that attributes these structures to works in the 14th century, finds no support (Serchia p. 172). Starting in the early 12th century, the use of new format medieval bricks became common in civil and religious construction in Modena (*cfr.* for example the newly made bricks used in the Municipal Palace in 1194 and in San Francesco church in 1245).

[8] It is highly likely that construction was halted when the two buildings (The Cathedral and the Ghirlandina) settled differently on the terrain (*cfr.* Lancellotta 2008, Alfieri, Carrobbi 2008, Labate 2008).

[9] This is the north east pillar next to the flight of stairs and the hole is positioned 2.3 m above the flooring of FU D.

[10] The aediculae are built in an uninterrupted continuation with the pillars.

[11] The corbels sustained a wooden scaffold-loft.

[12] A small door located on the eastern side of the pillar with the spiral staircase gave access to the loft. At some time the door was walled over and later the existing door was opened on the southern side. It is quite probable that at the time the Torresani (tower guardians?) lived in the loft and the lower part of the room was used to house the bells: in 1214 a bell was placed there (Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, cit., p. 56). That the Torresani (tower guardians?) lived here was documented starting from the 14th century (Ivi, p. 50).

[13] The presence of the turrets is mentioned by period documents: lightening struck and damaged a *"toresello"* in 1217 (Dieghi 2008, p. 56)

[14] For a description of the putlog holes during this period *cfr.* Fase II. In Labate 2008.

[15] The impost cornices are identical to those in FU B in FU C. This might be a clue that they were built in the same period; it may well indicate a return to a style used in the preceding period (cfr. *infra* Adriano Peroni).

[16] All of the bricks used in this period from the base of the Tower body to the turrets, are reused Roman bricks. Note that the above essay (Labate 1988 and Labate 2009 *The Ghirlandina Tower* 1) made reference to brickwork that originated in this medieval period. Careful study shows that these bricks are part of later re-walling in the Third Period of the Tower.

[17] The Rosso Ammonitico that was used starting on the second flight of stairs (reused trachyte is used only on the first flight of stairs) in this case may also point to a relationship between this staircase and the pillars created from the fourth and the fifth period.

[18] Lugli *et al.* 2008 *cfr* also Lugli *et al* in this volume.

[19] It should however be pointed out that the Group 2 mortars certainly belong to this period (cfr. Lugli *infra* MG 8 sample (pillar) as well as MG samples 45-47 (wall covering), when construction work resumed. They belong to the same group as the mortars used in the pillars and in the vaults of the basement. This circumstance may indicate that when the site resumed work, some transformation intervention was applied to work from the First Period. Without further documental proof from that period, it is difficult to attribute these works with any certainty to one or the other period.

[20] For a discussion on the dating *cfr.* Labate 2008, *cfr* also Saverio Lomartire's contribution about the sculpted decorative elements that provides more precise information about the chronology of this period.

Ascrivibili a questo periodo, o comunque a un momento compreso tra il primo e il secondo periodo, sono:
1. le prime due feritoie che illuminano le rampe delle scale (fig. 1.8-9): la prima, con copertura a volta priva dell'architrave lapideo, è scavata *ex novo* nel paramento murario del primo periodo,[21] come pure la seconda, con architrave lapideo che sembra inserito in un secondo momento;
2. le porte di accesso EA 3 e EA 5. La prima porta consentiva verosimilmente ai membri del Comune di Modena (fig. 1.3) l'ingresso alla scala per l'accesso alla stanza della Secchia adibita, a partire almeno dal XIII secolo, ad archivio della Comunità,[22] e alla stanza dei torreggiani per il controllo dall'alto della città e per l'uso civico delle campane. L'altra porta consentiva (fig. 1.5) invece al Capitolo di accedere all'attuale sala d'ingresso,[23] dove erano verosimilmente custoditi l'archivio, le reliquie e i beni preziosi del Duomo.[24] Da questa stanza si poteva accedere al seminterrato tramite la scaletta predisposta sul pilone sud-ovest.[25] Vi erano due porte che consentivano l'accesso a questa stanza (UF B): una sulla parete est (EA 5), ora usata come finestra,[26] e una sulla parete meridionale (EA 4) (fig. 1.4). Quest'ultima è la porta riaperta nel 1767, che in passato fu utilizzata probabilmente per accedere dalla sacrestia collocata tra il Duomo e la Ghirlandina. Questa porta dovrebbe essere quella più antica visto che quella orientale, trasformata in finestra, è stata utilizzata fino al XVIII secolo;[27]
3. la sistemazione della stanza della Secchia con la realizzazione di un soppalco dietro la parete sud[28] per la custodia dell'archivio della Comunità.[29]

The elements that can be placed sometime between the First and Second periods:
1. the first two embrasures that illuminate the stairwells (Fig. 1.8-9): the first, with a vaulted covering and no stone architrave was cut *ex novo* out of the wall covering in the first period;[21] so also the second, with a stone architrave that seems to have been added later.
2. entryway doors AE 3 and AE 5: The two doors probably gave access to the Modena City (Fig. 1.3), to the stairs leading to the Secchia Room, that housed the City's archives at least up until the 13th century, 22 and gave access to the Torresani Room in order to survey and control the city from above and for a civic use of the bells. The other door allowed (Fig. 5) the Chapter access to the current Atrium[23] where the church's archives, reliquaries and the Cathedral treasures were probably kept[24].
This room gave access to the basement through a small staircase on the southwest pillar.[25] There were two more doors that opened onto this room (FU B): one on the eastern wall (AE 5), which is now used as a window[26] and another on the southern wall (AE 4) (Fig. 1.4). The latter door was reopened in 1767, and may have been used in the past for access from the sacristy that was located between the Cathedral and the Ghirlandina. This door must be the most ancient since it is the eastern door, converted into a window, which was used until the 18th century.[27]
3. the Secchia Room was reorganized with the addition of a loft behind the southern wall[28] in order to house the City's archives.[29]

[21] Si tratta dell'unica feritoia priva, nel prospetto interno della torre, dell'architrave lapideo. Circostanza questa che potrebbe far pensare che la finestra sia stata messa in opera non contemporaneamente alla realizzazione del muro perimetrale di primo periodo, ma aperta in un momento successivo intaccando la muratura più antica.
[22] Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'archivio*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi", XI, XXIII, 2001, pp. 19-43, alla data 1578; Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, cit., p. 50. Cfr. *supra* Piccinini e Pedrazzi.
La Baracchi riporta un documento del 1578 in cui un rappresentate della Comunità dichiara che la "Torre e le campane appartengono da sempre alla Comunità e che la Camera chiamata l'Archivio et altrimenti in Sacrestia sia di solo dominio della Comunità".
[23] Cfr. il rilievo del 1750 dove è indicata la porta attraverso la quale dal Capitolo, ubicato a ridosso della parte orientale della torre, era possibile accedere al "sito sotto l'archivio dei Sign. Canonici".
Il rilievo è composto da una sezione e da una planimetria: Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925),* a cura di Baracchi, O., Aedes Muratoriana, Modena 1983, pp. 170-171. Un'altra porta che dalla sagrestia del Duomo consentiva l'accesso alla torre dal lato meridionale era collocata nell'angolo sud-ovest dell'UF B. Cfr. a riguardo le considerazioni in nota nel paragrafo relativo al settimo periodo.
[24] Visti gli attriti che esistevano tra la Comunità e il Capitolo sul possesso della torre è improbabile che i rispettivi beni più preziosi e gli archivi fossero custoditi in una sola stanza. Le reliquie, l'archivio e l'argenteria del Duomo furono realisticamente custoditi nella stanza sotto l'archivio della Comunità, cui era possibile accedere passando attraverso il Capitolo.
[25] Dall'attuale ingresso l'accesso alla rampa di scale per salire sulla torre poteva essere chiuso da una porta, come testimoniano i resti dei cardini in ferro contenuti in due blocchi lapidei conservati nella muratura sul lato orientale della porta. La porta separava lo spazio della torre gestito dal Capitolo da quello gestito dal Comune, visto che si poteva accedere alla torre da due diversi ingressi.
[26] In un disegno del 1750 la stanza della Secchia risulta adibita ad "archivio de sign. Canonici" (Sandonnini,T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., pp. 170-171). Il passaggio della stanza della Secchia dal Comune al Capitolo deve essere già avvenuto prima del 1750.
[27] Cfr. nota precedente.
[28] Questa parete realizzata con mattoni di reimpiego di età romana è compatibile con una datazione al secondo periodo, alla ripresa del cantiere da parte dei Campionesi. Il muro è stato realizzato contestualmente ai piloni sud-est e sud-ovest, i quali nell'UF B hanno la cornice d'imposta delle vele priva del cantone, presente invece sui restanti piloni. La mancanza del cantone si spiega soltanto con la contestuale erezione del muro che doveva da subito delimitare la stanza della Secchia, già adibita forse a contenere l'archivio della Comunità.
[29] Al soppalco per l'archivio si poteva accedere, tramite una porticina ancora esistente, da una scaletta lapidea fissata alla parete, della quale resta un gradino mozzato subito al di sotto della soglia della porticina. Notizie della presenza dell'archivio si datano a cominciare dal 1262 (Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'archivio*, cit., alla data 1578).

[21] This is the only embrasure inside the Tower that lacks a stone architrave. This circumstance may lead us to believe that this window was not built at the same time as the perimeter wall in the First Period but opened out of the most ancient mason work at a later date.
[22] Baracchi 2001, referring to 1578; Dieghi 2008, pg. 50, *cfr. infra* the contribution of Piccinini.
Baracchi reports a 1578 document in which a City official declares that the "*Tower and the bells have always belonged ot the City and that the room called 'Archives' and otherwise the 'Sacresty' belongs solely to the City"* (Baracchi 2001, referring to 1578).
[23] *Cfr.* 1750 survey where the Chapter door is indicated as located next to eastern side of the Tower, from which one had access to the "*site beneath the archives of the church authorities*". The survey includes a cross-section and a floor plan (Sandonnini 1988, pgs. 170-171).
Another door that connected the Cathedral sacristy to the southern side of the Tower was located in the south east corner of FU B *cfr.* further the considerations in the footnotes about the Seventh Period.
[24] Considering the level of conflict that existed between City and Chapter over possession of the Tower, it is unlikely that the most precious treasures and the archives were housed in a single room. The reliquaries, the Archives and the silver collection of the Cathedral were most likely housed in the room below the City Archives which could be accessed through the Chapter.
[25] From the current atrium, access to the staircase that climbed the Tower could be closed by a door, as is indicated by the remains of iron hinges on two stone blocks on the eastern side of the door. This door separated the use of the Tower from the Chapter and City, since the Tower was accessible from two different entrances.
[26] In a drawing from 1750 The Secchia Room was assigned as "*archivio de sign. Canonici*" (Archives belonging to the Canonical officials) (Sandonnini 1983, pgs. 170-171). The City's passage of the Secchia Room archives to the Chapter must have already happened before 1750, then.
[27] *Cfr.* previous note.
[28] The opinion that it was built with reused Roman bricks is compatible with a date sometime within the Second Period when work in the site was resumed by the Campionesi masters.
This wall was built at the same time as the south east and south west pillars, which in the FU B where the impost cornices of the vault lack the heraldic canton which is present on the other pillars. The only reason the canton might be missing is if at the same a wall was erected which was intended to delimitate the Secchia Room in order to house the City's Archives.
[29] It was possible to reach the loft from a stone ladder fixed to the wall and through a small trapdoor that still exists today. There is just one broken rung of this ladder left just below the sill of the small door. News of the Archives' existence date as early as 1262 (Baracchi 2001, referring to 1578).

Terzo periodo

In questa fase viene effettuata la sopraelevazione di un piano della torre con la costruzione della cella campanaria (fig. 1.III), anche questa sormontata da quattro torrette una delle quali, parzialmente conservata, è utilizzata come scala a chiocciola per accedere al piano superiore (UF G).[30]

Le torrette del periodo precedente sono inglobate nella nuova muratura.

Gli elementi architettonici di questo periodo sono le trifore presenti su ogni lato (fig. 1.42-45). I materiali da costruzione utilizzati sono: per il paramento esterno materiali di utilizzo primario (Rosso Ammonitico); per il paramento interno a causa della presenza dell'intonaco non è possibile indicare il tipo di materiale utilizzato: potrebbe trattarsi di mattoni d'uso primario. Il periodo è riconducibile cronologicamente al 1261.[31]

A questo periodo è da riferire con molta probabilità l'intonacatura della stanza della Secchia, che conserva ancora lacerti pittorici compatibili con questa datazione.[32]

Third Period

Elevation of another floor of the Tower and the construction of the bell tower (Fig. 1.III), this too topped by four turrets. One partially preserved turret is used as a spiral staircase towards the upper floor (FU G).[30]

The turrets of the preceding period are encased in the new masonry.

The architectural elements are the trifore windows on each side (Fig. 1.42-45).

The construction materials are: primary materials for the external wall-covering (Rosso Ammonitico); considering the plastering as internal wall-covering, it is not possible to determine the type of material utilized, but we could hypothesize the primary use of brickwork.

This period can be identified as falling within the year 1261.[31]

Most probably the Secchia Room was plastered in this period, as it still contains pictorial remains compatible with the same historical period.[32]

Quarto periodo

Ulteriore sopraelevazione della torre con ottagono sormontato da cuspide (fig. 1.IV).[33] Gli elementi architettonici di questo periodo sono le finestre gotiche (bifore lobate), presenti su ogni lato dell'ottagono ma configurate in maniera diversa (fig. 1.50-56).

Tre delle quattro bifore, conservate in corrispondenza delle torrette del periodo precedente e preservate anche in questo periodo, hanno colonnette che poggiano su alti piedistalli (fig. 1.51, 53, 56); la quarta, in corrispondenza della torretta che conserva la scala a chiocciola per accedere all'ottagono, ha una piccola colonna sormontata da un capitello di tipo ionico (fig. 1. 55).

I materiali da costruzione utilizzati sono: per il paramento esterno materiali di utilizzo primario (Rosso Ammonitico) con raro uso di materiale di reimpiego;[34] per il paramento interno mattoni di modulo medievale visti nel corso dei recenti lavori di restauro.[35]

Le finestre gotiche hanno i lobi sormontati da un paramento in laterizi medievali con modulo di grosso spessore (27x13,5x7 cm).

Fourth Period

Another elevation of the Tower with an octagon topped by a tented roof. [33]

The architectural elements that belong to this period are the gothic windows (lobed bifores), variously configured on each side of the octagon (Fig. 1.50-56).

There are four bifore windows, built around the previous period's turrets, in three of these, the small columns stand on high pedestals (Fig. 1.51, 53, 56), and one that is lined up with the turret that contains a spiral staircase that leads to the octagon, where there is a small column topped by an ionic capital (Fig. 1.55). The construction materials used are: original-use materials for the outside wall-covering (Rosso Ammonitico) with a rare use of reused materials;[34] medieval format bricks were used in the internal wall-covering, as discovered during the recent restoration.[35]

Above the lobes of the gothic windows is a wall-covering made of thick medieval brickwork (27x13.5x7 cm).

[30] Cfr. per una rappresentazione delle torrette l'affresco di Niccolò dell'Abate della Chiesa di San Polo d'Enza in Baracchi, O. e Giovannini, C., *Il Duomo e la Torre di Modena: nuovi documenti e ricerche*, Aedes Muratoriana, Modena 1988, p. 24, fig. 1.
Le torrette verranno demolite nel corso del Cinquecento (Dieghi 2009b in *La torre Ghirlandina* 1).
[31] Per una discussione sulla datazione cfr. Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.
[32] La prima intonacatura è comunque precedente al XIII secolo (cfr. *supra* Lugli *et al.* e Piccinini e Pedrazzi).
[33] L'ottagono era sormontato da vele demolite nel corso del Cinquecento.
[34] Lugli, S. *et al.*, *Le pietre della torre Ghirlandina*, cit.
[35] Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.
Questi mattoni sono più stretti (27,5x12,5x4,7 cm) di quelli usati all'esterno.

[30] For an image of the turrets, *cfr.* Niccolò dell'Abate's fresco in the Church of S. Polo d'Enza in Baracchi-Giovannini, p. 24, Fig. 1.
The turrets were demolished in the 1500s (Dieghi 2009b in *The Ghirlandina Tower* 1).
[31] For a discussione of the dating *cfr.* Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.
[32] The first plastering is earlier than the 13th century (*cfr. infra* contributions about the plaster-work by Lugli and on the decorations *cfr* Piccinini-Pedrazzi).
[33] The octagon was covered by vaulted ceilings that were demolished in the 1500s
[34] Lugli *et al* *Le pietre della torre Ghirlandina*, cit.
[35] Labate *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.
Some of these bricks were narrower (27,5x12,5x4,7 cm) than those used on the outside of the Tower.

Lo stesso mattone è utilizzato per tamponare le quattro finestre gotiche poste di fronte alle non più conservate torrette (fig. 1.51, 53, 55, 56).[36]
Il periodo è riconducibile cronologicamente al 1319.[37]
Ascrivibile a questa epoca è la trasformazione della sala della Secchia (con l'uso di mattoni di modulo medievale 25,5x10x6 cm) per il tamponamento del sottoscala, presente lungo il lato ovest della stanza, e per la realizzazione del condotto[38] addossato alla parete sud; si registra anche la sistemazione della porta e la realizzazione di un nuovo intonaco decorato con motivi geometrici, vegetali e figurati attribuiti a questo periodo (cfr. *supra* Piccinini e Pedrazzi).[39]
Ascrivibile a un momento tra il quarto e il quinto periodo è la trasformazione della stanza dei torreggiani, con la sopraelevazione di una parte del pavimento e la costruzione di due stanze adibite ad abitazione dei torreggiani.[40]
Viene risparmiato il lato settentrionale della stanza per consentire l'accesso alla scala a chiocciola per salire al piano superiore. La vecchia rampa di scale che adduceva a questa stanza viene in gran parte occultata e accorciata: con un angolo di 90 gradi finisce nella parte settentrionale della stanza, risparmiata dalle modifiche.
A questa trasformazione si deve infine riferire il tamponamento, con mattoni medievali di nuova fabbricazione (modulo 27,5x14x5,9 cm), sia delle tre edicole della sala dei torreggiani, che coinvolge in parte anche le colonne lapidee, sia delle torrette inglobate nella sala delle campane.

The same bricks
are used to wall up four gothic
windows placed opposite
the no-longer existing turrets
(Fig. 1.51, 53, 55, 56).[36]
The date of this has been
identified as 1319.[37]
Further, the Secchia Room
was transformed in this period
(with medieval format bricks
measuring 25.5x10x6 cm)
by walling up the area
beneath the stairs along
the western wall of the room,
and by building the conduit[38]
long the southern wall,
restoring the door and
adding new plaster decorated
with geometric shapes,
floral designs and figures
that can be ascribed
to this period (*cfr. infra*
Piccinini-Pedrazzi).[39]
The transformation of the
Torresani Room probably took
place sometime between the
Fourth and Fifth Periods
when a loft with two rooms
was built for the Torresani
family to live in.[40]
The northern part of the
room was left unchanged
in order to permit access
to the spiral staircase leading
to the upper floor.
The old stairwell that reached
this room was for the most
part hidden and shortened
by having it end in a 90 degree
angle in the northern,
unchanged part of the old room.
Another part of this
transformation was the walling
over of the three aediculae
of the Torresani Room using
medieval bricks of a new
format: 27,5x14x5,9 cm,
partially encasing the stone
columns and the turrets
in the Bell Room.

Quinto periodo

Avviene il restauro dell'ottagono e della guglia e l'ultima sopraelevazione della torre, di 14 braccia (Fig. 1.V).[41]
Tutto l'ottagono risulta rafforzato con un nuovo rivestimento lapideo, con pilastrate angolari che sostengono arcate a tutto sesto, le quali racchiudono le finestre gotiche. Le arcate sono sormontate da fornici rivestiti da stretti mattoni arcuati.[42]
Gli interventi architettonici di questo periodo sono il rifacimento della guglia, della ghirlanda superiore (Fig. 1.59) e la balaustra che sormonta l'ottagono della cella.
Il materiale da costruzione utilizzato è, per l'esterno, il Rosso Ammonitico, mentre per l'interno, vista la presenza dell'intonaco, non è possibile indicare il tipo di mattone utilizzato.

Fifth Period

Restoration of the octagon,
the spire and the Tower's
final elevation measuring fourteen
"*braccia*" (Fig. 1.V) (a local unit
of measurement).[41] The entire
octagon was reinforced with
a new stone facing composed
of stone corner pillars sustaining
the round arches that
enclose the gothic windows.
The arch curves are lined
with narrow curved bricks.[42]
The architectural elements
of this period include the
rebuilding of the spire, of the
upper *ghirlanda* (Fig. 1.59)
(literally "wreath", refers
to the stone railings that run
around the spire) and the
railing that runs above
the room's octagon.
The construction materials
used are Rosso Ammonitico
for the outside.

All'interno della stanza dei torreggiani viene eseguito sulla parete settentrionale un affresco con l'arma della Comunità, con motti che ricordano la sopraelevazione della torre nel 1588,[43] menzionata anche in un'iscrizione fatta incidere lo stesso anno.[44] La datazione di questo periodo è pertanto riferibile a un periodo compreso tra la prima metà del Cinquecento e il 1588.[45]
A questo periodo risale verosimilmente sia la sistemazione della loggia campanaria, con il rafforzamento delle colonne interne inglobate in un rivestimento di laterizi ricoperto da intonaco, sia la messa in opera dei due sedili lapidei collocati nella stanza dei torrreggiani ai lati della trifora settentrionale. È verosimile che anche le trifore di questa stanza siano state oggetto in questo periodo di un parziale tamponamento con mattoni,[46] che ha consentito di ricavare finestre con arco molto ribassato sormontate da finestrelle ovali (fig. 1.31-34). Una datazione tra la fine del Quattrocento e il Cinquecento è suggerita dalla presenza sull'arco ribassato delle finestre di un bardellone il cui utilizzo nell'architettura modenese, documentato fin dal XII secolo, non oltrepassa il XVI secolo.[47]
Anche il tamponamento con mattoni (modulo 27x13x5 cm) di una delle bifore del fusto (fig. 1.28) è riferibile a questo periodo.

On the inside the plaster covering makes it impossible to identify the type of bricks used. The inside of the Torresani Room has a fresco on the southern wall that depicts the City's coat of arms with mottos that call to mind the elevation of the Tower in 1588[43] including a carving that was inscribed the same year.[44] So this period can be defined as occurring between the 1550s and 1588.[45] Most likely this is the same period when the bell *loggia* was repaired and the internal columns were reinforced and encased in brickwork covered by plaster, and when two stone seats were built in the Torresani Room on either side of the northern trifore window. It is also probable that in this period the trifore windows in this room were partially walled over with bricks[46] creating windows with a much lower arch topped by small oval windows (Fig. 1.31-34). A possible dating between the end of the 1400s and 1500s is suggested by the presence of an abutment "bardellone" on the lowered arch. This feature appeared in Modense architecture around the 12th century and was no longer used after the 16th century.[47] The brick wall in (brick size 27x13x5 cm) of one of the mullioned windows of the drum (Fig. 1.28) is attributable to this period.

Sesto periodo

A questo periodo risalgono: la realizzazione nel 1606 della scala lignea all'interno della guglia,[48] l'aggiunta nel XVII secolo dei tripodi con globo fiammeggiante sulla balaustra che corona l'ottagono (fig. 1.60),[49] il tamponamento nel 1607 dell'antica porta di accesso (UF 1) (fig. 1.1) e l'interramento, per un'altezza di circa 90 cm, del seminterrato per proteggere la base della Ghirlandina dalle infiltrazioni d'acqua.[50]

Sixth Period

Construction of a wooden staircase inside the spire in 1606,[48] 17th century addition of tripods topped by flaming globes on the railing that crowns the octagon (Fig. 1.60),[49] the walling up of the antique entry door in 1607 (FU 1) (Fig. 1.1) and the raising of the floor level of the basement by approximately 90 cm in order to protect the base of the Ghirlandina from water infiltration.[50]

[36] Non è escluso che queste finestre siano state tamponate da subito.
[37] Per una discussione sulla datazione cfr. Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.
[38] Nel condotto passavano probabilmente le corde delle campane che giungevano nella stanza sottostante di pertinenza del Capitolo in modo che le campane potessero essere suonate senza salire sulla torre sottoposta al controllo della Comunità.
[39] Un termine *ante quem* per la realizzazione dei nuovi decori è rappresentato dall'iscrizione 1475 incisa sui decori presenti sul pilone nord-ovest (altezza testa).
[40] La prima indicazione della presenza dei torreggiani negli statuti comunali risale al 1327 (Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, prefazione di Giordano Bertuzzi, Aedes Muratoriana, Modena 1976, p. 174). Mentre la presenza di un camino per i torreggiani è attestata in un documento del 1457 (Cfr. Dieghi 2009a in *La torre Ghirlandina* 1).
[41] Cfr. documenti pubblicati in Baracchi, O. e Giovannini, C., *Il Duomo e la Torre di Modena: nuovi documenti e ricerche*, cit., pp. 195-198.
[42] Dopo il terremoto del 1501 e nel corso del Cinquecento si interviene a più riprese con i restauri della torre (cfr. Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, cit., pp. 255 ss.).
[43] Ivi, p. 202.
[44] Baracchi, O., in Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., p. 253.
[45] Ivi, pp. 195-196.
[46] Modulo dei mattoni 27x13x5 cm circa.
[47] Riparazioni alle finestre della torre sono documentate tra il 1484 e il 1492 (Dieghi C. 2009).
[48] Baracchi, O., in Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., p. 253 e fig. a p. 255.
[49] Acidini Luchinat, C., Serchia, L. e Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, p. 171.
[50] Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., p. 12.

[36] These windows may have been walled up immediately.
[37] For a discussion on possible dating, cfr. Labate D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, cit.
[38] The bell cords probably ran through this conduit to the lower room that belonged to the Chapter so that the bells could be rung without climbing the Tower which was under the City's control.
[39] An *ante quem* term for the new decorations comes from the 1475 carving on the decorations of the north western pillar (at eye level).
[40] The first mention of the Torresani in City statutes is in 1327 (Montorsi 1976, pg. 174). While the presence of a catwalk for the Torresani is mentioned in a 1457 document (*Cfr.* Dieghi 2009 in *The Ghirlandina Tower* 1).
[41] Cfr. documents published in Baracchi, Giovannini 1988, pgs. 195-198.
[42] After the 1501 earthqualke and throughout the 1500s several restoration projects are undertaken on the Tower (*cfr.* Dieghi 2008a and Montorsi 1976, 255 ss.
[43] Ivi, pg. 202.
[44] Baracchi in Sandonnni 1983, pg. 253.
[45] Ivi, pgs. 195-196.
[46] Bricks formatted approximately 27x13x5 cm.
[47] Repairs to the Tower are documented between 1484 and 492 (Dieghi 2009)
[48] Baracchi in Sandonnini 1983, pg. 253 and the fig. on pg. 255.
[49] Acidini Luchinat *et al*, pg. 171.
[50] Sandonnini 1983, pg. 12.

Fig. 2 Particolare del pavimento della stanza dei Torreggiani.

Detail of the stone floor of the Torreggiani room.



Settimo periodo

Avviene il tamponamento della porta di accesso (EA 3) con mattoni di età moderna (modulo 27,5x13,5x5 cm), e l'apertura nel 1767 della nuova porta (EA 4), con la costruzione di una scala esterna in muratura.[51] Questo nuovo accesso consentiva di giungere direttamente al piccolo pianerottolo in corrispondenza della prima feritoia (fig. 1.8), che illuminava la rampa delle scale in prossimità dell'ingresso della stanza della Secchia, e fu realizzata verosimilmente a seguito del passaggio dell'uso della stanza della Secchia dal Comune al Capitolo, che l'adibì a nuovo archivio.[52]

Il documento che fa riferimento a questa nuova porta indica "l'apertura di un uscio altra volta stato servibile".[53] Si tratta di una nota di grande importanza che attesta un ulteriore ingresso alla torre utilizzato probabilmente dal Capitolo in un momento non meglio precisabile tra il XII e il XV secolo. Questo accesso consentiva di scendere nell'attuale stanza d'ingresso in corrispondenza del pilone sud-ovest.[54] Nel 1765 si demoliscono le botteghe e alcuni vani del Capitolo addossati ai lati della Ghirlandina,[55] e a questo periodo risale anche il tamponamento della porta sul lato est della torre (EA 5), con conseguente trasformazione della porta in finestra (fig. 1.6).

Ottavo periodo

Inserimento sul lato nord al di sotto della prima cornice della lapide che celebra l'unità d'Italia. Avviene la demolizione della scala esterna con tamponamento della porta del 1767 (fig. 1.4) e realizzazione nel 1901 della nuova porta di accesso (fig. 1.2) e di una rampa di scale che accede direttamente nell'UF B.

Per la realizzazione della scala si demolisce parte della volta del seminterrato e si costruisce, in corrispondenza del semipilastrino occidentale del seminterrato, un muretto di sostegno in laterizi[56] per la nuova rampa sostenuta anche da una fila di nuovi mattoni che tamponano definitivamente la porta di accesso dell'antica scaletta a ridosso del pilone sud-ovest.

La parete sud della stanza di accesso, dalla spalla destra dell'entrata alla rampa delle scale fino all'altezza del pilone sud-ovest, è risistemata con l'impiego di mattoni di età contemporanea (modulo 28x13,5x6 cm). Nel 1925 si demoliscono nella stanza dei torreggiani anche i muri dell'antica abitazione.[57]

[51] Baracchi, O., in Ivi, p. 257.
[52] Cfr. *supra* nota 25.
[53] Baracchi, O., in Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., p. 257.
[54] La cavità nel pilone fu segnalata dal Sandonnini nel 1898 (Ivi, pp. 13-14), che notò come l'arcata di sostegno della prima rampa della scala proseguisse fin sotto il pilone che risultava mancante. Un recentissimo saggio sulla muratura del pilone ha consentito di accertare che la cavità di circa una metà del pilone è stata tamponata con mattoni all'inizio del Novecento. Inglobata nel pilone è presente la parte residuale di un'arcata in mattoni romani reimpiegati, messi in opera assieme al pilone. Sotto questa arcata faceva capolino la scala a chiocciola la quale, con l'apertura della nuova porta di accesso dalla sacrestia (da datarsi prima del XIV secolo, ovvero prima della realizzazione degli arconi tra il Duomo e Ghirlandina), fu ostruita a favore della costruzione della nuova scala corrispondente a quella attualmente in uso.
[55] Dieghi 2009a in *La torre Ghirlandida* 1.
[56] Modulo dei mattoni 27x13x5,5 cm.
[57] Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, cit., p. 156.

Seventh Period

Walling up of the entry door (AE 3) with modern bricks formatted 27.5x13.5x5 and opening of the new door in 1767 (AE 4) and construction of an external staircase in masonry-work.[51] This new access way made it possible to enter directly into the small atrium at the height of the first embrasure (Fig. 1.8) that illuminated the flight of stairs close to the entrance to the Secchia Room that was probably built after the City turned over the room to the Chapter who then converted it into archives.[52]

The documentation that refers to this door says: "*l'apertura di un uscio altra volta stato servibile*" (The opening of a door that at another time was usable).[53]

This is a highly important note as it certifies the presence of another door that was probably used by the Church Chapter organization at some undefined between the 12th and 15th centuries.

This allowed access downwards toward the current atrium next to the south west pillar.[54]

In 1765 the shops some Chapter Rooms that were built onto the sides of the Ghirlandina were demolished[55] and in the same period the eastern door of the Ghirlandina was walled over (AE 5) and transformed into a window (Fig. 1.6).

Eighth Period

Inclusion on the north side below the first cornice of the plaque that celebrates the unity of Italy. Demolition of the outside staircase and walling up of the 1767 (Fig. 1.4) door and creation of a new access door (Fig. 1.2) in 1901 with the addition of a new staircase built with new bricks that gave directly into FU B.

In order to build the staircase, part of the basement vault was demolished and opposite the western semi-pillar of the basement a small sustaining wall was built in brickwork[56] for the new staircase which was further supported by a row of new bricks which definitively walled in the access door to the antique stairs next to the south western pillar.

The wall of the atrium, from the right shoulder of the door towards the entrance to the staircase as far as the south western pillar was rebuilt using contemporary bricks (format 28x13,5x6 cm).

In 1925 the walls of the antique residence in the Torresani Room were demolished as well.[57]

[51] Baracchi in Sandonnini 1983, pg. 257.
[52] *Cfr. supra nota* 25.
[53] Baracchi in Sandonnini 1983, pg. 257.
[54] The hollow of the pillar was noticed by Sandonnini in 1898 (Sandonnini 1983, pgs. 13-14) who discovered that the supportino arch of the first flight of stairs continued to meet a pillar that seemed to be missing. A very recent essay on the pillar's masonwork proved that the there was a cavity inside about half of the pillar which had been filled in at the beginning of the 1900s. There is a residual section of an arch in reused Romanesque bricks encased in the pillar. The spiral staircase had a landing here and though there was an entrance from the Sacresty, (datable before 1500 or before the building of the great arches between the Cathedral and the Ghirlandina) it was obstructed by the construction of a staircase built apparently where the current one stands.
[55] Dieghi 2009.
[56] Brick format 27x13x5.5.
[57] Sandonnini 1983, pg. 156.

La struttura

The structure

UNO STUDIO SULLA STABILITÀ DELLA TORRE GHIRLANDINA

A STUDY OF THE GHIRLANDINA TOWER'S STABILITY

Angelo Di Tommaso, Renato Lancellotta, Francesco Focacci, Federica Romaro

La croce e il pomo dorato dopo la pulitura.

The cross and the golden sphere after the restoration.



Premessa

Si è già avuto modo di osservare in due contributi pubblicati nel primo volume (Di Tommaso *et al.* 2009; Lancellotta 2009) come la realizzazione di una torre rappresenti un momento di grande impegno costruttivo e come la sua pendenza nasconda problemi legati all'interazione con il terreno, talora non immediatamente decifrabili.

Per comprendere le fortunate circostanze che hanno garantito la sopravvivenza della Ghirlandina è indispensabile rileggerne la storia e identificare le interruzioni (talora non programmate) che hanno consentito al terreno di consolidarsi sotto i carichi a esso trasmessi, con conseguente miglioramento delle caratteristiche meccaniche e possibilità quindi di resistere agli ulteriori incrementi di sollecitazione prodotti dalle successive fasi di accrescimento della struttura. Superati durante le fasi dell'edificazione quei momenti che acquisivano carattere di criticità ogni qualvolta il carico unitario trasmesso al terreno di fondazione risultava prossimo alla *capacità portante* del sistema fondazione-terreno, ci si interroga oggi su come la torre possa reagire a una qualunque azione che ne perturbi l'attuale configurazione, ponendo di fatto l'accento sulla *natura dell'equilibrio*, ossia sulla *stabilità dell'equilibrio*, tanto più precaria quanto minore è la *rigidezza del terreno*. E particolare rilevanza assume in tale ottica l'analisi dei meccanismi che potrebbero instaurarsi in presenza di azioni sismiche, alla quale è dedicato il presente contributo.

Premise

We already outlined, in the first volume (Di Tommaso *et al.* 2009; Lancellotta 2009) that the construction of a tower is an example of great structural effort, and its leaning actually hides some problems related to the interaction with the foundation soil, sometime not so evident at first glance.

We have in fact to remind that during the first stage of construction the tower could have been not so far from a *bearing capacity* collapse, due to *lack of strength* of the soil, and safely survived thanks to some delay or interruption of the building process. Therefore, it is of paramount interest to get a full description of the history of the tower and to highlight the construction stages and the rest periods that allowed the foundation soil to improve its strength, during the consolidation process under constant external load, and allowed the tower to be successfully finished. At the same time we are now asking ourself about the reaction of the tower if perturbed by any external action, disputing about the *stability of equilibrium*, the danger of a leaning instability being related to the *lack of stiffness* of the soil. Moving from these arguments, the object of this chapter is to provide a picture of the subsoil conditions (namely soil profile, groundwater conditions and relevant mechanical parameters) that have a major role in defining the design seismic action and the related soil-structure interaction, and to present the most relevant structural mechanisms, arising from seismic actions.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

Gli studi effettuati a partire dal 1980 dal Comune di Modena sul fenomeno della subsidenza (Russo 1985; Cancelli 1986; Cancelli e Pellegrini 1984; Pellegrini e Zavatti 1980; Righi 1980), ai quali si sono successivamente aggiunti i contributi di Cremaschi e Gasperi (1989), Gasperi *et al*. (1989), Fazzini e Gasperi (1996) e Lugli *et al*. (2004) e di molti altri autori che hanno consentito di definire un quadro sull'evoluzione sedimentaria della pianura modenese, sono già stati richiamati nel precedente volume.

E in tale volume sono stati riportati anche i risultati delle indagini eseguite nel settembre 2007 e nel dicembre 2008 per approfondire il dettaglio stratigrafico e la caratterizzazione meccanica degli orizzonti più direttamente interagenti con la torre. Ci si limita dunque qui a richiamare gli aspetti ritenuti più significativi ai fini della definizione dell'azione sismica e dello studio di interazione fondazione-terreno. Le formazioni di ambiente alluvionale del sottosuolo modenese (e più in generale dell'alta e media pianura modenese), dello spessore di 200-300 metri, sono il risultato di cicli deposizionali, sviluppatisi a partire dal Pleistocene medio, su una superficie di discontinuità stratigrafica che li separa dai più antichi depositi di ambiente litorale.

Geological and geotechnical investigations

Since 1980 the town council of Modena promoted studies and investigations related to the subsidence of the Modena alluvial plain (Russo 1985; Cancelli 1986; Cancelli e Pellegrini 1984; Pellegrini and Zavatti 1980; Righi 1980). In addition to these studies, it is relevant to outline that the Modena alluvial plain is characterized by a unique abundance of archaeological sites, and the related interest promoted researches on the Quaternary sedimentation of the Modena plain (Cremaschi and Gasperi 1989; Gasperi *et al.* 1989; Fazzini and Gasperi 1996; Lugli *et al.* 2004).

Finally, in order to define a detailed soil profile and the relevant mechanical parameters aimed at investigating the behaviour of the tower in relation to subsoil conditions, a rather comprehensive site investigation was planned in September 2007 and December 2008, as described in the previous volume. Therefore, in the following we summarize the relevant aspects related to the definition of the seismic action and to soil-structure interaction analysis.

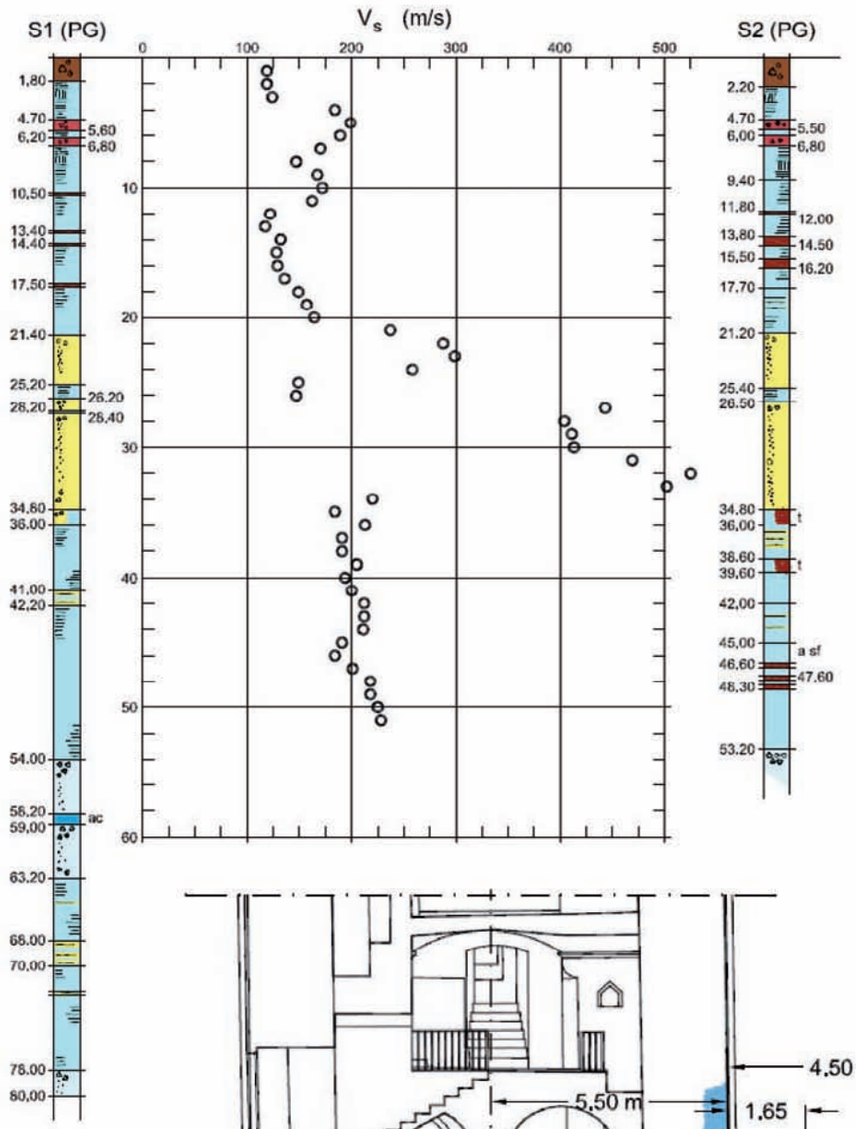


Fig. 1 Profili stratigrafici dei terreni di fondazione del Duomo di Modena e della torre Ghirlandina.
Soil profile deduced from borings near the Modena Cathedral and the Ghirlandina Tower.

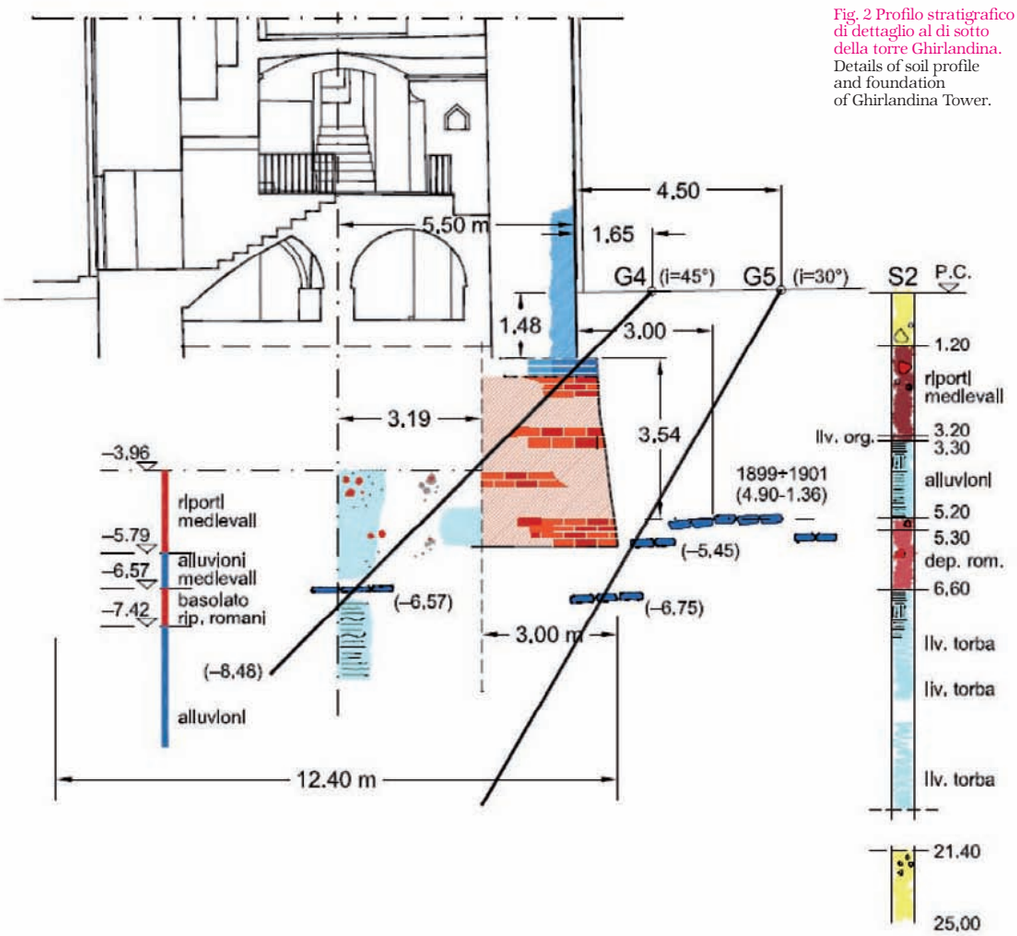


Fig. 2 Profilo stratigrafico di dettaglio al di sotto della torre Ghirlandina.
Details of soil profile and foundation of Ghirlandina Tower.

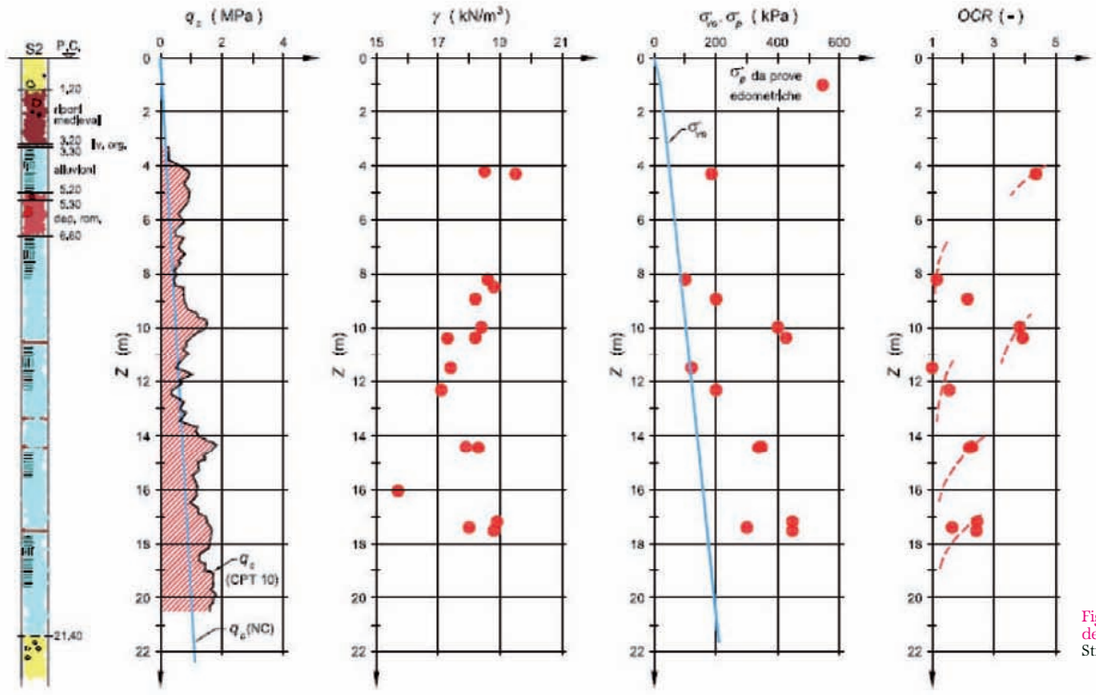


Fig. 3 Storia tensionale dell'argilla di Modena.
Stress history of Modena clay.

In corrispondenza della città di Modena e in particolare in corrispondenza di Piazza Grande e di Piazza della Torre (si vedano i profili stratigrafici riportati nella figura 1), le alluvioni sono costituite per i primi 21-22 metri da argille limose grigio-azzurre, da 22 metri a circa 34-35 metri da ghiaie e sabbie di colore ocra, da 34 metri a circa 54 metri da argille limose e limi con sottili livelli sabbiosi, da 54 metri a circa 63 metri da ghiaie e sabbie di colore grigio con un livello di argilla consistente compreso tra 58,20 e 59 metri, da 63,20 metri a circa 80 metri da argille consistenti grigio-azzurre con marcata presenza di lamine sabbiose.

Nell'ambito di quella che è individuata come unità di Modena (i primi 6-7 metri) il profilo stratigrafico del sondaggio S2 eseguito in prossimità della torre Ghirlandina, riportato in figura 2, mostra più nel dettaglio la seguente successione: dopo un primo orizzonte dello spessore di 1,20 metri, costituito da depositi antropici recenti, si ritrovano nell'ordine i riporti medievali (da 1,20 a 3,30 metri), le alluvioni medievali (da 3,30 a 5,30 metri), il basolato della via Emilia e i riporti di epoca romana (da 5,30 a 6,60 metri) e infine le alluvioni costituite da argilla limosa grigia, con livelli torbosi e concrezioni calcaree. I risultati delle prove di compressione edometrica (riportati in figura 3) lasciano ipotizzare la presenza nell'ambito del primo orizzonte argilloso di livelli caratterizzati da diverso grado di sovraconsolidazione.

Tenuto conto dell'ambiente di deposizione, le suddette alternanze di livelli normalconsolidati e sovraconsolidati possono spiegarsi con una fase di temporanea emersione dei livelli, e quindi di essiccamento, seguita da copertura da parte di nuovi sedimenti. In alcuni livelli è inoltre presente una pedogenesi diffusa, anche se poco marcata, con sviluppo notevole di calcinelli e concrezioni.

By referring to Fig. 1, the soil profile down to the investigated depth of 80 m is composed of a first horizon of medium to high plasticity inorganic clays, with abundance of laminae of sands and peat, only millimetres thick.

The upper portion of this horizon (see Fig. 2), whose thickness ranges from 5 to 7 meters, is known as *Modena Unit* and is linked to the flooding events (of post-Roman age) produced by minor streams (T. Fossa-Cerca).

The subsequent underlaying horizons, ranging from depth of 22 to 54 meters, represent the result of a complete transgressive-regressive cycle: the fine-grained sediments, belonging to the horizon known as *Niviano Unit*, were deposited during the penultimate interglacial cycle, and the superimposed coarse-grained materials, belonging to the *Vignola Unit*, are linked to transport activities of the Secchia river.

A second horizon of coarse-grained materials is encountered at depths ranging from 54 to 63 m, and thereafter a fine-grained materials horizon in found down to depth of 78 m, here again characterized by a diffuse presence of laminae of sand.

Azione sismica

Le azioni sismiche da considerare nella verifica dei diversi stati limite sono definite a partire dalla pericolosità sismica di base, descritta dall'accelerazione di picco a_g, riferita a un suolo rigido e a condizioni topografiche di campo libero, e dalla forma dello spettro di risposta elastico S_e(T), corrispondente a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento.
Il terreno di fondazione, attraverso le sue condizioni stratigrafiche e le sue proprietà meccaniche, opera come un filtro nei confronti del moto sismico e può comportarne un'amplificazione rispetto alle condizioni di suolo rigido. La valutazione di tale effetto richiede studi specifici di amplificazione sismica locale, o, in alternativa, l'applicazione di procedure basate su parametri sintetici, legati alla natura dei sedimenti e alla velocità di propagazione delle onde di taglio (in particolare alla velocità equivalente $v_{S,30}$ che caratterizza i primi 30 metri del profilo stratigrafico al di sotto del piano di posa della fondazione). A tale scopo, nel gennaio 2009 sono state eseguite delle prove *cross-hole* che, com'è noto, rappresentano la metodologia più affidabile per la determinazione della velocità delle onde di taglio, giacché consentono di indagare il terreno senza alterarne la struttura e preservarvando l'influenza dei vari fenomeni diagenetici.
La loro esecuzione richiede solitamente due fori di sondaggio, uno per alloggiare la sorgente che genera le onde sismiche e l'altro per alloggiare il ricevitore. Nel caso in esame i risultati ottenuti (riportati nella fig. 1 portano a dedurre un valore della velocità equivalente $v_{S,30}$ pari a 192 *m/s*, alla quale corrisponde, nella classificazione suggerita dalle recenti NTC, un sottosuolo di tipo C.

Interazione struttura-terreno

L'interazione di aspetti strutturali e geotecnici rende particolarmente complesso lo studio delle condizioni di stabilità di una torre, soprattutto quando si è in presenza di elevate snellezze. Come già osservato, per le torri giunte fino a noi, superato il problema del carico limite del terreno di fondazione, rimane quello della stabilità a lungo termine. Un problema spesso accentuato dalla presenza di inclinazione, legata a imperfezioni iniziali e cedimenti differenziali generati da disomogeneità stratigrafiche o da interazioni con altre strutture (come nel caso in esame). Si tratta sovente anche di condizioni di stabilità che si evolvono nel tempo, qualora risultino significativi i fenomeni di *creep* nel terreno, che possono progressivamente influenzare l'inclinazione della torre, determinando quindi incrementi dello stato di sforzo nella struttura e influenzando la risposta del terreno, caratterizzata da marcata non linearità. Con riferimento alla definizione della risposta del terreno, sono ricorrenti gli approcci basati sul concetto di macroelemento (Desideri e Viggiani 1994; Hambly 1985; Heyman 1992; Lancellotta 1993; Marchi 2008; Nova e Montrasio 1995).

The espected seismic action

Seismic action to be considered at a specific site are usually described in terms of peak ground acceleration a_g, this latter being associated to a rigid soil formation and to free-field conditions, and to the elastic response spectrum S_e(T). There is also considerable evidence, both theoretical and experimental, that earthquake waves are affected by soil condition and topography, so that the size of seismic waves may be modified (increased) as they pass from the rigid basement to the soil surface. This phenomenon, known as soil amplification, requires specific site studies, or may be based on lumped parameters. One of these parameters is the shear waves velocity $V_{S,30}$ characterising the upper 30 m thick horizon. For this reason the geotechnical activity was complemented with the execution of cross-hole tests (see Fig. 1). In this respect, we remind that shallow seismic exploration tests of soils represent an important class of field tests, because of their non invasive character. This allows to preserve the initial structure of soil deposits as well as the influence of all diagenetic phenomena contributing to a stiffer mechanical response. Therefore, the cross-hole test represents one of the most reliable methods of determining the shear modulus at small strain amplitude. Based on the results referred in Fig. 1, a relevant shear wave velocity $V_{S,30}$ equal to 192 *m/s* was deduced, that allows to classify the subsoil into the class C, according to the Eurocode and the National Standard Code.

Soil-structure interaction

The stability analysis of a tower is not an easy task, because of the interaction of structural and geotechnical aspects, mainly in presence of high values of the aspect ratio (height to base width ratio). During the first stage of construction the tower could have been not so far from a *bearing capacity* collapse, due to *lack of strength* of the soil, and safely survived thanks to some delay or interruption of the building process. Now, we argue about the *stability of the tower* and its evolution with time, due to delayed phenomena such soil creep as well as its interaction with the Cathedral. This analysis is strongly dependent on the soil response, and in order to model soil response most of the approaches are based on the so called macro-element approach (Desideri and Viggiani 1994; Hambly 1985; Heyman 1992; Lancellotta 1993; Marchi 2008; Nova and Montrasio 1995).

Tali approcci si prefiggono lo scopo di pervenire a una formulazione della risposta del terreno in termini di forze risultanti e corrispondenti spostamenti della fondazione, adatta quindi a una analisi di interazione struttura-terreno, partendo da legami costitutivi che tengano conto di un comportamento irreversibile e marcatamente non lineare (elasto-plasticità incrudente). Ed è a causa di tale non linearità che, nel caso in esame, sono state formulate due ipotesi, per determinare un possibile intervallo dei valori di rigidezza del terreno.

(a) Nelle attuali condizioni, assunto per la velocità delle onde di taglio un valore cautelativo pari a $v_s = 125\ m/s$, si otterrebbe un valore del modulo di taglio a bassissimi livelli deformativi pari a $G_0 = \rho \cdot v_s^2 = 1800 \cdot 125^2 \cong 28\ MPa$ in condizioni di campo libero. Tenendo conto dello stato di sforzo indotto dalla torre, il suddetto valore aumenta, fino a risultare pari a $G_0 = 44\ MPa$ e, se si tiene conto della non linearità di comportamento e in particolare si considera che, in presenza di perturbazione che non alteri il carico verticale, la risposta del terreno è in parte condizionata dalla zona plasticizzata e in parte dal rientro nel dominio elastico (teoria del doppio modulo di von Karman), a questo secondo valore corrisponderebbe un modulo tangente in campo plastico pari a $0{,}09G_0 = 3{,}96\ MPa$ e un modulo equivalente operativo pari a

$$G_{epl} = \frac{2 \cdot 44 \cdot 3{,}96}{44 + 3{,}96} = 7{,}26\ MPa$$

La rigidezza risulterebbe dunque (con un coefficiente di Poisson, $\nu = 0{,}5$ volendo simulare le condizioni non drenate):

$$K_\alpha = \frac{3{,}6Gb^3}{1-\nu} = 1715{,}96 \cdot G = 1.245.788\ t \cdot m$$

L'approfondimento della base di fondazione comporta un coefficiente moltiplicativo della rigidezza della fondazione pari a circa 3,19 ($d/b = 5{,}65/6{,}2 = 0{,}91$; $d/D = 1$) (Gazetas, 1991):

$$f_D = \left\{1 + 1{,}26\,\frac{d}{b}\left[1 + \frac{d}{b}\left(\frac{D}{d}\right)^{0.2}\sqrt{\frac{b}{l}}\right]\right\} = 3{,}19$$

In definitiva quindi si otterrebbe:

$$K_\alpha = \frac{3{,}6Gb^3}{1-\nu} \cdot 3{,}19 = 3{,}97 \cdot 10^6\ t \cdot m$$

(b) Una stima del limite superiore della rigidezza alla rotazione del complesso fondazione-terreno può ottenersi portando in conto la possibilità che vengano attivate tutte le fonti di resistenza e, in particolare, assumendo che, per effetto di fenomeni di incrudimento per *creep*, il modulo operativo sia pari al valore iniziale $G_0 = 44\ MPa$. Pertanto, tenuto sempre conto della profondità del piano di posa, si perverrebbe alla seguente stima:

$$K_\alpha = \frac{3{,}6Gb^3}{1-\nu} \cdot 3{,}19 = 24 \cdot 10^6\ t \cdot m$$

This approach is aimed at representing soil response in terms of generalised forces and related displacement components, i.e. a formulation suitable for soil-structure interaction, moving from advanced hardening plasticity, in order to account for the irreversible and non linear soil behaviour. And because of such non linearity, we used in the present analysis two assumptions as far as the rotational stiffness is concerned.

(a) Moving from the shear wave velocity equal to a $v_s = 125\ m/s$, a small-strain shear modulus $G_0 = \rho \cdot v_s^2 = 1800 \cdot 125^2 \cong 28\ MPa$ has been deduced. This value refer to free field conditions, so that it has been corrected in order to account for the stress level induced by the tower ($G_0 = 44\ MPa$). Finally, taking into account the strain level, the operational value was estimated to be equal to $G_{epl} = 7.26\ MPa$, the corresponding rotational stiffness being

$$K_\alpha = \frac{3.6Gb^3}{1-\nu} = 1715.96 \cdot G = 1.245.788\ t \cdot m$$

This value was further increased in order to account for the foundation depth 3,19 ($d/b = 5.65/6.2 = 0.91$; $d/D = 1$) (Gazetas, 1991), the related coefficient being

$$f_D = \left\{1 + 1.26\,\frac{d}{b}\left[1 + \frac{d}{b}\left(\frac{D}{d}\right)^{0.2}\sqrt{\frac{b}{l}}\right]\right\} = 3.19$$

giving a corrected stiffness equal to

$$K_\alpha = \frac{3.6Gb^3}{1-\nu} \cdot 3.19 = 3.97 \cdot 10^6\ t \cdot m$$

(b) In addition, un upper bound value was estimated by using the elastic shear modulus, moving from the assumption that soil behaviour could still be dominated by an elastic response due to creep hardening

$$K_\alpha = \frac{3.6Gb^3}{1-\nu} \cdot 3.19 = 24 \cdot 10^6\ t \cdot m$$

Caratteristiche dinamiche della struttura

Con riferimento allo schema di figura 4, in cui la torre è considerata costituita da materiale elastico e l'interazione tra terreno e struttura è schematizzata da una molla elastica avente rigidezza alla rotazione K_α è evidente come le caratteristiche elastiche del sistema, e cioè il modulo elastico della muratura e la rigidezza K_α modificando i periodi naturali della struttura, modifichino la domanda sismica in termini di accelerazione spettrale.
L'analisi geotecnica fornisce due valori di rigidezza, corrispondenti a due diverse ipotesi sulle condizioni del terreno, che possono essere attribuiti al vincolo offerto dal terreno alla torre.

Dynamic response

Referring to Fig. 4 where the tower is considered made of elastic material and soil-structure interaction is modeled as an elastic spring with stiffness K_α it's clear that the elastic properties of the system (masonry Young modulus and spring stiffness K_α), determining natural frequencies of the system, modify the seismic action in terms of expected spectral acceleration.
Geotechnical analysis gives two different stiffness values for the elastic spring, corresponding to different hypothesis about soil behavior.

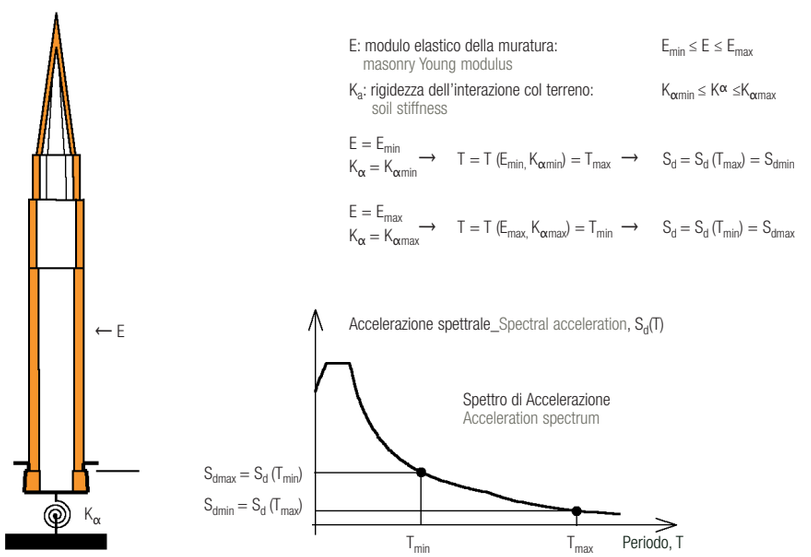


Fig. 4 Dipendenza delle ordinate spettrali dalle caratteristiche elastiche del sistema.
Dependence of spectral acceleration on the elastic properties of the system and soil stiffness.

Per valutare l'effetto sulla domanda sismica di questa variazione si è svolta una semplice analisi parametrica in cui si considera anche l'influenza di una variazione del modulo elastico della muratura costituente la torre (la cui incertezza nella determinazione è caratteristica del "materiale muratura", assemblaggio di elementi eterogenei per caratteristiche meccaniche, e ulteriormente differenziato a seconda delle diverse fasi costruttive della torre).
Questo parametro è stato fatto variare tra 2000 *MPa* e 4000 *MPa*; le frequenze naturali della struttura sono state calcolate per cinque diversi valori di rigidezza del vincolo del terreno, tra 0,5 10^6 *kNm* e 2,5 10^6 *kNm*.

To evaluate the effect of the two values on seismic action, a simple parametric analysis was performed also considering the influence of the masonry Young modulus. This parameter was considered ranging between 2000 *MPa* and 4000 *MPa*; the tower natural frequencies were then calculated for five different stiffness values (between 0.5 10^6 *kNm* and 2.5 10^6 *kNm*) of the spring representing the soil restraint.

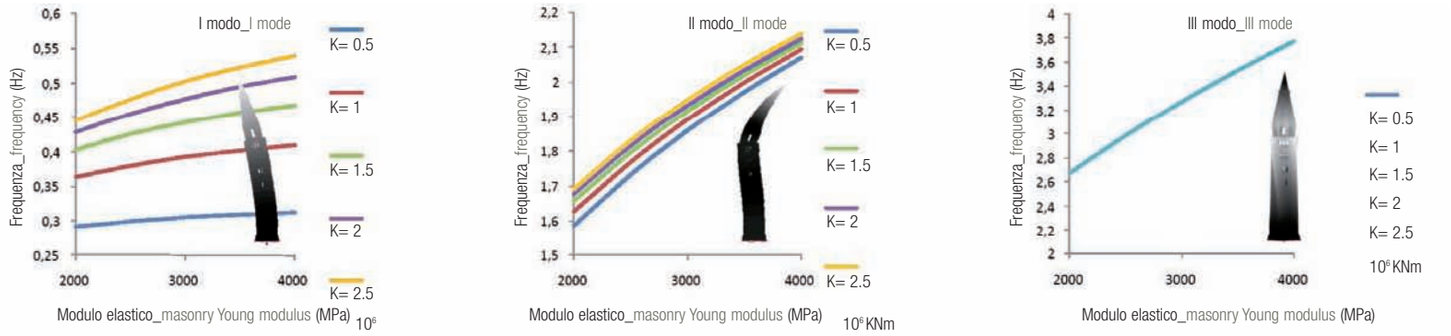


Fig. 5

I risultati dell'analisi, condotta su un modello semplificato della torre (Di Tommaso *et al.* 2009), sono riportati in figura 5. Le forme modali analizzate sono le prime tre, ossia le prime due forme flessionali e la prima forma torsionale. Dai risultati riportati in figura 5 si rileva una diversa influenza del modulo elastico per le diverse rigidezze assegnate al vincolo di base. In particolare, nel caso in cui la molla che schematizza il vincolo con il terreno ha la rigidezza minore (ipotesi *a*) la variazione di modulo elastico della muratura ha scarsa influenza sulla frequenza del primo modo di vibrare, in quanto la corrispondente deformata modale coinvolge essenzialmente la rotazione della molla.

The results of the analysis, performed on a simplified elastic model of the tower, are shown in Fig. 5. Only the first three modal shapes were considered, being the first and the second flexural shapes and the third a torsional one. From the obtained results, a different effect of Young modulus depending on stiffness assigned to base restraint can be observed. In particular, when the spring stiffness is low a variation in elastic properties of the tower has low influence on the natural frequency of the first mode.
On the opposite, when the spring stiffness is higher the Young modulus variation effect result to be more evident.

Fig. 5 Frequenze naturali del I, II e III modo al variare del modulo elastico della muratura e della rigidezza del vincolo di base.
Natural frequencies of I, II and III mode depending on elastic properties of the system.

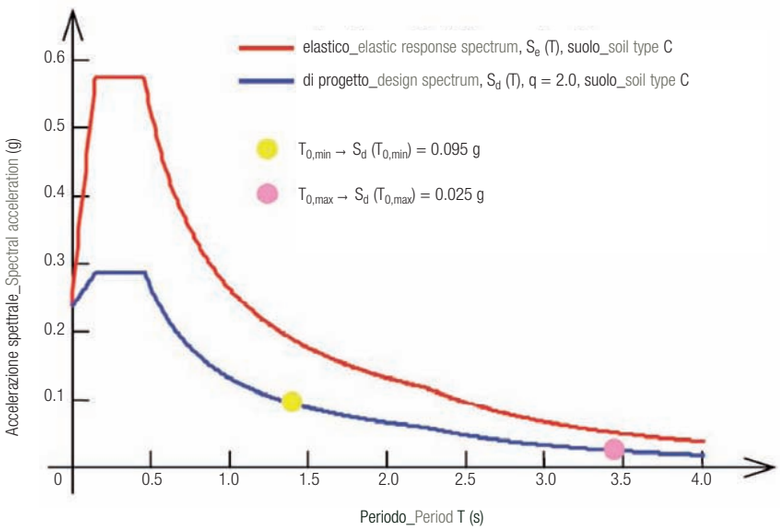


Fig 6. Spettro elastico e di progetto con individuazione delle ordinate spettrali corrispondenti alle ipotesi (*a*) e (*b*) sulle condizioni del terreno.
Spectral accelerations corresponding to assumptions *(a)* and *(b)* on soil stiffness.

Nel caso invece di maggior rigidezza del vincolo (ipotesi *b*) l'effetto della variazione del modulo elastico è più evidente.
Per il secondo modo e per i modi superiori, le cui forme modali presentano punti di flesso e variazioni di segno della curvatura, le caratteristiche elastiche del materiale costituente la torre appaiono invece determinanti, e contemporaneamente si fa più debole l'influenza della rigidezza del vincolo alla base.
Le frequenze dei modi torsionali sono evidentemente indifferenti alla rigidezza flessionale del vincolo di base. Le ordinate spettrali corrispondenti alle due ipotesi (*a*) e (*b*) sono rappresentate in fig. 6 relativamente allo spettro di accelerazione di progetto.

Instead, for the second mode and for the superior modes, whose modal shapes present inflection points and curvature variation along the height of the structure, masonry elastic properties are more important, and contemporarily the influence of base restraint stiffness becomes more feeble.
The identification of frequencies corresponding to the torsional mode is obviously independent from flexural stiffness of the base spring. From tower natural frequencies obtained, corresponding periods were then calculated and corresponding spectrum acceleration values, necessary to define seismic action, were defined. Acceleration values obtained for hypothesis a and b are illustrated on the design spectrum in Fig. 6.

Meccanismi di ribaltamento della torre

Ribaltamento dell'intera torre con rotazione attorno a un asse sul piano di fondazione

Una prima valutazione del moltiplicatore orizzontale di collasso della torre può effettuarsi considerando che nella condizione limite di ribaltamento il terreno sia plasticizzato e quindi che la tensione normale sul piano di fondazione sia uniforme e pari al carico limite unitario q_{lim} del sistema fondazione-terreno (fig. 7). L'equilibrio tra il peso della torre e la risultante delle reazioni del terreno fornisce l'ampiezza della zona compressa:

$$x_n = \frac{P_1}{L_e \cdot q_{lim}} = 9{,}66\ m$$

essendo $P_1 = 85546\ kN$ il peso della torre, $L_e = 12{,}4$ metri il lato dell'impronta quadrata della fondazione e $q_{lim} = 0{,}714\ MPa$.
Poiché in presenza di perturbazione rapida (sisma, vento) il meccanismo di collasso si instaura in condizioni non drenate, il suddetto valore del carico limite unitario è stato ottenuto da un'analisi in termini di tensioni totali, nella quale si è introdotto per la resistenza al taglio non drenata un valore pari a $s_u = 100kPa$, sulla scorta dei risultati delle prove sperimentali pubblicate nel primo volume e tenendo conto dell'influenza dei percorsi di carico.
Considerando il ribaltamento della torre attorno al baricentro dell'impronta compressa della fondazione, l'equilibrio alla rotazione fornisce il moltiplicatore:

$$\lambda = \frac{P_1 \cdot d}{P_1 \cdot h_{Gf}} = 0{,}023$$

in cui la distanza d = 0,71 metri (figura 7) è stata valutata considerando l'inclinazione rilevata di 1° della torre e h_{Gf} = 30,61 metri è la quota del baricentro della torre rispetto al piano di fondazione. Questo moltiplicatore è ovviamente molto inferiore al valore $\lambda = 0{,}18$ che si otterrebbe pensando a un ribaltamento intorno al lato dell'impronta della fondazione.

Ribaltamento della torre con superficie di frattura inclinata

Lo stesso meccanismo di collasso per ribaltamento di figura 7 può essere considerato introducendo l'ipotesi che la porzione di struttura coinvolta nel meccanismo si separi dalla restante con la formazione di una superficie di frattura inclinata (fig. 8).

Collapse mechanisms of the Tower

Overturning of the whole tower at the foundation level

A first evaluation of the horizontal collapse multiplier of the tower can be performed taking into account the soil strength, considering that at the overturning limit condition the normal stress on foundation level is uniform an equal to the strength of soil-foundation system (Fig. 7).
Equilibrium between the self weight of the tower and soil reaction resultant gives the extension of compression area (figure 7):

$$x_n = \frac{P_1}{L_e \cdot q_{lim}} = 9.66\ m$$

Being $P_1 = 85546\ kN$ the tower weight, $L_e = 12.4$ m the side of squared foundation area and $q_{lim} = 0.714\ MPa$.
When considering short term perturbations (earthquakes or wind effects), failure mechanisms are explored with reference to undrained conditions. For this reason, the bearing capacity has been evaluated in terms of total stress and the undrained shear strength has been assumed equal to $s_u = 100kPa$ by considering both the experimental results, as well as stress-paths and stain compatibility along the failure surface.
Considering tower overturning around the centroid of the foundation compression area, rotational equilibrium gives the ultimate multiplier:

$$\lambda = \frac{P_1 \cdot d}{P_1 \cdot h_{Gf}} = 0.023$$

where d = 0.71 m was evaluated taking into account the existing leaning of the tower (1 degree) and $h_{Gf} = 30.61$ m is the center of gravity height respect to foundation level (Fig. 7).
This multiplier results quite lower than $\lambda = 0.18$, obtained from an overturning analysis that considers rotational hinge on the edge of foundation area.

Partial Overturning

The same overturning collapse mechanism of Fig. 7 could be evaluated including the hypothesis that the structural part involved in the mechanism would separate from the rest forming an inclined fracture surface (Fig. 8).

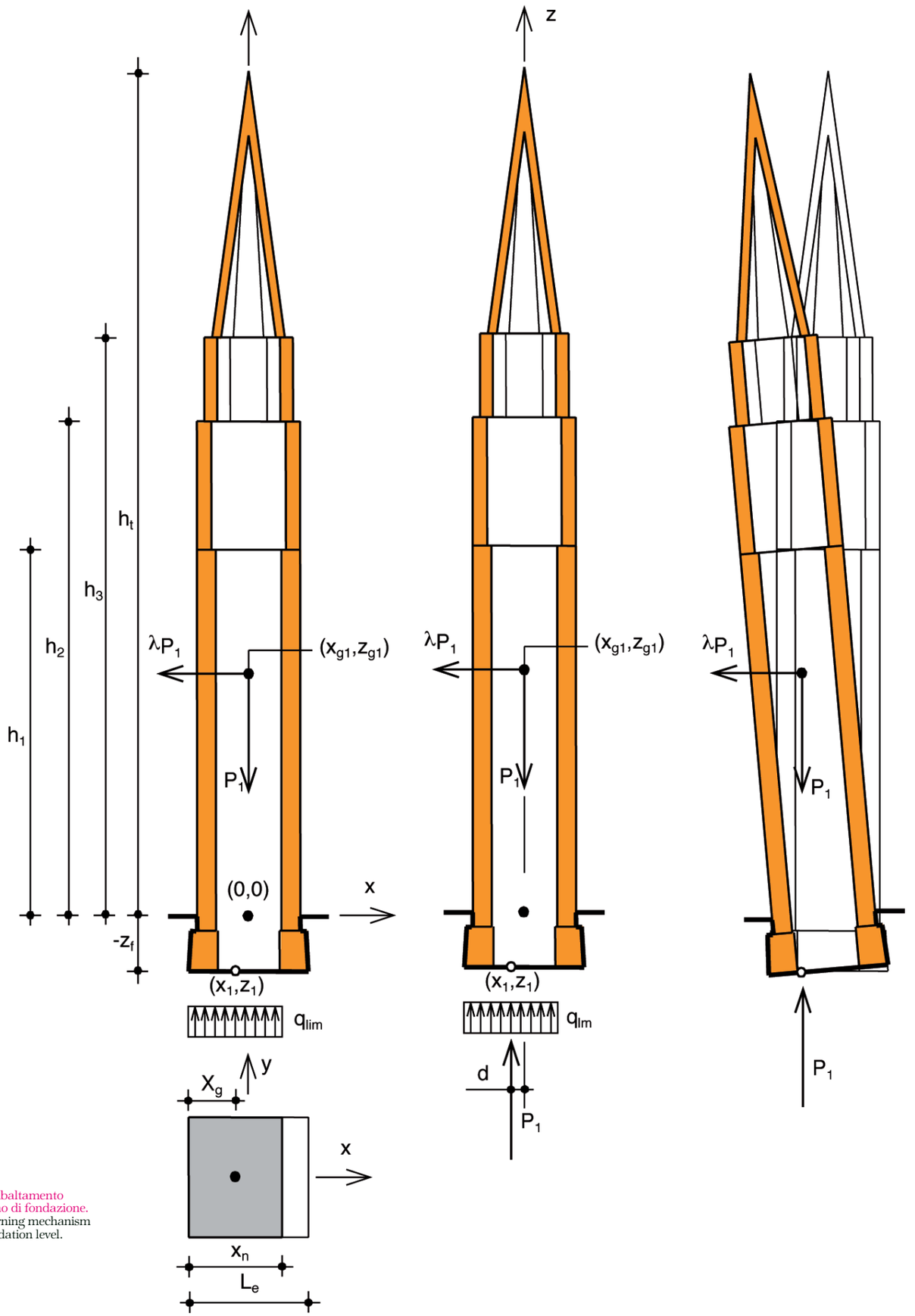


Fig. 7 Ribaltamento sul piano di fondazione.
Overturning mechanism at foundation level.

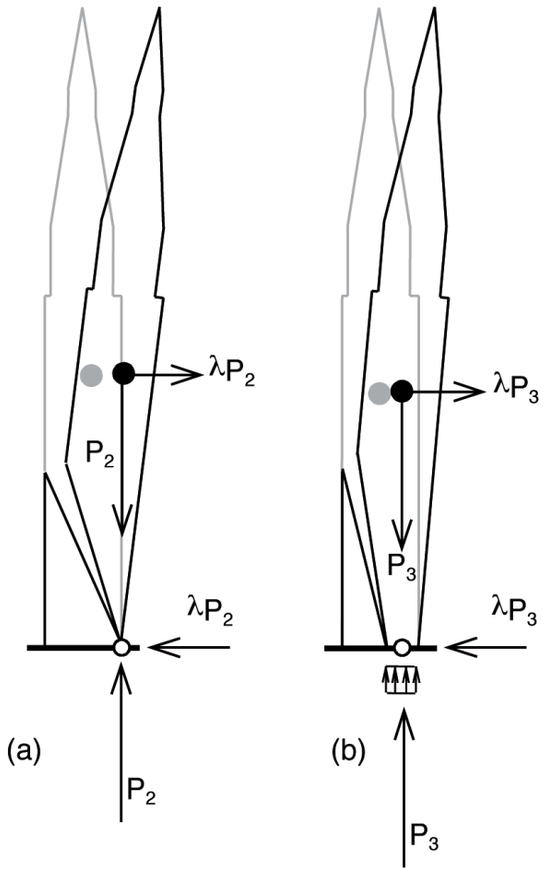


Fig. 8 Ribaltamento con superficie di frattura inclinata.
Overturning and formation of an inclined fracture surface.

L'approccio è analogo a quello sviluppato in (Heyman 1992) per la valutazione delle condizioni di equilibrio limite delle torri pendenti e in (Ochsendorf 2004) per la valutazione delle condizioni di equilibrio limite di piedritti su cui sono impostate strutture spingenti. La formazione di questo tipo di superfici di frattura (linee di frattura nel caso dei problemi piani) è legata alla non resistenza a trazione della muratura.
La linea di frattura è determinata imponendo che le sezioni orizzontali della porzione di torre coinvolta nel meccanismo siano soggette in ogni punto a una tensione di compressione per effetto del peso e della incognita forza orizzontale nelle condizioni di meccanismo. Nelle condizioni di collasso per meccanismo una struttura muraria si considera suddivisa in un certo numero di blocchi rigidi interconnessi da cerniere la cui posizione identifica il meccanismo di collasso; il moltiplicatore di collasso per meccanismo di un carico assegnato dipende esclusivamente dalla geometria dei blocchi, che ne individua i pesi e le posizioni dei baricentri. Appare evidente che i blocchi coinvolti nel meccanismo dovrebbero essere delimitati da superfici di frattura che seguono l'andamento dei giunti (interfaccia più debole); inoltre la porzione muraria coinvolta nel meccanismo dovrebbe essere esclusivamente soggetta a compressione, non potendo sussistere porzioni tese, data la scarsa resistenza a trazione della muratura.
Per i casi più semplici, come ad esempio il ribaltamento di una parete fuori dal piano, le sezioni di frattura sono abbastanza

This approach is similar to those developed in (Heyman 1992) to evaluate equilibrium condition of leaning towers and in (Ochsendorf 2004) to analyze limit equilibrium of masonry buttress. This analysis method is based on the fundamental observation that masonry has no tensile strength. As a consequence, at the limit of overturning a part of the masonry will remain at the base and a stress-free fracture surface will form.
Generally, in masonry macroelements (limit) analysis, structures at collapse state are considered subdivided into a number of monolitical elements that define the failure mechanism; the geometry of blocks, determining their dead load and their center of mass, has a great influence on the ultimate load factor result.
Of course, considering a real masonry structure, geometry of blocks forming the failure mechanism should correspond to brick position due to the fact that the joint is the weakest interface, hence fracture should follow joints position; moreover the portion of masonry involved in the mechanism should be only the one under compression because due to its feeble tensile resistance, the corresponding tension zone would separate from the rotating block not participating to the cinematic mechanism.
For simple cases, as overturning of a wall, section are small enough compared to brick

piccole rispetto alle dimensioni dei blocchi costituenti la muratura. Una geometria semplificata, quindi, che approssimi quella reale ipotizzando un comportamento monolitico dell'elemento di cui si valuta il ribaltamento, appare comunque accettabile.
Analizzando invece grandi strutture o meccanismi globali, come ad esempio il ribaltamento di una torre, la definizione della geometria dovrà necessariamente tenere conto che la muratura è un materiale non resistente a trazione anche nella definizione geometrica dei blocchi partecipanti al meccanismo.
Nel caso della torre, nelle condizioni di ribaltamento una parte di struttura non partecipa al meccanismo, distaccandosi in corrispondenza di una superficie di frattura a tensione nulla. Questa superficie può, in prima approssimazione, determinarsi considerando la muratura elastica lineare in compressione e quindi imponendo che in ogni sezione il centro di pressione giaccia sul bordo del nocciolo centrale di inerzia della zona compressa.
Nel caso, ad esempio, della sezione rettangolare, si impone che la distanza della linea delle pressioni dal lembo compresso della sezione sia pari a $d_{lim} = L/3$, essendo L l'estensione della parte compressa; nel caso della sezione trasversale della Ghirlandina risulta invece $d_{lim} = 0{,}28\ L$. In questo modo la geometria del blocco coinvolto nel cinematismo di collasso viene modificata rispetto all'analisi semplificata che, una volta definiti i blocchi che costituiscono il cinematismo, trascura di verificarne l'effettivo stato di sola compressione.
Le valutazioni numeriche sono state implementate sul modello geometrico semplificato della torre di figura 7, in cui sono presenti le principali discontinuità della sezione e non è considerata la forometria.
Adottando i criteri esposti, nel riferimento di figura 9 la traccia y(x) della superficie di frattura è descritta dall'equazione:

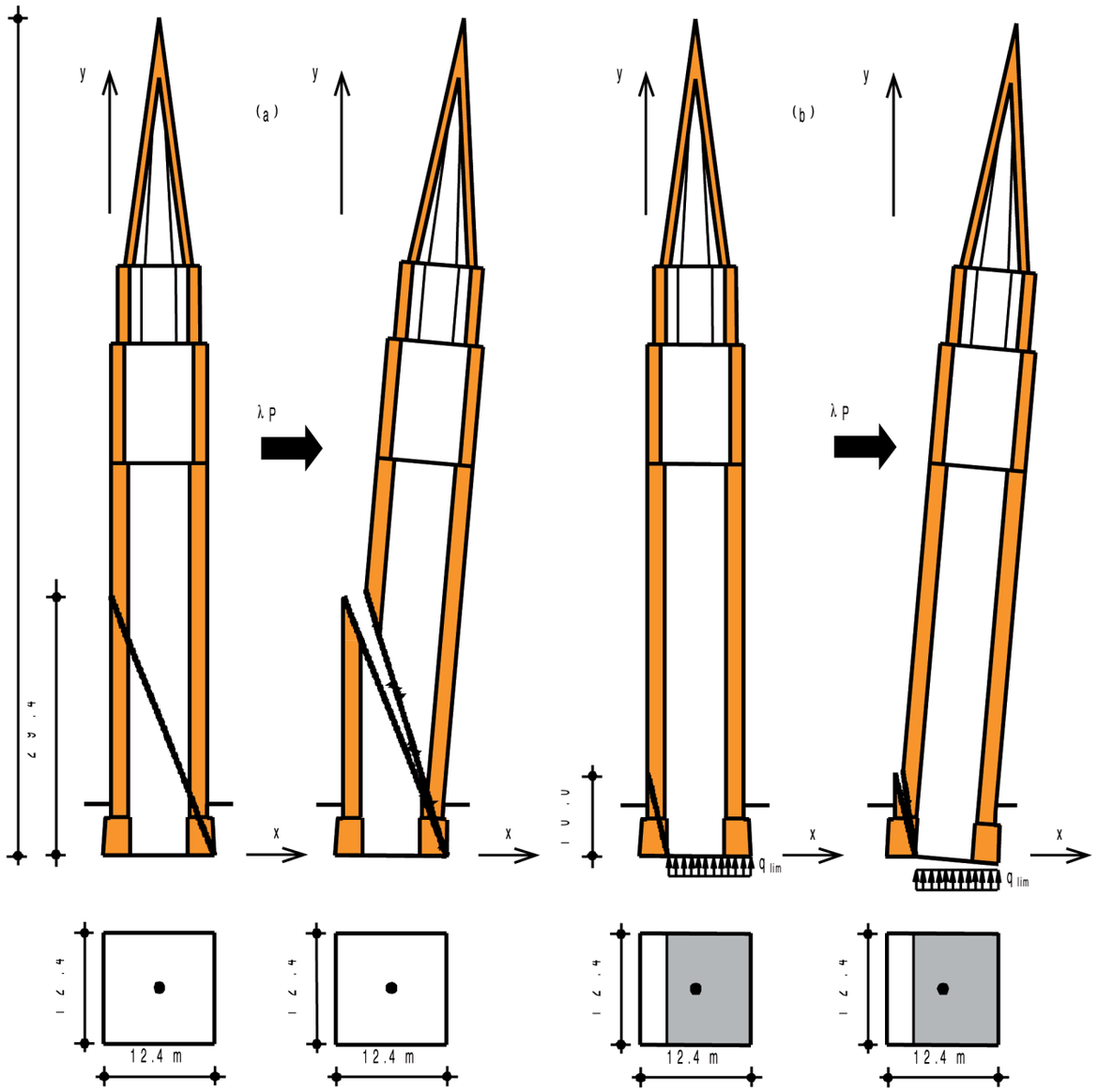
$$\frac{dy}{dx} = \frac{W(x,y)}{\frac{0{,}5 - d_{lim}}{d_{lim}} \cdot x \cdot A(x) \cdot \gamma_m - \frac{H(x,y)}{d_{lim}}}$$

in cui $W(x,y)$ e $H(x,y)$ sono rispettivamente il peso della parte superiore alla frattura e la relativa forza orizzontale di collasso, entrambe funzione delle coordinate geometriche della frattura; d_{lim} è la distanza limite del centro di pressione dal lembo compresso, $A(x)$ è l'area della sezione trasversale integra corrispondente e γ_m è il peso specifico della muratura.

or stone blocks dimensions, hence a simplified geometry ignoring the real one could result safe however.
But analyzing big structures or global mechanisms, as evaluating the ultimate load factor for towers overturning, the geometry definition of the overturning mechanism should take into account that masonry is a unilateral material able to resist compressive stresses but with feeble tensile strength.
As a consequence of this characteristic of the material at the limit of overturning part of the masonry will remain attached to the base and a stress-free surface of fracture will form.
According to simple elastic theory, when the line of thrust falls outside the section kern a stress free zone will develop, defined by the condition, in a solid rectangular section i.e., that the distance of line of thrust from the section edge result equal to $d_{lim} = 0.33$ multiplying the lenght of uncracked region, under the assumption that the compressive stress distribution is linear in the fractured region.
(when considering different section geometry d_{lim} value must be calculated in each case, for the tower hollow section was evaluated as $d_{lim} = 0.28$).
Geometry of the block involved in the cinematic mechanism is hence modified compared to simplified general analysis that, once defined the blocks constituting the mechanism does not verify the exclusive compression state.
Is therefore determined a line of fracture that exclude a part of masonry that does not give any contribution in terms of dead load or stabilizing moment, not participating to the mechanism.
A simplified geometrical model of the tower was defined as in Fig. 7, where the main variations in cross section are considered, windows and openings are ignored and a hollow base section is assumed.
The fracture line y(x) is defined by the equation:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{W(x,y)}{\frac{0.5 - d_{lim}}{d_{lim}} \cdot x \cdot A(x) \cdot \gamma_m - \frac{H(x,y)}{d_{lim}}}$$

Where $W(x,y)$ and $H(x,y)$ are the weight of the part above the fracture and the ultimate horizontal force respectively, both functions of geometrical coordinates of the fracture, d_{lim} is the eccentricity limit from the edge of the section, $A(x)$ a function determining along the fracture curve the area of the uncracked corresponding section, and γ_m is the density of the masonry.



(a) Ribaltamento intorno a un lato della sezione di appoggio sul terreno

In questo caso tra le linee di frattura identificate dalla (1) si determina quella che intercetta il lato della sezione di base.
La linea di frattura così determinata è rappresentata in fig. 9 (a); la frattura si estende fino a 29,4 metri di altezza; al meccanismo di ribaltamento attivato corrisponde il moltiplicatore λ= 0,132.
Questo valore è sensibilmente più basso di quello che si ottiene con un'analisi semplificata che considera il ribaltamento dell'intera torre attorno a un lembo della sezione di base (λ= 0,18), in quanto la massa della torre esclusa dal meccanismo di collasso non è trascurabile rispetto alla massa totale.

Overturing around the edge of the base cross section

In this case, among the fracture lines defined by (1), the one intercepting the edge of the base cross section is determined.
This line is shown in Fig. 9 (a); the corresponding collapse mechanism has a multiplier λ= 0.132.

Fig. 9 Valutazioni sul ribaltamento con superficie di frattura inclinata.
Evaluations on the overturning mechanism with formation of an inclined fracture surface.

(b) Ribaltamento intorno a un asse interno alla sezione di appoggio sul terreno

In questo caso, tra le linee di frattura identificate dalla (1) si determina quella che passa per il lembo della parte compressa della sezione di appoggio sul terreno, determinata considerando il carico limite unitario del sistema fondazione-terreno q_{lim}= 0,714 *MPa*.
La linea di frattura così determinata è rappresentata in figura 9 (b); la frattura si estende fino a 10 metri di altezza; al meccanismo di ribaltamento attivato corrisponde il moltiplicatore (λ= 0,020). Questo valore è poco diverso da quello che si determina con l'analisi semplificata mostrata al paragrafo precedente (λ= 0,023), in quanto in questo caso la massa della torre non coinvolta nel meccanismo è trascurabile rispetto alla massa totale.

Overturing around the centroid of the base compression zone

In this case, among the fracture lines defined by (1), the one intercepting edge of the compressed part of the base cross section is determined. The compressed part of the base cross section is determined considering q_{lim}= 0.714 *MPa*.
This line is shown in Fig. 9 (b); the corresponding collapse mechanism has a multiplier (λ= 0.020). This value is close to the multiplier value evaluated in the previous paragraph (λ= 0.023) because the masonry portion not involved in the mechanism is neglectable compared to the total mass.

Conclusioni

Nella presente nota sono descritti criteri per la valutazione dei parametri caratterizzanti l'interazione terreno-struttura e l'influenza di questi sulle valutazioni strutturali relative alla capacità sismica della Ghirlandina.
Si vede come, anche adottando modelli meccanici semplificati, sia possibile stabilire la notevole influenza dell'interazione terreno-struttura sia in termini di domanda (ordinate spettrali), governata dai parametri di deformabilità del terreno, sia in termini di capacità (moltiplicatore di collasso), governata dal carico limite unitario del terreno.
Sono inoltre presentate valutazioni relative a meccanismi di collasso nei quali il blocco coinvolto nel ribaltamento è delimitato da una superficie di frattura inclinata che si realizza nella compagine muraria per la non resistenza a trazione del materiale. I moltiplicatori di collasso così calcolati sono stati confrontati con quelli ottenibili considerando la torre come elemento monolitico.
Il confronto mostra come anche l'influenza di questa ipotesi sui risultati dipenda dalle caratteristiche del terreno. Infatti, nel caso limite di terreno infinitamente resistente si osserva una certa differenza tra il moltiplicatore di collasso relativo al ribaltamento dell'intera torre e quello relativo al ribaltamento di una sola porzione. Detta differenza tende ad attenuarsi con il diminuire della resistenza del terreno.

The present paper was aimed at describing the criteria for the evaluation of parameters characterizing the structure-soil interaction of the Ghirlandina Tower. The influence of these parameters on the seismic assessment was also assessed throughout deliberately simplified structural models. It can be concluded that the structure-soil interaction strongly affects the seismic demand, depending on the soil stiffness, and the structural capacity, related to soil strength.

PROVE NON DISTRUTTIVE E SEMIDISTRUTTIVE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE MURATURE DELLA TORRE GHIRLANDINA DI MODENA

NON-DESTRUCTIVE AND MINOR-DESTRUCTIVE TESTS FOR MASONRY CHARACTERIZATION OF THE GHIRLANDINA TOWER IN MODENA

Camilla Colla, Giovanni Pascale

La parte superiore dell'ottagono dopo il restauro.

The upper part of the octagon after restoration.



Introduzione

Questo articolo riporta le fasi di svolgimento e i principali risultati di una campagna d'indagine avente come obiettivo la valutazione dell'omogeneità e la stima delle proprietà meccaniche delle murature costituenti la torre Ghirlandina di Modena.

Per il raggiungimento di questi obiettivi, il Comune di Modena ha incaricato il Dipartimento DISTART dell'Università di Bologna di eseguire un'indagine estesa a tutte le strutture in muratura di laterizio e al paramento esterno in pietra della torre.
La convenzione prevedeva lo svolgimento, da parte del DISTART, di una campagna d'indagine comprendente prove soniche per la valutazione dell'omogeneità della muratura, prelievo di campioni di laterizio e di malta, esecuzione di prove in laboratorio, elaborazione dei risultati finalizzata a ottenere un quadro complessivo delle proprietà meccaniche delle murature nella torre. Le indagini *in situ* sono state eseguite tra giugno 2009 e marzo 2010.

1. Indagini soniche

Le prove soniche consistono nel sollecitare una porzione di muratura utilizzando un martello strumentato. L'impatto genera onde elastiche che si propagano all'interno del mezzo e vengono rilevate attraverso un accelerometro. Per ogni percorso di misura viene dunque registrata, da una stazione di acquisizione dei dati, una coppia di forme d'onda: il segnale generato dal martello e il segnale ricevuto dopo la propagazione all'interno del materiale.
Le indagini soniche possono essere compiute secondo modalità diverse, in funzione della posizione relativa del martello e del ricevitore rispetto all'elemento: la trasmissione può essere diretta, superficiale o semidiretta (fig. 1).
Il metodo di trasmissione diretto, o per trasparenza, consiste nella scelta di punti di emissione e di ricezione del segnale sonico posti su due superfici opposte dell'elemento strutturale indagato; sorgente e ricevitore sono posizionati sul medesimo asse, in modo che la direzione della trasmissione dell'impulso sia perpendicolare alle superfici stesse.

Introduction

This article reports the phases and the main results of a survey campaign aimed at evaluating the homogeneity and estimating the mechanical properties of the masonry of the Ghirlandina Tower in Modena.

To achieve these objectives, the Municipality of Modena charged the DISTART Department of the University of Bologna of carrying out a survey extended to both the brick masonry structures and the stone exterior facing of the tower.
The campaign of investigation carried out by the DISTART included sonic tests to evaluate the homogeneity of the walls, taking samples of brick and mortar, performing laboratory tests, with processing of the results aimed at obtaining an overall information of the mechanical properties on masonry in the tower.
The on-site investigations were carried out in the period from June 2009 to March 2010.

1. Sonic tests

The sonic tests consist in hitting a portion of the wall using an instrumented hammer.
The impact generates elastic waves that propagate inside the material and are detected by an accelerometer.
For each measurement path a pair of waveforms is recorded by a data acquisition unit: the signal generated by the hammer and the received signal after propagation in the material.
Sonic investigations can be performed in different ways, depending on the relative position between the hammer and the receiver: direct, semi-direct or surface transmission may be carried out (Fig. 1).
The method of direct transmission, or transparency, uses emission and reception points placed on two opposite surfaces of the structural element; on the same axis, so that the direction of transmission pulse is perpendicular to these surfaces.

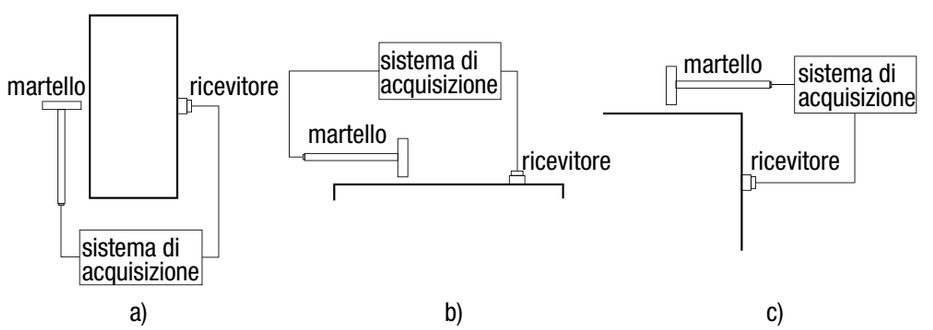


Fig. 1 Procedure di indagini soniche applicate alla Ghirlandina:
a) diretta; b) superficiale; c) semidiretta.
Sonic investigation procedures applied to the Ghirlandina:
a) direct; b) surface; c) semi-direct.

Nel metodo di trasmissione superficiale, o indiretto, martello e accelerometro sono posizionati sulla stessa superficie e si eseguono misure con punti di emissione e ricezione del segnale posti lungo una linea retta, verticale, orizzontale o diagonale.
Infine, nella trasmissione semidiretta, i punti di emissione e ricezione del segnale appartengono a facce adiacenti, ma in alcuni casi anche opposte. L'analisi dei dati consiste nel calcolo della velocità di propagazione dell'onda, ottenuta misurando il tempo impiegato dall'impulso per coprire la distanza fra le stazioni di emissione e di ricezione del segnale sonico.
L'uso delle prove soniche nella valutazione delle strutture murarie ha come obiettivi la qualificazione della muratura attraverso il confronto dei risultati conseguiti con la morfologia della sezione e l'individuazione di possibili vuoti, difetti, fessure e danneggiamenti.
La caratterizzazione delle murature della torre tramite l'applicazione di prove soniche ha avuto lo scopo di individuare, avendo coscienza delle fasi costruttive della torre e dei materiali impiegati, lotti omogenei della muratura in cui poter valutare le caratteristiche meccaniche, necessarie per le analisi di tipo strutturale.
A seguito di un'attenta ispezione visuale della morfologia del manufatto, sono state individuate le possibili posizioni di prova in funzione dell'accessibilità degli spazi e delle strutture, della presenza di pareti intonacate o affrescate, di buche pontaie e di porte, finestre e feritoie utili al passaggio dei cavi della strumentazione per l'acquisizione dei dati in varie modalità di prova. Per ciascuno degli ambienti della torre, idealmente individuati attraverso le sezioni orizzontali alle diverse quote, prima si sono stabilite le pareti di prova, la distribuzione delle stazioni di prova, l'ingombro totale e il passo delle griglie dei punti di misura, a maglia quadrata o rettangolare, poi sono state accuratamente segnate le griglie sulla superficie delle pareti, tenendo eventualmente conto di irregolarità e anomalie locali delle superfici murarie.
La campagna di indagini soniche ha avuto inizio nel giugno del 2009 e si è articolata secondo nove giornate di lavoro nei mesi di giugno e luglio, nel corso delle quali sono state eseguite prove in modalità superficiale, semidiretta e diretta lungo la quasi totalità dell'altezza della torre, fino alla quota di circa 76 metri dal piano campagna. Sono state acquisite oltre 1500 singole misure, distribuite in circa 160 posizioni di prova.

In the surface method, or indirect transmission, hammer and accelerometer are placed on the same surface, in order to make measurements with the emission and reception points placed along a straight vertical, horizontal or diagonal line.
Finally, in the semi-direct transmission, the points of emission and reception of signals belong to adjacent wall, but in some cases surfaces even opposite.
The wave velocity is then calculated, from the time taken by the pulse to cover the distance between the emitting and receiving stations.
The use of sonic tests in the evaluation of masonry structures has the purpose of qualifying the masonry, comparing the results with the morphology of the wall section, and the identification of possible gaps, defects, cracks and damage.
Taking into account the construction phases of the tower and the materials, the characterization of the tower walls through sonic tests was aimed at identifying uniform batches in which the masonry mechanical properties can be evaluated.
This properties are to be used for the structural analysis.
After a careful visual inspection of the morphology of the building, possible test positions have been identified, taking into account the accessibility of spaces and structures, the presence of painted or plastered walls, of doors, windows and holes, useful for passing the cables of the instrumentation.
For each of the rooms in the tower, which ideally were identified through the horizontal sections at different levels, it was chosen the walls for testing and the stations distribution.
Grids of measurement points were carefully marked on the surface of the walls, taking into account any local anomaly and irregularities of the surfaces.
The campaign of sonic investigations has began in June 2009 and has taken nine working days in June and July. Tests were carried out in surface, semi-direct and direct metodologies almost on the entire height the tower, up to about 76 meters from ground level.
Over 1500 individual measures were acquired, distributed in about 160 test positions.

Le aree di prova con le griglie di misura e le loro dimensioni di ingombro sono state riportate in eidotipi. Un esempio è fornito in figura 2, per un pilastro a quota + 20 metri nel fusto della torre. La strumentazione utilizzata per le indagini era costituita da un martello strumentato con punta di berillio, utilizzato come emittente del segnale, e da un accelerometro come ricevente. I due sensori sono stati collegati a una centralina di amplificazione e tutte le misure sono state salvate su un elaboratore munito di apposita scheda di acquisizione dati. Alcune fasi delle acquisizioni sono illustrate in figura 3.

The overall dimensions of the grids, with squared or rectangular mesh, have been reported in sketches. An example is given in Fig. 2 for a pillar in the stem of the tower. The instrumentation used for the investigation consisted of an instrumented hammer with beryllium tip as emitter and an accelerometer as receiver. The two sensors were connected to a control unit and all acquisitions were stored on a computer using an appropriate data acquisition board. Some phases of the measurements are shown in Fig. 3.

Fig. 2 Eidotipo realizzato in cantiere in corrispondenza delle posizioni di prova sonica NB e OB sul pilastro di nord-ovest alla quota + 20 metri, dove sono stati acquisiti dati sia in trasmissione superficiale, sia diretta.
Sketch drawn on site at the positions of sonic test on a pillar at 20.00 m altitude.

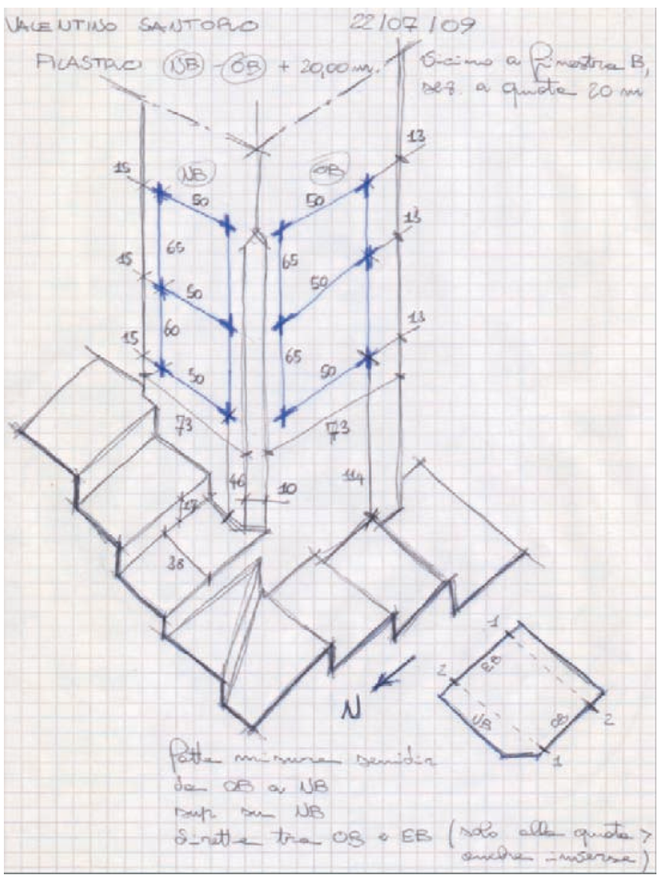


Fig. 3 Fasi dell'indagine non distruttiva:
a) elaborazione dello schizzo della parete;
b) preparazione di alcune griglie di prova;
c) emissione e ricezione del segnale sonico;
d) acquisizione dei dati.

Phases of non-destructive testing:
a) drawing a sketch of the wall,
b) preparation of test grids
c) emitting and receiving the sonic signal,
d) data acquisition.

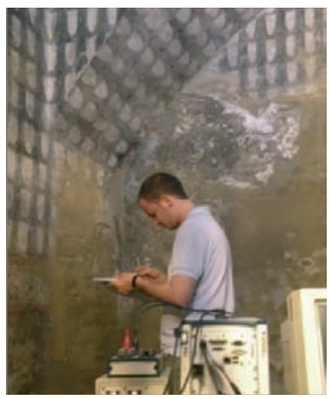


Fig. 3a



Fig. 3b

Fig. 3c



Fig. 3d



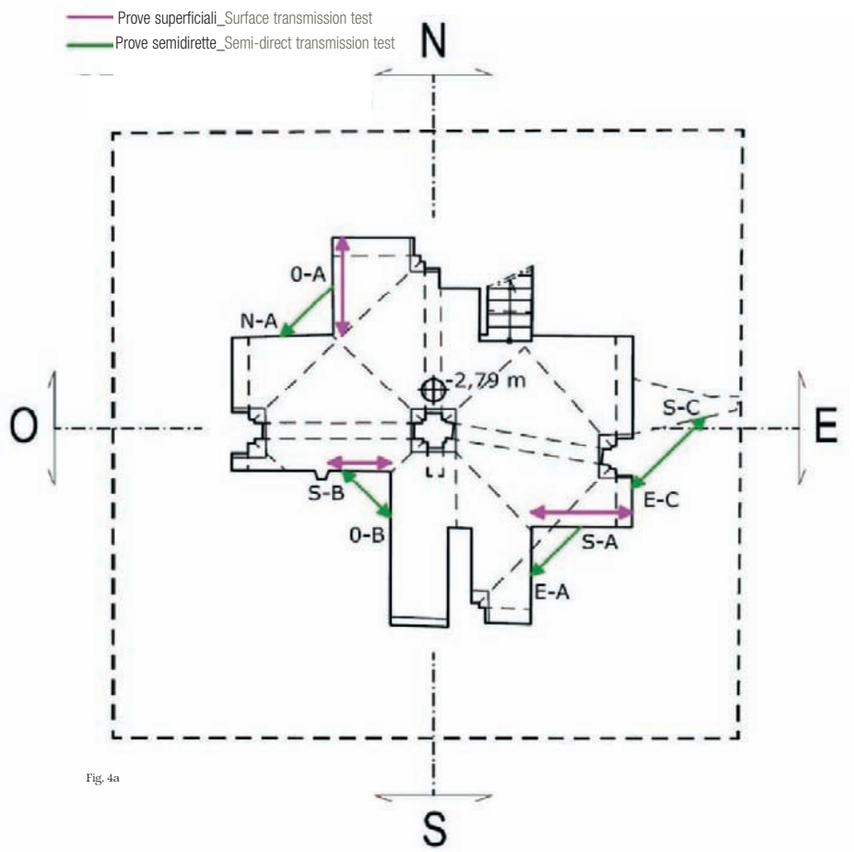


Fig. 4a

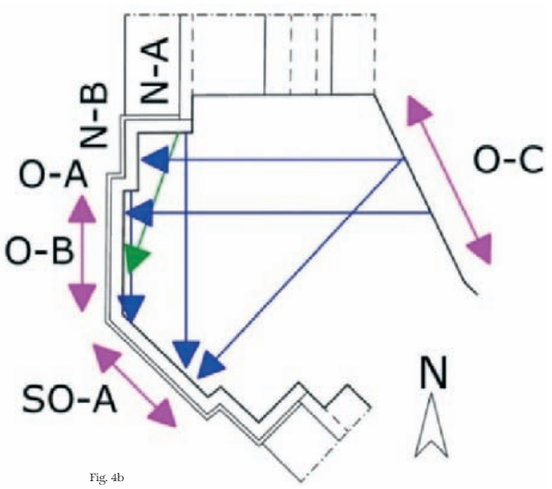


Fig. 4b

Fig. 4 Sezioni orizzontali con indicazioni delle pareti indagate e del tipo di prove soniche eseguite: a) piano interrato; b) particolare della cuspide.
Horizontal sections of the walls with indication of the test paths and the type of sonic tests carried out: (a) basement, (b) detail of the cusp.

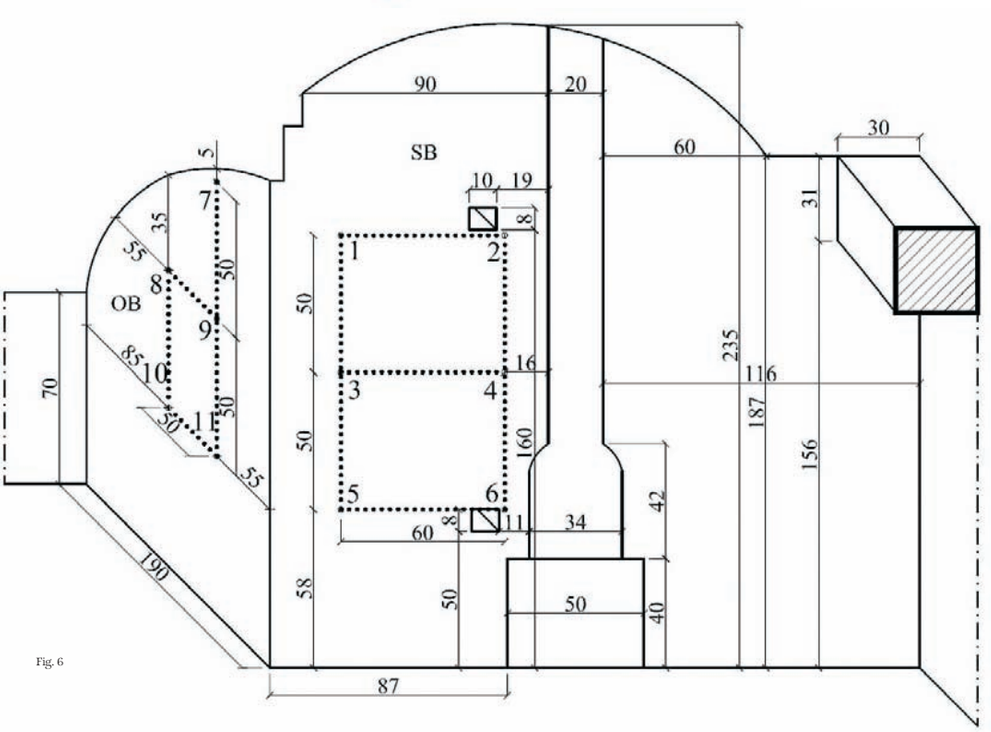


Fig. 6

Fig. 6 Restituzione grafica delle posizioni di prova OB e SB del piano interrato.
Graphic rendering of the test positions of OB and SB basement.

Per ognuna delle quote dove sono state effettuate misure, sono state riportate sulle sezioni orizzontali della torre le traiettorie di prova, distinguendo in legenda il tipo di prova sonica (diretta, semidiretta o superficiale). Un esempio è riportato in figura 4. Alle piante per le varie quote di prova seguono la documentazione fotografica e i disegni di dettaglio. A titolo di esempio, nelle figure 5 e 6 sono riportate alcune foto e i disegni del piano interrato.
Le prove soniche non sono state eseguite solo sulle murature di laterizio, ma anche in diverse posizioni sul paramento esterno di pietra (fig. 7).

For each floor the test paths have been drawn in horizontal sections, distinguishing the type of sonic test (direct, semi-direct or superficial). An example is shown in Fig. 4.
After drawing in plan view the testing levels, photographic documentation and detailed drawings have been made. For example, in Figs. 5 and 6 pictures and drawings of the basement are shown.
The sonic tests were not performed only on the brick walls, but also in various positions on the external stone facing (Fig. 7).

Fig. 5a



Fig. 5b



Fig. 5 Foto delle posizioni di prova del piano interrato:
a) OB; b) SB.
Photos of the test positions OB (a) and SB (b) of the basement.

Fig. 7



Fig. 7 Foto di una posizione di prova sul paramento esterno in pietra.
Photo of a test position on the external stone wall.

2. Elaborazione dei risultati delle prove soniche

I risultati delle prove soniche sono stati raccolti in tabelle e visualizzati in grafici, suddivisi per metodologia di prova (superficiale, semidiretta e diretta) e per quota.
Sulla base di questi valori, le zone sottoposte all'indagine sono state riportate su prospetti e sezioni della torre, identificate con colori diversi in funzione dei valori medi della velocità.
Per esempio, in figura 8 sono riassunti in forma grafica i valori medi della velocità derivanti dalle prove superficiali.
Gli stessi valori sono visualizzati con diversi colori in figura 9 (prospetti e sezioni).

2. Processing the results of sonic tests

The results of sonic tests were collected in tables and displayed in graphs, distinguishing by test method (surface, semi-direct and direct) and by level.
Based on these values, the areas under investigation have been reported the façades and sections of the tower. Different colors indentify the mean values of the pulse velocity in each area.
For example, in Fig. 8 the mean values of velocity resulting from the surface tests are summarized in graphical form and construction phases of the tower are also highlighted.
The same values are displayed in different colors in Fig. 9 (views and sections).

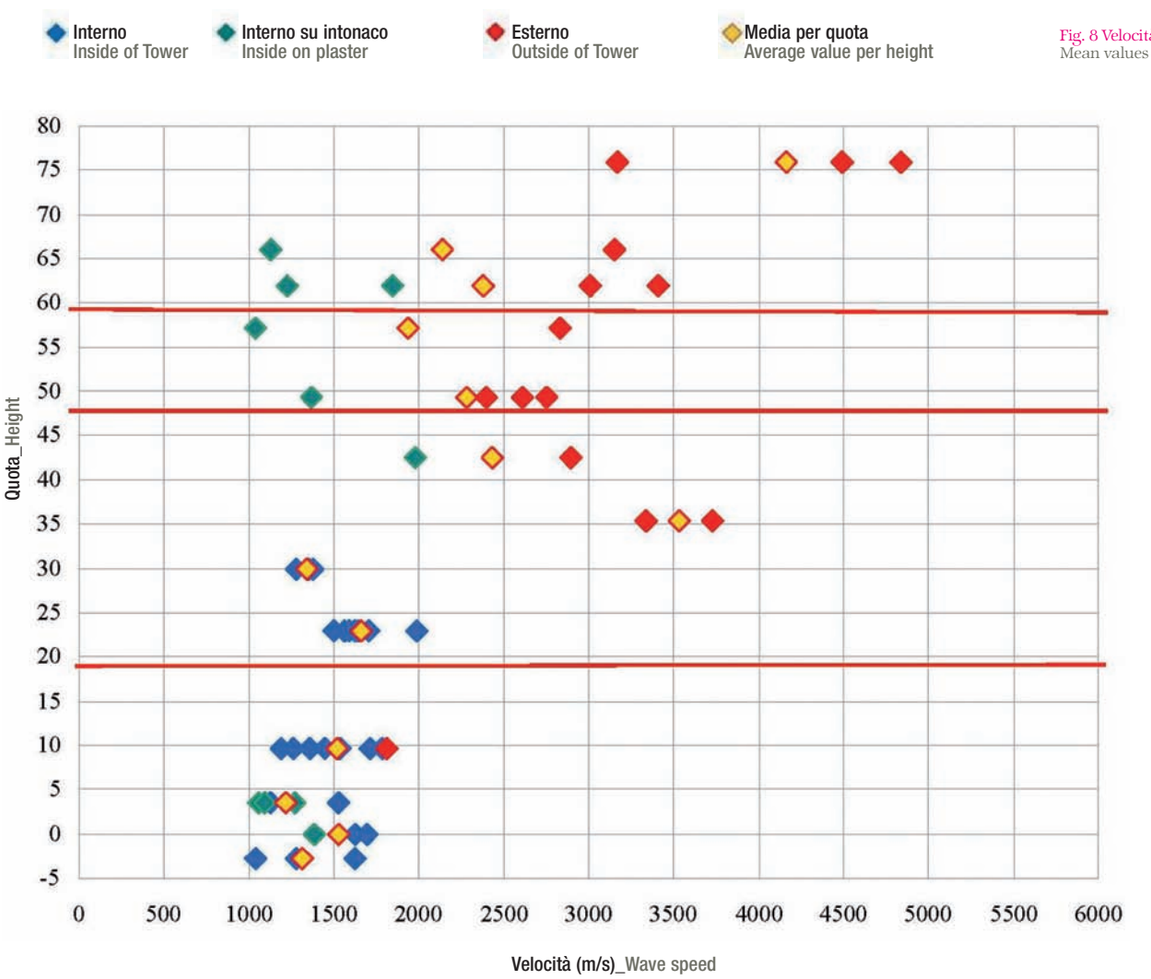
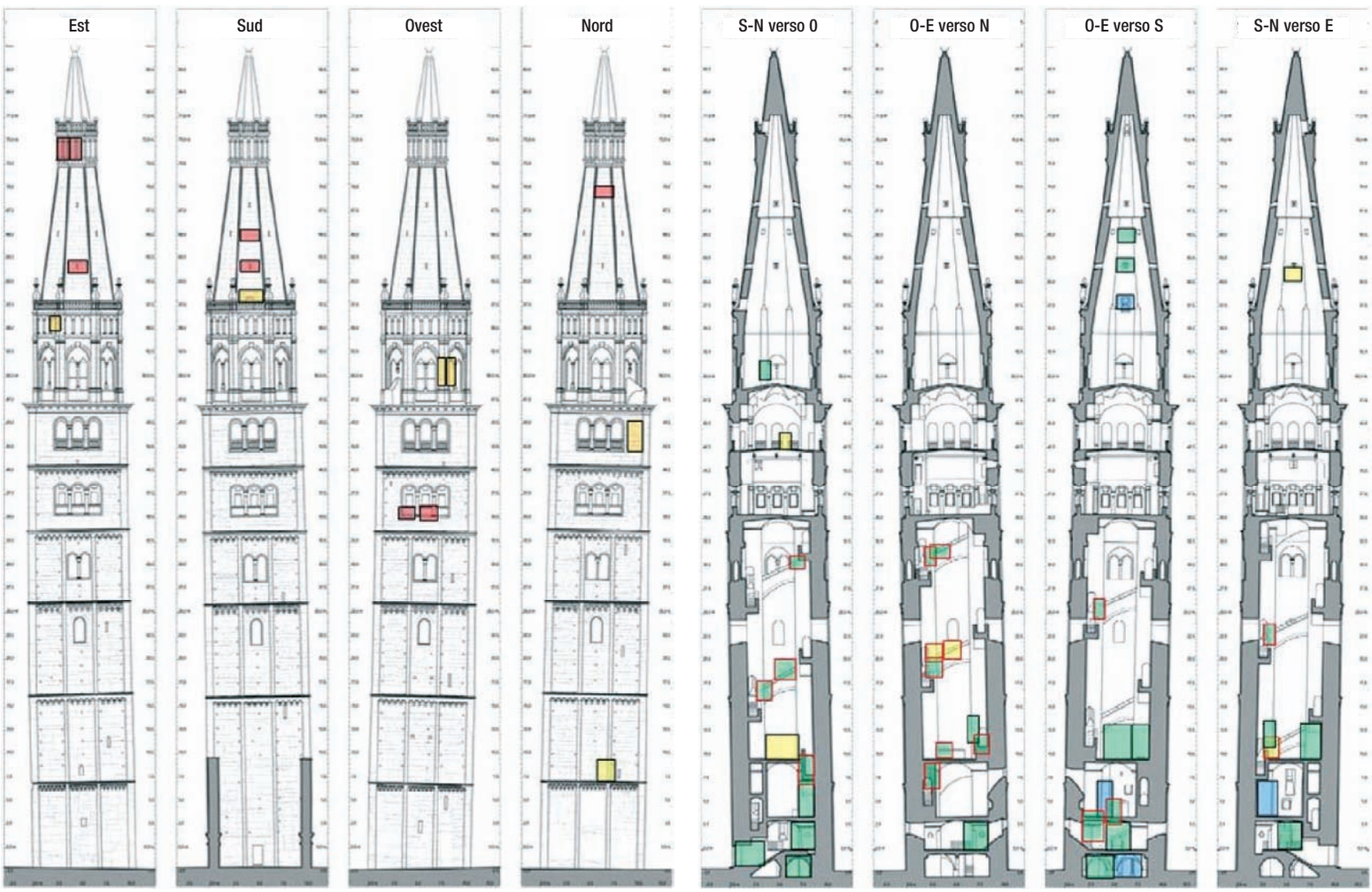


Fig. 8 Velocità medie delle prove superficiali.
Mean values of pulse velocity.

Fig. 9 Visualizzazione delle posizioni e dei risultati delle prove superficiali attraverso intervalli di velocità sonica: a) prospetti esterni; b) sezioni.
Views (a) and sections (b): visualization of positions and results of surface tests in terms of ranges of sonic velocity.



3. Caratterizzazione meccanica dei materiali

In base ai valori di velocità risultanti dalle prove non distruttive, sono state individuate le posizioni di prelievo delle carote. Sono state considerate due diverse pareti e due pilastri angolari di muratura, a tre quote della torre: a 30 metri, a 10 metri e nel piano interrato.
Sono state estratte microcarote di diametro nominale di 45 mm (fig. 10). Per ogni posizione di prova sono state prelevate almeno quattro carote: una su mattone posto di lista, una su mattone posto di testa e due su giunti di malta, uno verticale e uno di allettamento (fig. 11). Dalle carote prelevate sui mattoni sono stati ricavati i provini cilindrici per le prove di compressione, con altezza nominale uguale al diametro (fig. 12). I valori sono stati trasformati nei corrispondenti valori di resistenza a compressione dei mattoni, applicando i fattori di forma forniti dalla norma UNI EN 772-1_2002. Dai campioni di malta estratti dalle carote sono state ricavate lastrine (fig. 13) che sono state sottoposte a prove di compressione utilizzando cilindretti in acciaio di 20 mm di diametro (fig. 14). Precedenti sperimentazioni hanno evidenziato una buona correlazione tra la resistenza a compressione della malta così determinata e quella determinata attraverso prove standard (1). La curva di correlazione ottenuta ha la seguente equazione:

$$f_m = 0{,}555\, f_{mdp} + 3{,}068 \quad \text{(Eq. 1)}$$

dove f_m e f_{mdp} rappresentano rispettivamente la resistenza derivante dalla prova di doppio punzonamento e quella standard, entrambe espresse in MPa.
I valori medi della resistenza a compressione ricavati per i singoli materiali (f_b: laterizio, f_m: malta) sono riportati nella tabella 1.

3. Mechanical characterization of materials

Based on the velocity values resulting from the non-destructive testing, the locations for core drilling were chosen. Two different walls and two corner piers were considered, at three levels of the tower: 30 m, 10 m and at the basement.
Microcores were drilled, with nominal diameter of 45 mm (Fig. 10). For each test position at least 4 cores were taken: one on a strecher brick, one on a head brick, one on a vertical mortar joint, and one on a horizontal joint (Fig. 11). From cores taken on the bricks, cylindrical specimens for compression tests have been cut, with height equal to the nominal diameter (Fig. 12). The values were transformed into their corresponding values of compressive strength of the bricks using the shape factors provided by the UNI EN 772-1_2002 standard.
Specimens were cut from the cores drilled on mortar joints (Fig. 13). These have undergone compression tests using steel cylinders of 20 mm in diameter (Fig. 14).
Previous experimental work have shown a good correlation between the compressive strength determined in this way and determined by standard tests (1). The following relationship was derived:

where fm and fmdp represent the strength resulting from the test on the mortar joint sample and the standard compression test, respectively, both expressed in N/mm^2.
The mean values of compressive strength obtained for each material (fb: brick, fm: mortar) are listed in Table 1.

Tabella 1 Valori della resistenza a compressione ricavati per i singoli materiali.
Table 1 Values of compressive strength obtained for each material

Posizione_ Position	f_b [N/mm^2]	f_m [N/mm^2]
Quota_ Altitude 30 m	9,36	4,39
Quota_ Altitude 10 m	13,04	4,54
Interrato, parete SB Basement, wall SB	11,02	4,49
Interrato, parete OA Basement, wall OA	7,98	4,88
Media nell'interrato Mean values of basement	9,51	4,68
Media complessiva **Total mean values**	**10,18**	**4,60**



Fig. 10

La stima della resistenza a compressione di una muratura, a partire da quella dei materiali costituenti, è un problema affrontato da molti ricercatori. Sono disponibili molte relazioni empiriche, derivanti da estese campagne sperimentali.[1] Una possibilità è quella di adottare il procedimento indicato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, capitolo 11, paragrafo 10.3.1.2, *Stima della resistenza a compressione*. Con una resistenza caratteristica del laterizio di 10,0 N/mm^2 e con una malta M 2,5, si otterrebbe una resistenza caratteristica della muratura pari a 4,1 N/mm^2. Bisogna però osservare che questa procedura viene proposta principalmente per murature di nuova costruzione. Adottando la correlazione proposta da Ekblad e riportata nel già citato *Le costruzioni in muratura*, si otterrebbero valori leggermente inferiori.
In ogni caso, i valori sono in linea con quelli di riferimento forniti nell'Allegato 11D dell'Ordinanza 3431 del 2005, tabella 11 D 1, compresi tra 1,80 e 2,80 N/mm^2 per muratura in mattoni pieni e malta di calce. L'informazione generale che si ottiene è utile per una caratterizzazione del materiale ai fini delle verifiche strutturali.

The estimation of the compressive strength of masonry based on those of the constituent materials is a problem faced by many researchers.
There are many empirical relationships, derived from extensive experimental campaigns.[1]
One possibility is to adopt the procedure specified by the Italian Technical Standard for Construction 2008, Ch. 11, par. 11.10.3.1.2 "Estimation of compressive strength".
A characteristic brick strength of 10.0 N/mm^2 and a 2.5 M mortar, would lead to a characteristic strength of masonry of 4.1 N/mm^2.
Nonetheless, it has to be noted that this procedure is proposed primarily for walls of new construction. Adopting the correlation proposed by Ekblad (reported in note 1), slightly lower values would be obtained.
In any case, the values are in line with those of reference provided in Annex 11D of the Italian "Ordinanza" of 2005, 3431, Table 11 D 1, which are between 1.80 and 2.80 N/mm^2 for brick masonry and lime mortar.
The general information obtained is useful for a characterization of the material for structural analysis.



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13

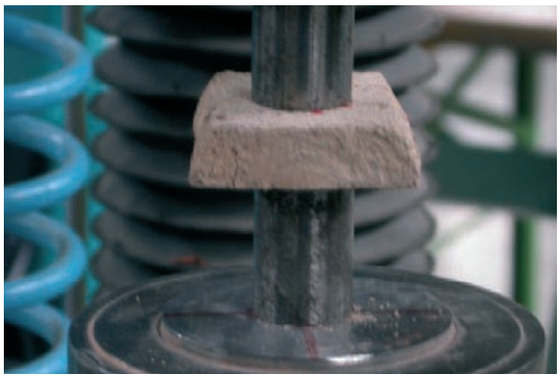

Fig. 14

Fig. 10 Esecuzione del microcarotaggio su una parete in muratura nella torre.
Implementation of microcoring on a brick wall in the Tower.

Fig. 11 Esempio di microcarote estratte a una posizione di prova (quota 10 metri).
Example microcores drilled from a test position (level 10 m).

Fig. 12 Esempio di provini di laterizio ricavati da una carota (quota 10 metri, carota 1).
Clay specimens derived from a single core (10 m level, core 1).

[1] I.V. Carbone, A. Fiore e G. Pistone, *Le costruzioni in muratura, Hoepli*, Milano 2001.

Fig. 13 Esempio di provini di malta ricavati da una carota (quota 10 metri, carota 2).
Example of the mortar specimens obtained from a core (10 m level, core 2).

Fig. 14 Prova di compressione su campione estratto da giunto di malta.
Compression test on a mortar joint sample.

[1] I.V. Carbone, A. Fiore e G. Pistone, *Le costruzioni in muratura, Hoepli*, Milano 2001.

Il restauro

The restoration

LA TORRE RESTAURATA
THE RESTORED TOWER

Rossella Cadignani, Franco Valli, Fabrizio Lugli

I restauratori del primo stralcio a conclusione dei lavori.

The restores of the upper part of the Tower at the end of the work.



Introduzione

Dopo l'approfondita fase di conoscenza dei materiali e di sperimentazione dei prodotti, a novembre 2008 è iniziato il restauro della torre Ghirlandina. La fase operativa si è svolta in due stralci successivi, corrispondenti alle due annualità di finanziamenti che sono stati erogati dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena. I lavori, sono iniziati dall'alto con il restauro interno ed esterno della guglia, mentre da quota 60 metri fino a terra sono proseguiti soltanto all'esterno e sono da completare. Ha guidato il restauro l'obiettivo di conservare la struttura per consegnarla alle generazioni future nella sua storia materiale, senza cancellare gli interventi passati e limitando quelli irreversibili al minimo indispensabile. Il lungo lavoro di tante persone porterà, ormai in breve tempo, a riconsegnare alla città il suo simbolo restaurato con un grande bagaglio di conoscenze in più.

Il progetto è stato attuato con alcuni approfondimenti in corso d'opera, seguendo le metodologie già campionate, le prescrizioni della Soprintendenza e adattando le soluzioni alla molteplice varietà dei materiali e dei fenomeni di degrado.
Durante i lavori è stato possibile apprezzare la bellezza dei particolari costruttivi che testimoniano l'abilità delle maestranze e la qualità di direzione del cantiere in tutte le fasi della sua lunga e incerta storia costruttiva.
Ogni parte, anche se troppo distante per essere vista da terra, è definita con la medesima cura.
Nelle zone più protette sono ancora visibili le tracce lasciate dai diversi strumenti utilizzati per la lavorazione della pietra.
Si vedono uno accanto all'altro conci con superfici che rivelano i solchi di gradine, scalpelli piatti o a punta, subbie, trapani a mano, strumenti non molto diversi da quelli che gli scultori usano ancor oggi, che qui furono utilizzati in modo diffuso su tutte le superfici e non solo su quelle decorate (figg. 1-4).
I blocchi sono perfettamente squadrati e accostati con fughe minime: stupisce vedere ancora oggi, a 50 metri d'altezza, gli spigoli dei blocchi angolari, realizzati in pietra di Aurisina, ancora perfettamente intatti dopo oltre 800 anni.

Introduction

The restoration started in November 2008 after a profound research phase into the materials and testing of the products. The operative phase was carried out in two successive passages, corresponding to the two annual funding contributions provided by The Fondazione Cassa di Risparmio in Modena. The work started from the top, with the interior and exterior restoration of the spire, then it continued only externally starting from a height of 60 meters, working towards the ground, and is to be completed. The aim of the restoration was to maintain the structure, in order to hand it to future generations in its material history, without erasing the past interventions but limiting the irreversible ones to a minimum. This long work carried out by many people, will shortly deliver the restored symbol to the town, complete with a larger stock of knowledge.

The project was implemented with some insights during the restoration, following the already sampled methodologies and adapting the solutions to the wide variety of materials and degradation phenomena.
During the work it was possible to appreciate the beauty of construction details that testify the skills of the workers and the quality of site management at all stages of its long and uncertain construction history.
Each part, even if too distant to be seen from the ground, was finalized with the same care.
In the most protected areas traces left by various tools used for stone processing are still visible. You see next to one another blocks that reveal the grooves of serrated, flat or pointed chisels and hand drills, tools not very different from those that sculptors still use today, that here were so widely used on all surfaces and not only on decorated ones (Figs. 1-4).
The blocks have been perfectly squared and laid next to one another with minimal space between them, amazing even today to see, 50-meters high, the angular edges of the blocks, made of Aurisina stone, still perfectly intact even after 800 years; or the technique used to make the carved figures look more alive by inserting lead in the pupils.

Altrettanto stupefacente è la tecnica utilizzata per rendere più vivo lo sguardo delle figure scolpite, inserendo nelle pupille il piombo; ne troviamo molti esempi nella cornice più bassa e qualche residuo nelle sculture angolari della cornice posta al secondo livello.
Si leggono ancora le lettere incise nei conci che compongono gli archi delle trifore per giustapporre correttamente le parti di una stessa finestra senza confonderla con quella accanto.
I blocchi venivano realizzati a terra e poi portati sul ponteggio per essere messi in opera.
Lettere o simboli uguali identificavano le parti di uno stesso arco (fig. 5).
Brevi iscrizioni, lettere e cifre si scoprono in diversi punti del tronco, a testimonianza del reimpiego di materiali antichi o comunque già diversamente utilizzati. Sono state ritrovate alcune scritte in parti non raggiungibili, se non con l'aiuto di scale o impalcature, che sono state apposte probabilmente dalle maestranze e che ci possono aiutare a datare gli interventi e a identificare le parti in cui sono stati realizzati.
Moltissime sono invece le scritte "vandaliche", generalmente incise, che con date anche recenti testimoniano una disdicevole abitudine che i libri posti all'ingresso, in cui i visitatori possono lasciare un pensiero, non bastano a scongiurare.
In altri punti della superficie esterna si nota invece il "non finito", come se i tempi di montaggio avessero impedito il completamento delle lavorazioni (fig. 6).
Il fascino che suscita vedere da vicino tutti questi particolari normalmente irraggiungibili è grande, e ogni volta che si sale ci si accorge di qualche dettaglio in più.
Mentre i lavori si svolgevano nella parte alta, è stato possibile portare sul ponteggio oltre 3200 persone, che hanno avuto la possibilità di osservare da vicino le parti decorate più significative.
Queste visite saranno nuovamente organizzate a fine lavori per poter mostrare ai cittadini il risultato del restauro.
La descrizione dei lavori che viene di seguito presentata parte dall'alto per scendere ai piani inferiori, secondo la sequenza in cui sono stati effettivamente realizzati.

It has been widely used in the lower cornice and in a few remnants of the corner sculptures of the second level cornice.
Letters can still be read engraved in the blocks that compose the arches of the mullioned three-light windows which served to juxtapose parts of the same window correctly without confusing it with the next one.
The blocks were made on the ground and then taken up by means of scaffolding to be installed. Identical letters or symbols identified parts of the same arch (Fig. 5).
Short inscriptions, letters and numbers are found in different parts of the trunk, demonstrating the reuse of old material or material already used differently.
Some writings were found in inaccessible parts, reached only by the aid of ladders or scaffolds, probably carved by the workers, that can help date the interventions and identify the parts in which they were made. Many others are the writings of "vandalism", generally scratched into the rock, some even giving a recent date, testifying to a deplorable habit that even the books placed at the entrance where visitors can leave a thought, have not been able to prevent.
In other areas of the external surface, an "unfinished" look remains, as if the rhythm of building had not allowed enough time for the masonry-work to be completed (Fig. 6).
The fascination created when you take a closer look at these details, normally inaccessible, is immense and each time you go up you discover more details.
While the work was underway at the top, it was possible to take more than 3,200 people up on the scaffolding, so that they had a chance to see the most significant decorated parts up close.
These visits will be organized again, at the end of the work, to show people the results of the restoration.
Here below is the description of the work that started from the top and went to the lower floors, in the sequence in which they were actually carried out.

Fig. 1-4 Le superfici delle pietre mostrano trame differenti tra loro e testimoniano l'impiego di diversi strumenti nella lavorazione. Alcuni esempi presenti sotto agli archetti della IV e V cornice. Il lato lungo della foto corrisponde a circa 20 cm.
The surface of the stones show different textures between them and evidence the use of several working tools. Some are seen under the small arches in the IV and V frame. Field of view is approximately 20x10 cm.

Fig. 5 I conci degli archi venivano contrassegnati da lettere o simboli per poterli giustapporre correttamente, l'immagine mostra l'arco della trifora del lato est con incisa la lettera "B".
The stones of the arches were marked with a letter or symbol so that they could be positioned correctly, the image shows the arch of the mullioned three light window of the east side with the letter "B" engraved.

Fig. 6 Terza cornice, lato est, particolare della scultura in cui si nota che nella zampa di destra del leone la lavorazione non è completa, sono tracciati una serie di fori ricavati con il trapano non ancora uniti a formare la scanalatura visibile sulla zampa sinistra.
On the third frame on the east side, there is a detail which can be noted, the processing on the sculpture is not completed, the right paw of the lion has traces of a series of drilled holes not yet united to create the groove as can be seen on the left paw.


Fig. 1


Fig. 2


Fig. 3


Fig. 4


Fig. 5


Fig. 6

La guglia: l'interno

La guglia è stata interamente restaurata.
I lavori sono iniziati a partire dall'interno poiché la stagione fredda non consentiva le lavorazioni all'aperto.
La prima operazione è stata il completamento del rilievo dell'ambiente e della scala, seguita dalla rimozione di tutte le parti di intonaco a cemento che, a causa delle infiltrazioni d'acqua dall'esterno, erano ricoperte di sali e ormai distaccate.
Durante la rimozione di queste parti di intonaco cementizio, è stato scoperto un lacerto trecentesco di intonaco dipinto, localizzato sulla parete sud-est, poco al di sopra delle lapidi poste a ricordo di alcuni interventi di restauro. Si tratta di un frammento di poche decine di centimetri che conserva tracce di un disegno ad affresco in rosso, nero e bianco (fig. 7). È stata rinvenuta nel voltino della cuspide una finitura lisciata e colorata di grigio scuro. Si tratta anche in questo caso di un intonaco antico.
Le numerose stratigrafie eseguite sulle pareti hanno mostrato la sequenza di più strati di intonaco e intonachino finiti con scialbi colorati, dal grigio molto chiaro al giallo ocra.
Una delle stratigrafie, eseguita in posizione tuttora raggiungibile lungo la scala, è stata lasciata a vista per rendere osservabili le stratificazioni delle decorazioni avvenute nel tempo.
Sono state documentate anche alcune iscrizioni realizzate durante precedenti restauri, oltre a fasce orizzontali nere con lettere che indicano i diversi livelli a cui erano posizionate le cerchiature che legano la struttura (fig. 8). Il sistema di aggancio delle pietre alle murature, realizzato in metallo con piastre e dadi (capochiave) nascosti sotto bolle di intonaco, come pure le legature più antiche con fermo a coda di rondine, sono stati ripuliti, trattati con un passivante e lasciati a vista.
Queste operazioni si sono rese necessarie per il distacco, causato della ruggine che si era formata sul metallo, dell'intonaco cementizio che ricopriva le testate. In questo modo le legature saranno ispezionabili con maggiore facilità.
Mentre procedevano le lavorazioni sulle pareti è stata restaurata e consolidata la pregevole scala elicoidale, realizzata nel 1609, descritta in questo volume da Manvati (cfr. *infra*).
Sulla parete a cui è appoggiata la scala è stata installata una nuova fune in acciaio con piccoli supporti a muro e ganci scorrevoli, che consentirà di percorrere i gradini in sicurezza; la scala fu infatti costruita con un parapetto basso e sporgente verso l'esterno, caratteristiche che non consentirebbero al pubblico una salita in sicurezza.

The Spire: *The interior*

The Spire was entirely restored.
Due to the cold season the work started inside. The first step was the completion of an survey of the room and the stairs, followed by the removal of all the cement plaster which due to water infiltration from the outside, were covered with salts and had become detached.
During the removal of these parts of cemented plaster, a fourteenth-century fragment of painted plaster was discovered on the south-east wall, a little above the plaques put in as a memorial of some restoration work carried out. This is a fragment a few tens of centimeters long which preserves traces of a red, black and white fresco painting (Fig. 7).
On the little domed ceiling of the spire a smooth dark gray finish was found.
Also in this case it is an old plaster. Numerous stratigraphies carried out on the walls have demonstrated the sequence of several layers of plaster and finished plaster with pale colors going from very light gray to yellow ocher. One of the stratigraphies carried out in a position which is accessible from the staircase, has been left exposed to show how the layers of the decorations occurred over time. Some inscriptions made during previous restorations have also been documented along with some black horizontal bands with letters identifying the different levels in which were positioned the metal bars that bind the structure (Fig. 8).
The coupling system of the stone masonry, made of metal with plates and nuts (bolted end-plate) hidden under bubbles of plaster, as well as the old dovetail joints, have been cleaned, passivated and left visible.
These operations became necessary due to the detachment of the cemented plaster that covered the heads caused by the formation of rust on the metal. In this way the bonds can be easily inspected.
While the work proceeded on the walls, the remarkable spiral staircase, built in 1609, described in this volume by Manvati, was restored and consolidated.
On the staircase that leans against the wall, a new steel wire rope with small wall supports and slidind hooks has been installed, to allow the staircase path to be safe.
In fact it was built with a low parapet projecting outward, a characteristic that would not allow a safe ascent to the public.
The 119 steps that the staircase is made up of reach a height of over 26 meters and end, after a section that is nearly vertical, on a landing on which a sheet of non-slip tempered glass has been installed, covering the original wrought iron grid,

I 119 scalini che la compongono superano un dislivello di oltre 26 metri e terminano, dopo un tratto quasi verticale, su un pianerottolo su cui è stata installata una lastra di vetro temperato antisdrucciolo che copre l'originale griglia in ferro battuto, la quale non garantiva la sicurezza necessaria a chi doveva salire per le manutenzioni. Da qui una piccola porta, chiusa da un catenaccio, immette sulla balconata a 78 metri d'altezza.
È il punto più alto della torre che si possa raggiungere.

which did not guarantee the necessary safety to those who had to climb the staircase for maintenance purposes. From here a small door, closed with a chain, leads to a balcony 78 meters high. This is the highest reachable point of the tower.



Fig. 7. Lacerto di intonaco dipinto trecentesco ritrovato nel lato sud-est all'interno della guglia.
Fourteenth-century fragment of painted plaster was found in the south-east side within the spire.



Fig. 8. Iscrizione "Abati Renzo 10/4/1925 (…)" ritrovata all'interno della guglia.
Inscription "Abati Renzo 10/4/1925 (…)" found inside the spire.

Fig. 9 Lavorazione del piombo sulla balconata superiore.
Lead processing on the superior balcony.

Figg. 10-12 Lapidi con iscrizioni rinvenute al di sotto delle lastre di piombo che ricoprono esternamente la guglia a quota 80 m circa.
Slabs with inscriptions found under the lead ones that cover the outside of the spire at an altitude of about 80 meters.

Fig. 13 Sottofondo della lastra rimossa sul lato est della guglia.
Foundation of the slab removed on the east side of the spire.

Fig. 14 Targhetta installata alla base della croce che ricorda l'illuminazione effettuata nell'anno eucaristico 1948 dalla ditta Bertacchini.
Nameplate installed at the base of the cross commemorating the lighting in the Eucharistic year 1948, by the company Bertacchini.


Fig. 9


Fig. 10



Fig. 11


Fig. 12


Fig. 13



Fig. 14

La balconata superiore

La balaustra è stata interamente smontata per poterla consolidare, secondo le modalità descritte in dettaglio nel capitolo sulle pietre (Lugli *et al.*, *Le balconate e le pietre della cuspide: dal rilievo al restauro*). Questo ha consentito l'agevole sostituzione della fascia di piombo che ricopre i primi 2 metri della guglia e il pavimento della balconata, che era fessurata in più punti e lasciava filtrare l'acqua all'interno. Le lastre furono posate nel 1890, hanno uno spessore di 5 mm e nella parte inferiore erano visibili parziali sostituzioni e riparazioni. Tra queste sono sicuramente da annoverare quelle avvenute a causa dei danni provocati dal fulmine che il 19 ottobre 1929 colpì la torre.[1] Il piombo è unito alle lastre in pietra attraverso sottili barre verticali in ferro innestate sulla pietra con perni fissati con colature a piombo. Le barre erano corrose dalla ruggine e nei tratti in cui il piombo è stato sostituito sono state cambiate con altre in acciao inox. I nuovi perni sono stati fissati come quelli esistenti con colatura di piombo, mentre i fogli di piombo sono stati assemblati con piegatura delle giunzioni secondo la lavorazione tradizionale (fig. 9). Sul pavimento è stato steso un massetto in calce e cocciopesto per correggere la pendenza che a causa dell'inclinazione della torre sui lati est e nord non garantiva lo scolo dell'acqua. Sono stati inoltre aperti dei nuovi scarichi a metà di ogni lato, nei punti in cui sono ancora visibili le tracce di scoli precedenti. Sopra al sottofondo è stato realizzato un vespaio a doppio strato anticondensa sul quale sono state posate le nuove lastre in piombo. Durante la rimozione del piombo sono state rinvenute tre lastre di pietra incise, disposte su lati diversi; non è del tutto chiara l'interpretazione delle iscrizioni perché nei documenti non sono stati trovati riscontri dei nomi e delle date indicate (figg. 10-12). Sul lato est a circa 130 cm dal pavimento della balconata, proprio al di sopra di una delle iscrizioni, era visibile una lastra distaccata che è stata rimossa per verificarne l'ancoraggio.
Al di sotto era presente un caricamento di malta di quasi 6 cm di spessore e nella parte superiore, verso il centro, un foro rettangolare di pochi centimetri con i resti polverizzati di un pezzo in legno.
Al centro dell'impronta, nella parte inferiore, è stato praticato un piccolo carotaggio per verificare consistenza e composizione del muro, che è risultato dello spessore complessivo di 60 cm, realizzato in mattoni tenuti assieme da malta di calce abbastanza tenace (fig. 13). La parte terminale della guglia è ancora in buono stato e sono state necessarie solo piccole riparazioni sul piombo, mentre la croce e il pomo dorato sono stati puliti e protetti senza intervenire sulla doratura ormai parzialmente mancante. Alla base della croce una targhetta ricorda l'illuminazione attuata in occasione del congresso eucaristico del 1948 (fig. 14).

[1] Vedi descrizione dell'evento e immagini dei danni in Lombroso L. e Quattrocchi S., *L'osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche,* SMS Edizioni - Società Meteorologica Italiana con Fondazione Cassa Risparmio Modena, 2008, p. 316.

The upper balcony

The balustrade has been completely dismantled so that it could be consolidated as described in detail in the chapter on stones.
This permitted an easy replacement of the lead bands that covered the first 2 meters of the spire and the balcony floor, that was cracked in several places which allowed water to filter inside.
The 5 mm thick slabs were laid in 1890 and on the lower part, partial replacements and repairs were visible.
Among these are undoubtedly those damaged as a result of the lightning that struck the tower on October 19th, 1929.[1]
The lead is attached to the stone slabs by thin vertical iron bars, grafted to the stone with bolts fixed by molten lead.
The bars were corroded by rust and in places where the lead had been substituted, they had been replaced by stainless steel ones.
The new bolts were fixed as previously with molten lead, while the sheets of lead were assembled bent at the joints, according to the traditional process (Fig. 9).
On the floor a bed of hydraulic lime and crushed bricks was laid to correct a slope, which due to the inclination of the tower on the east and north sides could not guarantee water drainage.
Furthermore, new drains were opened halfway up on each side, where traces of the previous ones can still be seen.
Above the substratum a double layer anti-condense loose stone foundation was made on which new lead slabs were laid.
During the removal of the lead three engraved stone slabs were found arranged on different sides; the interpretation of the inscriptions is not completely known because no names nor dates were indicated in the documents (Figs. 10-12).
On the east side at about 130 centimeters from the balcony's floor, right above one of the inscriptions, a detached slab could be seen which has been removed to check the anchor.
Underneath was a load of mortar almost 10 cm thick and in the top part, towards the center was a rectangular hole of a few inches with the pulverized remains of a piece of wood. At the center of the mark, at the bottom, a core has been drilled to check the consistency and composition of the wall, which was an overall thickness of 60 cm, made of bricks held together with strong lime mortar (Fig. 13).
The tip of the spire is still in good condition and only small repairs on the lead were necessary, while the cross and the golden knob have been cleaned and protected without intervening on the gilding, now partially missing. At the base of the cross a plate recalls the illumination of the Tower performed during at the Eucharistic Congress in 1948 (Fig. 14).

[1] See description and images in Lombroso L. e Quattrocchi S., *L'osservatorio di Modena: 180 anni di misure meteoclimatiche,* SMS, 2008, pg. 316.

Fig. 15 Particolare del pavimento realizzato nella balconata inferiore per coprire la cerchiatura.
Details of the pavement made in the lower balcony to cover the encircling ties.



Fig. 16 Operazioni di sigillatura e stesura del protettivo al paramento lapideo della guglia.
Sealing of cracks and brushing of consolidants on the stone slabs of the cusp.





La balconata inferiore

Il restauro della balconata inferiore si è rivelato più complicato del previsto. Sono state smontate le colonnine e il basamento ma non gli otto pilastri angolari, coronati da fiamme, e la cimasa.
Questi elementi erano infatti tra loro saldamente ancorati e, nello stesso tempo, avevano fratture tali che la loro movimentazione ne avrebbe compromesso il recupero (cfr. *supra* Lugli *et al.*). Il livello originale del pavimento era stato alzato con mattoni e cemento per lo spessore di 20 cm, fino alla base delle colonnine, e poi ricoperto con il piombo. Quest'ultimo, fessurato in più punti, lasciava percolare l'acqua fino all'interno del vano della scala elicoidale.
Il riempimento incongruo è stato rimosso ed è stato ripristinato il piano originale sul quale è stato steso il nuovo piombo con le medesime modalità attuate per la balconata superiore. Anche in questo caso sono stati riaperti gli scarichi e inseriti i gocciolatoi per allontanare l'acqua dalle pareti della torre.
Un pavimento galleggiante in lamiera forata consente di alloggiare la cerchiatura realizzata per consolidare la guglia (cfr. *infra* Coisson *et al.*, *Le cerchiature: minimi interventi per la stabilità*), mantenendola coperta ma agevolmente raggiungibile per i periodici interventi di manutenzione e tensionamento (fig. 15).

Il rivestimento della guglia

Tutto il rivestimento in pietra è stato pulito con *vapor-jet*, trattato con antivegetativo, stuccato, consolidato e protetto con un prodotto silossanico in nano-dispersione acquosa. È stata generalmente sufficiente una pulitura a vapore perché il paramento, rinnovato alla fine dell'Ottocento, non presentava particolari problemi di croste nere ma soprattutto un diffuso attacco biologico. Solo alcuni punti delle modanature in cui le croste nere erano più spesse sono stati trattati con impacchi localizzati di soluzione di carbonato d'ammonio. Un grande lavoro di stuccatura è stato necessario per prevenire il distacco di frazioni superficiali di pietra. Il materiale impiegato in tutta la parte superiore della torre, a partire da 40 metri d'altezza, è l'ammonitico veronese, pietra che per caratteristiche naturali è soggetta a distacchi di noduli (vedi descrizione in *La torre Ghirlandina* 1, p. 99). Le stuccature sono state eseguite con malta di calce e polvere di pietra, seguendo le diverse tonalità dell'ammonitico (fig. 16). Le sigillature dei giunti sono state eseguite in due strati, con iniezioni di malta a ritiro compensato nelle fenditure profonde e finitura a elastomero fluorurato e polvere di pietra. L'elastomero in eccesso è stato rimosso con cotone imbevuto di acetone; questo metodo potrà essere utilizzato in futuro quando se ne rendesse necessaria la completa asportazione. Interessante notare che negli otto lati la mezzeria è contrassegnata da croci incise sulle pietre, che potevano essere di riferimento nel montaggio. Su tutte le superfici della guglia è stato steso il protettivo denominato commercialmente *Nanorep*.

The lower balcony

The restoration of the lower balcony turned out to be more complicated than expected.
The columns and bases were dismantled, but not the 8 corner pillars, crowned with flames, or the coping. In fact these elements were firmly anchored together and at the same time had such cracks that their movement would have compromised their recovery (see Lugli *et al.*, contribution in this volume).
The original floor level had been elevated with bricks and cement to a thickness of 20 cm, up to the base of the columns and then covered with lead.
It cracked in many parts and water percolated into the room with the spiral staircase.
The incongruous filling was removed and the original floor was restored, new lead was laid with the same procedures used for the upper balcony.
Even in this case drains were reopened and drain pipes were inserted to divert water from the tower walls.
A perforated floating floor plate made it possible to put in encircling ties designed to consolidate the spire (see Alfieri *et al.*, contribution), keeping it covered but easily accessible for regular maintenance and tightening (Fig. 15).

The veneer

All the stone veneer was cleaned with vapor-jet, treated with anti-mold agents, plastered, reinforced and protected with a siloxane product in aqueous nano dispersion. A steam cleaning was generally sufficient because the facing, renovated at the end of the nineteenth century did not have particular problems of black crusts, but rather a widespread biological attack. Only in some areas of the moldings in which the black crusts were thicker, were they treated with localized packs of ammonium carbonated solution.
A major plastering intervention was necessary to prevent the detachment of superficial fragments of stone. The variety of material used in the entire top part of the tower, from a height of 40 meters, is the ammonitico veronese stone that due to its natural features is subject to nodule detachment (see description in *The Ghirlandina Tower* 1, pg. 99).
The plastering was carried out with lime mortar and stone powder, following the various shades of ammonitico (Fig. 16).
The sealing of the joints was carried out in two layers, with an injection of compensated shrink mortar in the deep cracks and finished fluoride elastomer and stone dust.
The excessive elastomer was eliminated with cotton soaked in acetone; this method can be used in future if complete removal will be necessary.
It is interesting to note that the center line of each of the eight sides is marked with crosses carved into the stones, that could have served as a reference in their assembly.
On the total surface of the spire a protection commercially called Nanorep has been applied.

L'ottagono

La balconata poggia sul tamburo ottagonale nella cui parte superiore si aprono tre nicchie semicircolari per ogni lato. Sono realizzate in mattoni curvi e intervallate da piastrini in pietra come il resto del rivestimento. La parte superiore delle nicchie, di forma semicircolare, è ricavata da un unico blocco di pietra e poggia sui piastrini. Il motivo architettonico ripete quello sottostante alla balconata superiore, in cui le nicchie sono due per lato e interamente realizzate in pietra.

Nella muratura vi sono numerose e profonde lesioni verticali nel punto in cui i mattoni circolari affiancano il piastrino formando dei piccoli triangoli. Queste sono alcune delle discontinuità dalle quali l'acqua ha più facile accesso all'interno.

Per ripristinare la connessione tra i mattoni e i piastrini sono stati inseriti numerosi microperni in vetroresina della lunghezza di 8-10 cm, fissati a resina e poi stuccati con malta ed elastomero per rendere la frattura impermeabile all'acqua (figg. 17-18).

Sulla superficie dei mattoni sono presenti tracce di due strati di sagramatura sovrapposti, di cui sono stati prelevati due campioni sul prospetto ovest. Si tratta in entrambi i casi di un intonachino a base di calce idraulicizzato con cocciopesto. La gascromatografia eseguita dalla dottoressa Baldan dell'R&C Lab ha rilevato la presenza di olio di papavero, steso probabilmente come protettivo a seguito di un precedente restauro.

Non è stata possibile la reintegrazione perché le parti residue erano estremamente ridotte, ma la sagramatura è stata rifatta ricoprendo il fondo con una rasatura e ottenendo uno strato finale perfettamente liscio e simile all'originale. La superficie così ottenuta è stata mantenuta bagnata durante la lavorazione per avere una essiccatura lenta che eviti la formazione di cavillature.

La sagramatura è stata eseguita anche sulla voltina in pietra, lasciando scoperta una striscia corrispondente allo spessore dei piastrini per dare continuità all'arco (fig. 19).

Al di sotto delle nicchie si aprono le otto grandi bifore gotiche: spiccano dalla tamponatura in muratura lisciata e velata finemente che chiude l'arco che le contiene.

La velatura è ormai visibile solo nei punti di connessione con le pietre, ma lo stato di conservazione della muratura è ancora buono. Anche in questo caso è stata riproposta una finitura con tecnica analoga all'originale, composta con grassello di calce, cocciopesto e terre naturali, aggiunte per ottenere una cromia simile all'esistente.

The octagon

The balcony rests on an octagonal barrel with three semicircular-arched niches on top for each side. They are made with curved bricks and spaced by stone strips like the rest of the veneer.

The top part of the semicircular niches, is made up of one stone block and lays on the strips.

The architectonic motif repeats the one below the top balcony, in which the niches are two for each side and entirely made of stone.

In the masonry there are numerous deep vertical lesions next to where the circular bricks and the strips form a small triangle in the masonry.

These are some of the discontinuities from which facilitate water infiltration.

To restore the connection between the bricks and the stones numerous 8-10 cm fiberglass micro-pins have been inserted, sealed with resin and then plastered with mortar and elastomer to make the fracture waterproof (Figs. 17-18). The surface of the bricks showed traces of two overlapped layers of sagramatura of which two samples were taken from the western façade.

In both cases it was a plaster made up of hydraulic lime and crushed bricks.

The gas chromatography carried out by Dr. Baldan of R&C Lab have shown the presence of poppy oil seed, probably given as a protection following a previous restoration.

A reintegration was not possible because the remaining parts were extremely small, but the sagramatura was redone covering the base with a finish and obtaining a final perfectly smooth layer and similar to the original.

The surface thus obtained was kept wet to have a slow drying procedure which avoids the formation of cracks. The sagramatura was also carried out on the stone vaulted-ceiling, leaving an exposed strip corresponding to the thickness of the stones to give continuity to the arch (Fig. 19).

Under the niches 8 large Gothic mullioned two-light windows are seen; they stand out from the smooth masonry, covered with a very thin finishing veil, that closes the arch that holds them.

The finishing veil is only visible at the points where the stones are connected but the masonry is still well-preserved.

Again in this case a finish was proposed which revived a technique similar to the original, made up of slaked lime, chamotte and natural earth, added to obtain a tint similar to the existing one.

Fig. 17 Una delle nicchie poste al di sotto della balconata superiore.
One of the alcoves under the higher balcony.

Fig. 18 Particolare che mostra l'inserimento dei perni per il consolidamento delle nicchie.
Details that show the insertion of pins for consolidation of the alcoves.

Fig. 19 Nelle nicchie è stata eseguita la sagramatura, il particolare mostra la finitura sull'arco in pietra.
Details shows the alcoves and the Bolognese curtain walls finish carried out on the stone arch.


Fig. 17


Fig. 18


Fig. 19

Fig. 20 Parte ottagonale, particolare che mostra la tessitura dei mattoni, punto di raccordo del bardellone che corona l'elemento in pietra.
Octagonal part, the detail shows the texture of the bricks, the connecting point of the bardellone that crowns the element in stone.

Fig. 21 Operazione di velatura della muratura.
Finishing veil operation of the masonry.

Fig. 22 Particolare che mostra la tamponatura con mattoni disposti in diagonale per ridurre la dimensione della bifora.
Details show the filling with bricks laid diagonally to reduce the dimensions of the mullioned two light window.

Figg. 23-24 Al di sotto dell'arco cinquecentesco sono visibili due elementi in pietra disposti a formare l'originale arco a sesto acuto.
Underneath the 16th century arch two stone elements can be seen to form the original round arch.


Fig. 20


Fig. 21


Fig. 22


Fig. 23


Fig. 24

Il materiale è il medesimo utilizzato per la sagramatura ma in questo caso è stato fortemente diluito con acqua. La stesura è stata effettuata a pennello, con successiva sfregatura a tampone per una completa saturazione dei pori e lucidatura finale con panno di lana.
La velatura lascia trasparire la tessitura dei mattoni che in questo caso è particolarmente raffinata (figg. 20-21).
Quattro di queste bifore danno luce all'ambiente della scala elicoidale, le altre sono tamponate in muratura a vista e sono state trattate anch'esse a velatura. In quella sul lato nord-ovest si innesta esternamente la scala.
La parte lobata superiore delle finestre aperte è stata tamponata per regolarizzare l'apertura e ospitare un serramento. Tale chiusura è in mattoni disposti in diagonale, che sono stati puliti con l'impiego del *vapor-jet*, stuccati e velati (fig. 22).
Nella tamponatura in mattoni dell'arco superiore della bifora del lato nord è stato rimosso un breve tratto di tubo in ferro arrugginito, inserito in uno scasso aperto della muratura, che probabilmente sostituiva un precedente sistema di carrucole per il sollevamento dei materiali da terra.
L'ipotesi è sostenuta dalla presenza all'interno, nel medesimo punto, di un aggancio in ferro e da incavi sulla pietra lobata di una della due parti della bifora, che potrebbero essersi formati con lo sfregamento delle corde.
Tutto il rivestimento in pietra del tamburo ottagonale, dalla base quadrata fino alla balconata inferiore, è frutto di un restauro cinquecentesco di riparazione dei danni dei terremoti del 1501 e 1505, e dei fulmini che avevano provocato vari dissesti.
Gli archi superiori delle bifore gotiche sono infatti a tutto sesto e lasciano intravedere i due segmenti sottostanti che formavano un sesto acuto (figg. 23-24).
Sui bordi delle bifore si può notare che le lastre dei due rivestimenti sono accostate una all'altra senza continuità.
Le pietre sono infatti ammorsate a quelle del rivestimento originale con grappe in metallo fissate a piombo, nella maggior parte dei casi stuccate a resina nel precedente restauro e ora in fase di distacco.
Nel resto del paramento lapideo tale sistema di fissaggio non è mai utilizzato. Zanche, staffe, perni e altri elementi in metallo sono stati utilizzati generalmente in caso di interventi di sostituzione di conci e lasciati a vista.
Sotto all'ottagono termina la parte a base quadrata della torre.

The material used was the same as that for the sagramatura but in this case it was heavily diluted with water.
It was applied by a brush and then pad scrubbed for a complete saturation by the pores and finally polished with a woolen cloth.
The finishing veil allowed the texture of the stones to show through, which in this case was particularly refined (Figs. 20-21).
Four of these mullioned windows give light to the spiral staircase room, the others have been bricked shut and have also been treated with an finishing veil. The mullioned window on the north west side provides access to the outside stairs. The top lobed parts of the opened windows was sealed to regulate the opening and for the placement of infilling.
The infilling is made of bricks laid diagonally that have been cleaned with the use of vapor-jet, plastered and veiled (Fig. 22).
In the walled top arch of the mullioned window on the north side, a small rusty iron pipe was removed which had been inserted into an opening in the masonry, probably to be used instead of a pulley system for lifting material from the ground.
This hypothesis is supported by the presence inside, in the same place, of an iron hook and grooves on the lobed stone of one of the two parts of the mullioned window that could have been formed by the friction from the ropes.
All the stone cladding of the octagonal barrel, from the square base up to the lower balcony, is the result of a sixteenth century restoration to repair the damage caused by earthquakes in 1501 and 1505 and being frequently struck by lightning.
The top arches of the Gothic mullioned two-light windows are in fact round arches and show a glimpse of two underlying segments that formed a pointed arch (Figs. 23-24).
On the borders of the mullioned windows it can be noted that the slabs of the two veneers are next to one another without continuity.
The stones are in fact clamped to the original veneer by metal grips sealed with lead, in most cases plastered over with resin during the last restoration and now coming detached.
In the rest of the outer wall, this anchoring system has never been used.
Clamps, brackets, bolts and other metal elements were generally used to attach replacements of blocks and left exposed. Under the octagon, the square, base part of the tower ends.

Il tronco

Il tronco della torre è suddiviso esternamente in sei livelli evidenziati da cornici decorate. È la parte in cui sono più evidenti le fratture e le croste nere, maggiori ai piani più bassi dei lati sud e ovest dove il fuori piombo delle pareti protegge le superfici dal dilavamento delle piogge. Sui lati est e sud di tutto il tronco sono presenti tracce di patine di colore ocra chiaro. Si tratta di protettivi stesi in epoca sconosciuta che hanno contribuito a conservare le superfici e che nel restauro sono stati interamente mantenuti. La pulitura con il sistema *vapor-jet* sulle superfici compatte consente infatti di operare in modo estremamente selettivo, graduando la pulitura che può essere ripetuta fino al livello di rimozione desiderato. La pulitura con impacchi di carbonato è più difficile da controllare ed è stata eseguita solo dopo che l'intervento con il vapore non si era mostrato efficace. Per avere comunque buone garanzie sono state testate soluzioni a diversa concentrazione e durata, preferendo concentrazioni basse e tempi brevi, eventualmente ripetuti. L'impacco è stato eseguito solo sulla porzione in cui la crosta non era stata rimossa dal vapore, senza interessare le aree già pulite per evitare una pulitura troppo profonda. I risultati ottenuti sono generalmente buoni: solo in alcuni casi la pulitura ha evidenziato i contrasti tra le parti pulite e quelle che non è stato possibile pulire, senza dover asportare lo strato superficiale della pietra. La rimozione delle resine impiegate nelle stuccature degli anni Settanta si è rivelata molto più impegnativa del previsto per la grande quantità di materiali che era stata messa in opera, e per la difficoltà di asportazione. Il distacco meccanico è stato utilizzato sulle parti già fratturate e spesso con una perdita superficiale di pietra. Impacchi con il prodotto denominato *Epoxy remover* sono stati invece eseguiti sulle parti decorate, con tempi lunghi di applicazione e ripetendo più volte l'operazione. Complessivamente la rimozione è stata molto limitata e non ha interessato tutte le parti in cui la resina è ancora ben aderente alla pietra.

Sesto piano

La copertura di raccordo tra il volume ottagonale e quello a base quadrata è rivestita in piombo.
Sono necessari diversi interventi di riparazione, perché da qui l'acqua si infiltra nel sottostante piano delle campane con evidenti efflorescenze saline e deterioramento delle catene. Il piano è coronato da un grosso cornicione modanato. Sui quattro prospetti si aprono le trifore, chiuse alla base da una balaustra, di disegno e materiale analogo a quello delle balconate. Probabilmente per esigenze strutturali il contorno delle aperture di tutto il piano è

The body of the Tower

The body of the tower is externally divided into six levels highlighted by decorated cornices.
This is the part where fractures and black crusts are more evident, mostly in the lower floors of the south and west sides and where the lead on the outside of the walls protects the surface from the rain.
On the eastern and southern sides of the trunk traces of a light ocher film is present. The film acted as a protective, laid in an unknown age that has contributed to the preservation of the surface and has been totally preserved in the restoration.
The cleaning of the firm surfaces with vapor-jet system, in fact, allows operation to proceed in a very selective way, graduating the cleaning that can be repeated until the desired level of removal is reached. The cleaning with wraps of carbonate is more difficult to control and was carried out only after steam intervention proved to be inefficacious. However, to obtain certainty of success, solutions had been tested at different concentrations and duration, preferring lower concentrations and less time, repeated eventually if necessary.
The wraps were carried out only on the portions where the crust had not been removed by the steam, and not affecting the areas already cleaned to avoid too deep a cleaning.
The results obtained were generally good, only in some cases did the cleaning show a contrast between the cleaned areas and those that were not possible to clean, without having to detach a superficial layer of the stone.
The removal of the resin used in the plastering done in the seventies turned out to be much more harder than foreseen, due to the great quantity used and the difficulty in its detachment.
Mechanical detachment was used on the already fractured parts and frequently causing a superficial loss of the stone. Wraps with a product called Epoxy remover were instead carried out on the decorated parts, which involved a long, slow application and several repetitions of the operation.
Altogether the detachment was very limited and did not involve all the parts where the resin is still very much adherent to the stone.

Level VI

The connection between the octagonal volume and the square base is covered in lead.
Several reparations are necessary because from here the water filtrates to the belfry below with evident efflorescent salts and deterioration of the chains.
The level is crowned with a big, molded, cornice.
All four façades have mullioned, three-light windows, closed at the base by a balustrade, of a similar design and material to that of the balconies.
Probably due to structural necessity, the frames of the all the openings on the whole level were



Fig. 25 Particolare delle prove di stuccature eseguite nella parte ottagonale lato sud della torre.
Details of the plastering tests carried out in the square part of the Tower.

stato ispessito, le colonne verso l'interno sono state inglobate nella muratura e alcuni tratti sono visibili sul lato nord. All'interno di questo piano sono state demolite le piccole tamponature che chiudevano i pilastri cavi, rilevando numerose infiltrazioni d'acqua e grande intensità di attacco biologico sui mattoni. Anche le pietre di questo piano hanno richiesto un notevole lavoro di stuccatura (fig. 25), eseguito con grande perizia dai restauratori. A partire da questo piano cessa la pratica del reimpiego di materiale romano e inizia l'utilizzo massiccio di ammonitico veronese acquistato appositamente (vedi cartografia a pag 98 del I volume).Subito al di sopra della cornice è prevista la posa di una cerchiatura in metallo, divisa in tre parti assemblate in opera, che avrà la funzione strutturale descritta più avanti in questo volume nel testo di Coisson *et al*.

Quinto piano

È il piano in cui si trova la cornice decorata più alta, costituita da una serie di archetti semicircolari con mensole figurate.
Sui prospetti si aprono le trifore ornate da magnifici capitelli. Anche in questo caso le aperture sono state ridotte in passato da una tamponatura in mattoni a vista. Sotto a ogni arco è aperta una finestrella ovale. Per evitare lo scivolamento dei mattoni che formano l'archetto ribassato della finestra erano state inserite biette di ferro, operazione che è stato necessario ripetere per mantenere l'arco in tensione. Le stesse finestre erano state chiuse da grate lobate in metallo di fabbricazione industriale, di cui è prevista la pulitura, verniciatura e rimontaggio. Il quinto è il piano denominato dei Torresani (o Torreggiani), dove sono ancora aperte, mimetizzate tra le pietre, due finestrelle che servivano per dare aria all'alloggio dei custodi della torre, realizzato su due livelli in quello che ora è un unico ambiente.

thickened, the inner faces of the columns having been incorporated into the wall and some parts of them can be seen on the north side.
On this level the little cladding that closed the hollow columns has been demolished, revealing numerous water infiltrations and an intense biological attack on the bricks. Even the stones on this level required an enormous amount of plastering, (Fig. 25) carried out following a major survey by the restorers.
In fact it is the level where the reuse of Roman material ceased and the massive use of ammonitico veronese, especially purchased for the purpose, starts. (See map on page 98, Volume I). Immediately above the cornice the installation of a metal encircling tie is foreseen, divided into three parts and assembled on site to provide the structural function described further on in this volume.

Level V

This is the level in which the highest decorated cornice is to be found, made up of a series of semicircular arches with figured protomes. Each side is adorned with mullioned, three-light windows with magnificent capitals. Also in this case, the openings of the arches had been partially bricked up at some point in the past. Under each arch is a small oval window. To avoid slippage of the bricks that form the lowered arch of the window, iron wedges had been inserted. This operation had to be repeated to maintain the arch in tension.
The same windows had been closed by lobed, metal grates of industrial manufacture of which the cleaning, painting and reassembly is foreseen.
This is the level named Torresani (or Torreggiani), where there are still two small windows, camouflaged among the rocks, which let fresh air into the keeper's lodgings in the Tower, originally consisting of to levels and later merged into a single space.

Quarto piano

In questo piano il paramento lapideo è il più integro di tutta la torre, realizzato quasi interamente in pietra di Aurisina.
È il piano in cui è maggiore il fenomeno di espulsione di cunei di pietra dagli spigoli, e in cui è stato realizzato il maggior numero di tagli nelle pietre angolari per prevenire la caduta di frammenti (cfr. *infra* Blasi *et al.*).
Sul lato est il primo archetto della cornice partendo da destra è lavorato a rilievo, mentre tutti quelli successivi sono solo disegnati sulla pietra con una incisone poco profonda. L'altezza dei conci impiegati è maggiore nella cornice di questo lato rispetto agli altri tre, nei quali la stessa dimensione è raggiunta con due file di blocchi più sottili sovrapposti. Non è noto se questa differente situazione rappresenti il frutto di un ripensamento, della mancanza di materiale o se, più probabilmente, i tempi del cantiere avessero imposto una messa in opera precoce (fig. 26).
Sulle facciate si aprono le bifore, suddivise da coppie di colonne, che sostengono dei pregevolissimi capitelli decorati. La bifora del lato nord è tamponata per l'intero spessore della muratura, che ingloba la colonna più interna, lasciando a vista solo parte di quella esterna. Non sono del tutto chiari i motivi di tale intervento, potrebbero essere strutturali perché dal sondaggio effettuato nella muratura si è visto che la colonna mostra segni di cerchiature asportate. È da segnalare che la finestra è attraversata a circa metà altezza dalla scala. La tamponatura è realizzata in mattoni sfalsati tra loro e la superficie esterna è rozzamente sbozzata e stuccata in superficie

Level IV

Of the whole tower the stone cladding on this level is the most intact, made nearly entirely in Aurisina stone. This is the level where the phenomena of expulsion of stone wedges from the corners is the greatest and where the majority of cuts were made to the corner stones to prevent the fall of fragments (a contribution by Blasi *et al.* can be seen in this volume). On the east side the first arch of the cornice, starting from the right hand side, is a carving, while the designs on all the others are only drawn on the stone with a shallow incision. The blocks used in the cornices on this side are taller compared to the other three, which achieve the same height with two rows of thinner blocks. It is not known if this difference represents the result of rethinking, of lack of material or if, most probably, the timing imposed on the construction site had determined an earlier implementation (Fig. 26).
On the facade are the mullioned, two-light windows, separated by pairs of columns, both bearing extremely valuable decorated capitals. The north side mullioned window was walled up for the entire thickness of the wall, incorporating the inner column, leaving exposed only a part of the outside one. The reason for such action is unclear, but it seems to have been dictated by structural problems as the assay revealed evidence that the column was in the past reinforced by a metal ring. It is important to notice that the window is crossed halfway by the staircase. The windows were walled up using bricks in a staggered pattern and the external surface is roughly hewn and plastered with cement mortar (Fig. 27). The base of the


Fig. 26


Fig. 27

con malta cementizia (fig. 27). Anche la base della finestra tamponata è diversa dalle altre, realizzata con lastre in pietra, sporgenti e inclinate verso l'esterno, mentre le basi delle finestre aperte sono in cotto. Da questo piano fino a terra sono state eseguite solo alcune delle operazioni di pulitura previste e il restauro dovrà essere completato.

walled-up window is also different from the others, made with sheets of stone, protruding and slanting towards the outside, while the bases of the open windows are in terracotta. From this floor down to the ground only some of the planned cleaning works have been performed and the restoration will be completed later.

Terzo piano

La cornice è formata da archi intrecciati che si raccordano agli angoli con grandi blocchi scolpiti. La pulitura delle sculture ha richiesto tecniche d'intervento diversificate a seconda delle condizioni di degrado e della natura della pietra. Si è preferito l'uso del vapore (fig. 28), integrato in alcuni casi con un tensioattivo (trietanolammina) per rendere più efficace l'azione di pulitura. Per le parti più delicate è stato impiegato anche il laser, strumento che, utilizzato correttamente, consente di mantenere inalterate le patine e rimuovere le croste nere anche nei punti più critici (fig. 29).
Mentre tutte le altre aperture sono disposte in modo centrale rispetto al piano, qui la monofora è aperta nella parte superiore, subito sotto alla cornice. Sia le monofore che le bifore del piano superiore si affacciano sulla canna della torre, che non ha piani intermedi, e non sono quindi raggiungibili dall'interno se non con grande difficoltà percorrendo passerelle in legno sostenute da mensole in arenaria.

Level III

The cornice is made up of interwoven arches whose intersecting corners are comprised of big carved blocks. The cleaning of the sculptures needed diversified technical interventions according to the level of degradation and to the type of stone. The use of integrated steam was preferred (Fig. 28), in some cases with a surfactant (Triethanolamine) so that the cleaning action was more efficacious.
A laser was also used for the more delicate parts, an instrument that when used correctly helps maintain the patina unaltered and removes the black crust even in critical parts (Fig. 29). While all the other openings are arranged centrally with respect to the level, here the window is higher up, immediately under the cornice. Both the single-light windows and the mullioned two-light windows on the top level face the barrel of the tower that does not have intermediate levels and therefore are not reachable from the inside, if not with great difficulty moving along wooden passages supported by ledges of sandstone.


Fig. 28

Fig. 26 IV piano lato est, particolare che mostra come solo il primo archetto della cornice sia lavorato a tutto tondo.
IV level east side, details that show how only the first arch of the frame has been worked all round.

Fig. 27 Particolare che mostra il sondaggio che è stato eseguito nel tamponamento della bifora del lato nord, in cui il capitello appare ancora integro mentre la colonna era stata cerchiata.
Details showing the survey that was carried out in the filling of the mullioned two light window on the north side, in which the capital is still intact while the column has been circled.

Fig. 28 Pulitura a vapor-jet di una scultura posta alla II cornice, lato sud.
Cleaning with vapor-jet of a sculpture laid in the II frame on the south side.

Fig. 29 Operazione di prova per la rimozione delle croste nere eseguita con strumento laser.
Test for the removal of the black crusts carried out with a laser instrument.

Fig. 30 Particolare che mostra come le mensole e le aree sottostanti sono dilavate dalle piogge, mentre nelle zone protette dagli archi si formano le croste nere.
Details that show how the corbels are washed by the rain and the protected areas under the arches are covered by black crust.

Fig. 31 I piano, parete est, campione di crosta nera, stato di fatto.
I level, east wall, sample of black crust, state of fact.

Fig. 32 I piano, parete est, campione di crosta nera, risultato di rimozione con pulitura mediante vapor-jet che mostra come in alcuni casi le croste superficiali vengano interamente rimosse con facilità senza uso di solventi.
I level, east wall, sample of black crust, the result of removal by means of vapor-jet that demonstrates how in some cases the superficial crusts are entirely removed without the use of solvents.

Fig. 29



Secondo e primo piano

I due piani inferiori sono quelli in cui la presenza delle croste nere è più evidente. Purtroppo, gli archetti convogliano l'acqua piovana verso le mensole, sotto le quali si formano lunghe colature (fig. 30). La rimozione delle croste nelle parti più lontane dalle cornici è stata molto semplice sui lati est e nord: con il solo uso del vapore e uno spazzolino morbido, le pietre nere sono ritornate completamente pulite, più chiare rispetto a quanto ci si potesse aspettare, ma con le patine perfettamente conservate (figg. 31-32). Lo stesso risultato di pulitura con il *vapor-jet* non si è ottenuto sugli altri lati, in particolare quello ovest, dove la ristrettezza degli spazi rispetto ai fabbricati vicini non agevola la circolazione dell'aria e facilita la formazione di depositi.

Level II and I

The two lower levels are those in which the presence of black crusts were most evident. Unfortunately, the arches conveyed the rain water towards the carved figures, under which long drip stains were formed (Fig. 30). The removal of the crusts in the most distant parts of the cornices on the east and north sides was very easy: using only steam and a soft brush, the black stones came completely clean, much clearer than expected and with the patina perfectly preserved (Figs. 31-32).
The same cleaning result with vapor-jet was not obtained on the other sides, particularly the west where the narrowness of the space with respect to the nearby buildings did not help air circulation and so facilitated the formation of deposits.

Fig. 30



Fig. 31

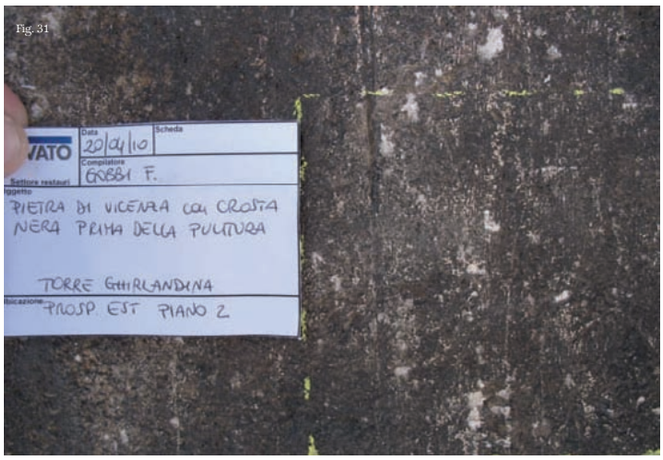
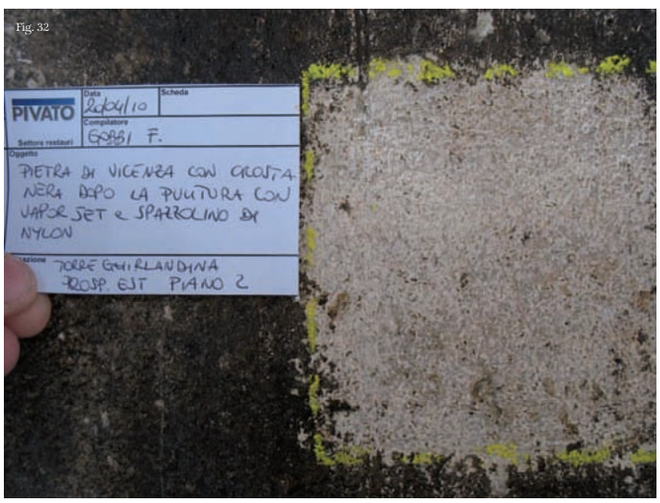


Fig. 32



In questo caso per rimuovere le croste nere più spesse è stato necessario l'intervento con impacchi di carbonato d'ammonio.
Il restauro sarà completato con altre operazioni di pulitura e stuccatura, con la stesura dei diversi protettivi, con la posa delle copertine in piombo sulle cornici, la verifica del parafulmine, la sistemazione dei serramenti e di sistemi di dissuasione dei piccioni.
Cogliendo appieno lo spirito della proclamazione del 2010 ad "Anno internazionale della biodiversità", il nostro intervento con l'assistenza del Servizio Veterinario dell'AUSL di Modena ha cercato di conciliare le esigenze del restauro con il mantenimento delle condizioni favorevoli al ritorno della colonia di rondoni comuni a nidificare nelle buche pontaie[2] della Torre una volta rimosso il ponteggio.
A tale scopo, dovendo impedire ai colombi di usare le buche per nidificare, perché provocano danni al monumento e disagi alle persone, ci si è orientati a escluderli in modo selettivo, riducendo le dimensioni delle aperture ma lasciandole accessibili per i rondoni e altre specie di chirotteri (pipistrelli). Durante i lavori si è constatato che le buche erano state modificate anche nel corso di precedenti restauri, ostruendole parzialmente con un pezzo di mattone fissato a malta cementizia, probabilmente sempre con il fine di allontanare i piccioni. Tali ostruzioni erano state realizzate con soluzioni disomogenee, ma efficaci per contrastare i piccioni e nello stesso tempo ha favorito i rondoni che necessitano di aperture di dimensioni inferiori, non creano problemi di imbrattamento e sono, come molti pipistrelli, importanti insettivori antropofili. Si è così stabilito di razionalizzare tale soluzione ed estenderla a 200 buche pontaie, collocate nella parte più alta del tronco quadrato, in posizione adatta ad attrarre e ospitare nuovamente la colonia di rondoni comuni. Il foro d'ingresso delle buche è stato ridotto a 3,5/5 cm di altezza fissando due cunei di mattoni accoppiati a formare un parallelepipedo a base triangolare, in modo di impedire l'ingresso dei piccioni e nel contempo di agevolare l'uscita dei rondoni dall'interno (fig. 33). Le buche situate in posizione più bassa vengono chiuse con una retina in acciaio per impedire l'accesso ai volatili e garantire la circolazione dell'aria. Alcune buche sono infatti passanti per tutto lo spessore della parete, e mantenerle permeabili all'aria aiuta a migliorare la scarsa ventilazione interna. La torre è utilizzata come posatoio dal falco pellegrino ed è stata visitata da un esemplare anche durante i lavori. Non è però un luogo di nidificazione. Al termine del restauro della balconata superiore è stato posato un nido artificiale, sul lato nord opposto

In this case, to remove the thicker black crusts ammonium carbonate wraps were needed. The restoration will be completed with other cleaning and plastering works and coating of several protective agents, the installation of lead covers on the cornices, the testing of the lightning rod, repair of the locks and of the pigeon dissuasion systems. Fully embracing the spirit of the proclamation of 2010 as International Year of Biodiversity, our intervention, with the assistance of the Veterinary Service of AUSL in Modena, has sought to reconcile the demands of the restoration with the creation of favorable conditions for the return of swifts to nest on the tower once the scaffold has been removed.
In the project calls for a reduction of putlog holes[2] to keep pigeons from using them and thus prevent the damage and inconveniences they provoke. During the work it was found that the holes had also been modified in the previous restoration by partially obstructing them with a piece of brick fixed with cement mortar, probably with the same aim of keeping the pigeons away. These obstructions were made with non homogeneous solutions, but the result was an efficacious system to counteract the pigeons and at the same time helping the swifts and bats, who need a smaller opening and do not create the serious problems that are characteristic of pigeons.
It was therefore agreed to rationalize this solution and extend it to 200 putlog holes, located at the highest parts of the square trunk of the tower, in a suitable position to attract and again host the colony of common swifts.
The entrance hole was reduced to a height variable from 3.5 to 5 cm by fixing two wedged bricks together to make a triangular-based parallelepiped, a wedge able to prevent the entrance of pigeons but at the same time to facilitate the exit of swifts from the inside (Fig. 33). The holes located in the lower positions are closed with a steel net to prevent access to birds and guarantee adequate air circulation. Some of the holes penetrate through the whole thickness of the walls and keeping them permeable to the air helps to improve the poor ventilation inside.
The tower is used as a perch for the Peregrine Falcon which has been seen during the restoration. It is not however a site of nesting. At the end of the restoration of the top balcony, an artificial nest was put on the north side, opposite of the

all'ingresso, auspicando che in futuro questo falcone possa riprodursi anche nella nostra città, come già avviene sul campanile di San Petronio a Bologna o sulla cupola del Brunelleschi a Firenze. I contributi che seguono completano la descrizione dei lavori eseguiti, alcuni dei quali sono ancora incompleti e saranno terminati il prossimo anno con il ritorno della bella stagione, periodo più adatto di quello invernale alle delicate operazioni di restauro, che saranno affidate a nuova ditta. Come tutti i restauri si tratta di un lavoro non definitivo: la sua durata sarà proporzionale alla manutenzione programmata che sarà eseguita e alle condizioni ambientali dell'intorno. Il numeroso gruppo di tecnici, studiosi, restauratori che hanno contribuito all'esecuzione di questo restauro, lo hanno fatto con grande passione e impegno, anche nei momenti più difficili, segno di responsabilità e rispetto e attrazione per il fascino che la Ghirlandina con la sua storia riesce a esercitare. A tutti loro un sentito ringraziamento. In un prossimo futuro sarà necessario programmare il restauro degli ambienti interni della torre, degradati dall'umidità, che sono oggi indegni di rappresentare tanta bellezza.

entrance, hoping that the falcon will breed in our city, as already happens in the bell tower of San Petronio in Bologna and at the Brunelleschi dome in Florence. The chapters that follow complete the description of the works carried out, some of which are still incomplete and shall terminate next year when the good weather returns, more suitable than winter for the delicate restoration works that will be completed by a new company. Like all restorations the work is not definite, its duration will be proportioned to future maintenance that shall be carried out. The many technicians, scholars, restorers who have contributed to the execution of the restoration, have done so with great passion and commitment, even in the most difficult moments, a sign of responsibility and respect and for the fascination that the Ghirlandina with its history still exercises. o all of those involved a heartfelt thank you. In the near future it will be necessary to plan the restoration of the interior spaces of the tower, decayed by humidity, that are today unworthy to represent so much beauty.



Fig. 33 Esempio di riduzione di una buca pontaia con l'impiego di cunei di mattoni.
Example of the reduction of a putlog hole with the use of wedge bricks.

[2] Le buche pontaie sono le tracce conservate nelle murature delle strutture di ponteggio che venivano approntate per la costruzione. Nel nostro caso sono fori quadrati e rettangolari di misure variabili tra 11x11 cm e 13x15 cm per lo più passanti, secondo la distribuzione già illustrata nel primo volume a p. 75. Le buche prossime allo spigolo esterno non sono ortogonali rispetto al paramento ma sono inclinate di 45° verso l'esterno della facciata.

[2] The putlog holes are the preserved traces in the walls of the scaffolding structures that were used for construction, in our case square and rectangular holes of various measurements between 11x11 cm and 13x15 cm most of which perforated the whole thickness of the wall, distributed according to the layout already illustrated in volume I on pg. 75. The holes near the outside corners are not orthogonal with the stone facing but slope by 45° toward the outside of the façade.

LE BALCONATE E LE PIETRE DELLA CUSPIDE: DAL RILIEVO AL RESTAURO

THE BALCONIES AND THE STONES OF THE CUSP: FROM THE SURVEY TO THE RESTORATION

Stefano Lugli, Grazia Lanzoni e Carlotta Melloni

Fig 1. Una fase dell'analisi dello stato di degrado sugli elementi delle balaustre smontate.

Analysis of the degradation phenomena on the removed elements of the balcony.



La parte sommitale della torre Ghirlandina è costituita da una lanterna e da una cuspide a base ottagonale, che si imposta a una quota di 59 metri dal piano di campagna e si sviluppa in verticale per circa 26 metri. La geometria della struttura viene evidenziata da otto costoloni che dalla sommità scendono alla base della cuspide formando una piramide a base ottagonale.
La cuspide è ornata da due balconate ottagonali: una alla base, collocata a quota 60 metri, e una minore situata a 78 metri di altezza. Le balconate rappresentano elementi molto importanti nella struttura della torre, tanto che una delle ipotesi sull'origine del nome Ghirlandina fa riferimento proprio alle due balaustre, denominate ghirlande, che ne coronano la sommità (Valdrighi 1876).

The upper part of the Ghirlandina Tower consists of a lantern and an octagonal cusp which base is at an altitude of 59 m from the ground and spread vertically for about 26 m. The geometry of the structure is highlighted by eight angular ribs, forming a pyramid with an octagonal base.
The cusp is adorned with two octagonal balconies, one at the base, at an altitude of 60 m, and a smaller one at 78 m.
The balconies are very important elements in the structure of the tower, and one of the hypotheses on the origin of its name refers to the two Ghirlandina balustrades, called garlands, which crowns the summit (Valdrighi 1876).

La balconata inferiore è composta da 64 colonnine, otto per lato, montate su di un'unica lastra di pietra scolpita che funge da basamento. Sopra le colonne è collocata una cimasa, mentre agli angoli si trovano otto pilastri angolari sormontati da elementi che terminano con una sfera coronata da una fiamma.
La balconata superiore è composta da 24 colonne, tre per lato, montate su singoli dadi e completate, come in quella inferiore, con una cimasa. Anche qui si trovano i pilastri angolari che sono però ornati da semplici sfere. L'intera cuspide e le balconate sono realizzate in Rosso Ammonitico, con una ridotta quantità di Scaglia rossa (Lugli *et al.* 2009).
Tali litotipi presentano una struttura nodulare e notevoli discontinuità, con fessurazioni naturali importanti, le stiloliti, contenenti una matrice a consistenza terrosa costituita da minerali argillosi e ossidi e/o idrossidi di ferro, che viene dilavata dagli agenti atmosferici.
Le lacune e le fessurazioni che si creano diventano vie d'accesso preferenziali per l'acqua meteorica che continua la sua azione dilavante nella parte interna degli elementi, determinando scagliature e distacchi di materiale.
Sono proprio le balconate che presentano entità di degrado più marcate rispetto agli altri elementi della torre (fig. 1). Ricordiamo che fu proprio da una colonnina della balconata inferiore che si staccò il frammento che precipitò al suolo nel maggio 2006. In preparazione degli interventi di restauro sono stati raccolti numerosi dati relativi ai materiali impiegati e allo stato di degrado.

The lower balcony consists of 64 columns, eight per side, mounted on a single slab of carved stone that serves as the base. Above the columns is placed a moulding and at the corners are eight pillars surmounted by angular elements that end with a sphere topped by a flame. The upper balcony consists of 24 columns, three per side, mounted on individual dice, and topped, as in the lower, by a moulding. Also here are the corner pillars which are decorated with simple spheres.
The entire cusp and the balconies are made of Rosso Ammonitico, with a small amount of Scaglia rossa (Lugli *et al.* 2009).
These lithotypes show a nodular structure and significant discontinuities with important natural fissures, the stylolites, containing an array of earthy substance consisting of clay minerals and iron oxides and/or hydroxides of, which is washed away by rainwater.
Gaps and fissures become access way for meteoric water washout, causing flaking and detachment of material.
The balconies are the elements of the tower showing the maximum extent of degradation (Fig. 1).
It was a fragment detached from a column of the lower balcony that fell to the ground in May 2006.
In preparation for the restoration, extensive data about the materials and state of degradation were collected.

Sono stati presi in esame i singoli elementi che compongono le balconate e, in base all'osservazione delle caratteristiche di conservazione del materiale costitutivo, sono state catalogate le diverse problematiche. Una prima analisi di degrado è stata effettuata con gli elementi ancora in loco; la seconda analisi è stata condotta successivamente allo smontaggio (fig. 1, 2). Per ogni elemento sono state annotate le caratteristiche peculiari e le diverse tipologie di degrado: fratture, degrado differenziale, disgregazione, mancanze, stuccature, presenza di elementi metallici e scagliatura (Lugli *et al.* 2009).
Ulteriori analisi sono state effettuate sugli elementi dubbi mediante tecnica ultrasonica dagli esperti di Arcadia Ricerche Srl, che hanno indagato diverse porzioni delle balconate per monitorare gli elementi lapidei prima e dopo le fasi di restauro. L'indagine ultrasonica rappresenta una procedura non distruttiva basata sulla misurazione del tempo di transito e quindi della velocità delle onde ultrasoniche attraverso un mezzo. Questa metodologia consente di esaminare il grado di omogeneità dei materiali, verificando la presenza di discontinuità, cavità, fratture, e di stimare le caratteristiche elastiche dei materiali (modulo elastico dinamico). Il metodo si basa sulla lettura delle velocità di propagazione di ultrasuoni generati da trasduttori elettroacustici: conoscendo la distanza di percorrenza dell'impulso, viene misurato il tempo fra l'istante di emissione e l'istante di ricezione. Sono state monitorate mediante questa tecnica sei colonnine della balconata inferiore (60 metri). La diminuzione del valore della velocità ultrasonica, da valori di 4000 m/s, tipici per una pietra carbonatica in buono stato di conservazione, fino a valori al di sotto dei 2000 m/s, ha segnalato la presenza di fratture, disgregazioni o di altre forme di degrado che compromettono la coesione del materiale. Si arriva, nei casi più critici, fino a una vera e propria interruzione del passaggio ultrasonico corrispondente, molto spesso, a una perdita totale di continuità nell'elemento lapideo. Gli elementi monitorati si sono rivelati tutti in uno stato coesivo tale da richiedere un intervento di consolidamento.
A livello macroscopico per ogni elemento è stato conteggiato il numero di stiloliti per unità di misura, utilizzando delle maschere quadrate di 10 cm di lato; la valutazione colorimetrica della patina di alterazione superficiale, dei noduli e della matrice è stata eseguita utilizzando le *Munsell Color Charts*. Tutte le informazioni sono state raccolte in un catalogo (tab. 1 e 2, il catalogo completo è allegato al supporto informatico) che vede integrate le ricerche preliminari sui materiali e sullo stato di degrado, corredando le

Each individual element of the balconies was checked and all features and conservation issues were cataloged.
An initial degradation analysis was carried out with the elements still in place and the second was carried out after disassembly (Figs. 1, 2).
For each element all characteristics were recorded together with the different types of damage: cracks, differential degradation, disintegration, lost parts, filling, presence of metallic elements and scaling (Lugli *et al.* 2009).
Further tests have been carried out using the ultrasonic technique by experts of the Arcadia Ricerche Srl, who investigated various portions of the balconies to monitor the stone elements before and after restoration.
The ultrasonic survey represents a nondestructive procedure based on the measurement of transit time, and hence the speed, of ultrasonic waves through a medium.
This methodology allows to examine the degree of homogeneity of the material, verifying the presence of gaps, cavities, fractures and to estimate the elastic properties of materials (dynamic modulus). The method is based on the study of ultrasound propagation velocity generated by electroacoustic transducers: being known the distance of travel of the pulse, the travel time between the instant of emission and reception is measured. Six columns of the lower balcony were tested using this technique.
The decrease in the value of ultrasonic velocity, from values of 4000 m/s, typical for a carbonate rock in good condition, to values below 2000 m s, revealed the presence of fractures or other forms of degradation affecting the cohesion of the material.
In the most critical cases the ultrasonic wave does not travel trough the element, indicating a total loss of continuity of the stone.
All the tested elements showed a bad cohesive state suggesting the need for consolidation.
At the macroscopic level, for each element the number of stylolites were counted unit using a square masks of 10 cm, and also the color of the alteration surface, the nodules and the matrix was recorded using the Munsell Color Charts.
All the parameters are collected in a catalog (Table 1, the complete catalog is available in the attached disk) that shows the integrated preliminary research on the materials and

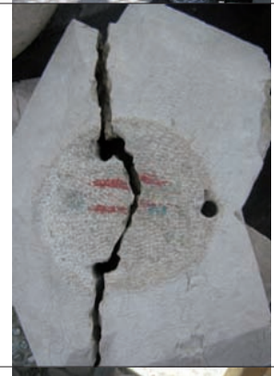
sezioni descrittive degli interventi di restauro con un'ampia documentazione fotografica. Numerose colonnine, dopo lo smontaggio, sono risultate talmente degradate da non consentire operazioni di consolidamento che ne garantissero la stabilità nel tempo. È stato quindi necessario programmare alcune sostituzioni per mettere in sicurezza le due balconate. È risultato che la balconata a quota 78 metri necessitava di otto nuove colonne e la balconata a quota 60 metri di altre dieci.

their state of degradation, and the detailed description of the restoration.
After removal, several columns resulted to be so badly degraded that no consolidation could have ensured their stability over time. It was therefore necessary to plan some substitutions to secure the two balconies.
It was decided to replace eight columns in the upper balcony and ten in the lower balcony.



Fig. 2 La balaustra della balconata superiore prima del restauro. Le colonnine in precario stato di conservazione erano state coperte in passato da gabbie in ferro e collari in bronzo, con stuccature cementizie. Notare le macchie di ossidazione dei metalli e la diffusa colonizzazione biologica che non si è sviluppata nelle zone di dilavamento del bronzo (a destra).
A view of the upper balcony before restoration. The strongly degraded columns had been framed in the past by iron cages, bronze collars and cement fillings. Note the rusted and green areas of metal oxidation and the widespread biological colonization that did not develop in areas of bronze runoff (at right).

Esempi di elementi della balconata a quota 78 metri_Examples of elements of the balcony at a height of 78 metres

Elemento Element	**Dimensioni** Dimensions	**Colore**_Color **(Munsell Color Charts)**	**Nº stiloliti**_Stylolite **in 10 cm²**	**Descrizione** Description	**Immagini pre-restauro (pulitura eff.ta)** Pre-restoration Images (after cleaning)	**Intervento di restauro** Restoration process	**Immagini post-restauro** Post-restoration Images
Sfera 2: Sphere 2:	Circonferenza:123 cm Circumference: 123 cm	Alterazione: 5YR 8/3 Noduli: non visibile Matrice: non visibile Alterazione: 5YR 8/3 Nodules: not visible Matrix: not visible	6 alcune suturate 6 some sutured	Buono stato di conservazione. Good state of preservation.		▸Trattamento con biocida Keocid ▸pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame ▸stuccature con malta di calce ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Treatment with biocide Keocid ▸cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush. ▸cleaning of lead-pin holes and copper pins ▸plastering with lime mortar ▸strong structural sealing with fiber-reinforced mortar and lime mortar finish at the base ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	
Base sfera 2: Base sphere 2:	Altezza: 10 cm Perimetro: 155 cm Height: 10 cm Perimeter: 155 cm	Alterazione: 5YR 8/1 Moduli: 5YR 7/3 Matrice: 10YR 8/6 Alteration: 5YR8/1 Nodules: 5YR 7/3 Matix: 10Yr 8/6	2 anastomizzate 2 anastomosed	Fratturata in due parti. Fractured in two parts.		▸Trattamento con biocida Keocid ▸pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame ▸intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in soluzione liquida ▸imperniatura con rame e piombo ▸stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Treatment with biocide Keocid ▸cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush ▸cleaning of lead-pin holes and copper pins ▸structural reinforcement intervention on detached sections by inserting fiberglass bars and liquid epoxy resin solution ▸hinged with copper and iron ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	
Colonna 20 est: Column 20 east:	Circonferenza collo: 26 cm Circonferenza bombatura: 65 cm Altezza: 64 cm Circumference neck: 26 cm Circumference entasis: 65 cm Height: 64 cm	Alterazione: 7.5YR 8/2 Noduli: 5YR 8/3 Matrice: 2.5Y 8/4 e 7/4 Alteration: 7.5YR 8/2 Nodules: 5YR 8/3 Matrix: 2.5Y 8/4 and 7/4	7 verticali, alcune suturate 7 vertical, some sutured	Elevato stato di degrado. Sono già inseriti nella bombatura due perni. High level of alteration. Two pins have already been placed in the entasis		▸Trattamento con biocida Keocid ▸pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame ▸incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ▸ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ▸stuccature con malta di calce ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Treatment with biocide Keocid ▸cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush ▸cleaning of lead-pin holes and copper ▸bonding of detached fragments with stucco fiberglass bi-component ▸fixed and secured at the base and at the mantavolo with copper pins ▸plastering with lime mortar ▸strong structural sealing with fiber-reinforced mortar at contact points and lime mortar finish ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	
Base colonna 20 est: Base column 20 east:	Larghezza: 20 cm Altezza: 20 cm Profondità: 20 cm Width: 20 cm Height: 20 cm Depth: 20 cm	Alterazione: 5YR 8/2 Noduli: 5YR 8/3 Matrice: non visibile Alterazione: 5YR 8/2 Nodules: 5YR 8/3 Matrix: not visible	3 orizzontali 3 horizontal	Discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento. Inizio scagliatura. In fairly good ondition, type of intervention to be evaluated. Beginning of scaling.		▸Trattamento con biocida Keocid ▸pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame ▸stuccature con malta di calce ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Treatment with biocide Keocid ▸cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush ▸cleaning of lead-pin holes and copper ▸plastering with lime mortar ▸strong structural sealing with fiber-reinforced mortar at contact points and lime mortar finish ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	

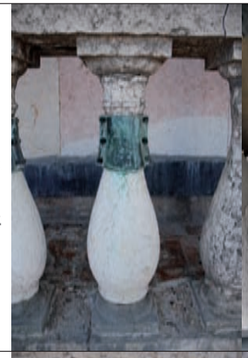
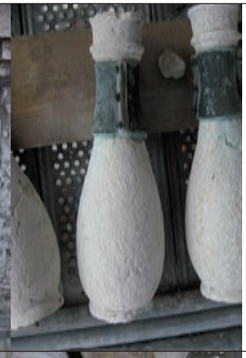
Tab. 1 Esempi, tratti del catalogo, delle forme di degrado e degli interventi di restauro effettuati sulla balconata inferiore della torre. Il catalogo completo si trova nel supporto informatico allegato a questo volume.

Examples from the catalog illustrating the degradation phenomena and the restoration works carried out on the lower balcony of the Tower. The complete catalog is in the disk attached to this volume.

Tab. 2 Esempi, tratti dal catalogo, delle forme di degrado e degli interventi di restauro effettuati sulla balconata superiore della torre. Il catalogo completo si trova nel supporto informatico allegato a questo volume.

Examples from the catalog illustrating the degradation phenomena and the restoration works carried out on the upper balcony of the Tower. The complete catalog is in the disk attached to this volume.

Esempi di elementi della balconata a quota 60 metri_Examples of elements of the balcony at a height of 60 metres

Elemento Element	Dimensioni Dimensions	Colore_Color (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm² Stylolite	Descrizione Description	Immagini pre-restauro Pre-restoration Images	Immagini elementi smontati Images of Removed Elements	Intervento di restauro Restoration process	Immagini post-restauro Post-restoration Images
Colonna 12 nord-ovest: Column 12 northwest:	Circonferenza collo: collare Circonferenza bombatura: 64 cm Altezza: 63 cm Circumference neck: collar Circumference entasis: 64 cm Aeight: 63 cm	Alterazione: 5YR 8/1 Noduli: non visibile Matrice: non visibile Alteration: 5YR 8/1 Nodules: not visible Matrix: not visible	7 verticali 7 vertical	Rilevante stato di degrado, il collo è tenuto da un collare metallico. Elemento da monitorare periodicamente. Significant state of degradation, the neck is held by a metal collar. Element to be monitored periodically.			▸Rimozione del collare metallico ▸trattamento con biocida Keocid ▸pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ▸incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente, intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ▸stuccature con malta di calce ▸inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Removal of metal collar ▸treatment with biocide Keocid ▸cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush ▸Removal of existing copper pins and cleaning of pin holes ▸bonding of detached fragments with stucco fiber-glass bi-component, restructional strengthening of the detached parts by the insertion of rods made of fiberglass and epoxy resin paste ▸plastering with lime mortar ▸Insertion of spring pin fixed with resin, with mantavola coupling ▸strong structural sealing with fiber reinforced mortar at contact points and lime mortar finish ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	
Colonna 28 sud-ovest: Column 28 southwest:	Circonferenza collo: 25 cm Circonferenza bombatura: 65,5 cm Altezza: 63 cm Circumference neck: 25 cm Circumference entasis: 65.5 cm Height: 63 cm	Alterazione: 5YR 8/1 Noduli: 5YR 8/3 Matrice: 5YR 7/6 Alteration: 5YR 8/1 Nodules: 5YR 8/3 Matix: 5YR 7/6	4	Elevato stato di degrado, è fortemente danneggiata da una frattura che parte dal basamento e arriva fino a metà corpo In heightened state of decay, badly damaged by a fracture that starts from the base and finishes half way up the shaft.			▸**Colonna sostituita** ▸inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ▸fissaggio dell'elemento con resina bicomponente liquida colata dal foro di imperniatura ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸**Substitute columns** ▸insertion of spring pin fixed with resin, with mantavola coupling ▸fixing of elements with bi-component liquid resin poured from the pin holes ▸strong structural sealing with fiber-reinforced mortar at contact points and lime mortar finish ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	

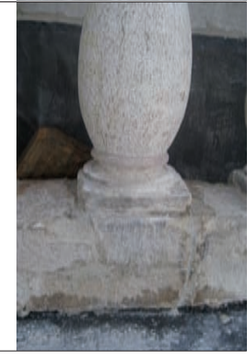
Elemento Element	Colore Color	Descrizione Description	Immagini elementi smontati Images of Removed Elements	Intervento di restauro Restoration process	Immagini post-restauro Post-restoration Images
Base colonna 12 nord-ovest: Base column 12 northwest:	Alterazione: 5YR 8/1 Noduli: 10YR 8/3 Matrice: 5Y 8/2 e 7.5YR 7/4 Alteration: 5YR 8/1 Nodules: 10YR 8/3 Matrix: 5YR 8/2 e 7.5YR 7/4	Blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 9-11, 12, 13-14, 15, 16), pessimo stato di conservazione. Presenta frattura nello spigolo inferiore Single sculpted block (base divided into five segments: 9-11, 12, 13-14, 15, 16), very poor condition. Fractures on the lower edge.		▸Trattamento con biocida Keocid ▸pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ▸impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ▸inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ▸stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ▸inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Treatment with biocide Keocid▸cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush. ▸removal of existing copper pins and cleaning of pin holes▸compress of ammonium carbonate solution to remove the patina left by the lead covering that completely closed the wainscot ▸insertion of rods made of fiberglass and epoxy paste to join the contiguous tract ▸filling with hydraulic mortar fiber covered with lime mortar ▸insertion of spring pins to attach to the columns ▸strong structural sealing with fiber-reinforced mortar at contact points and lime mortar finish ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	
Base colonna 28 sud-ovest: Base column 28 northwest:	Alterazione: 5YR 8/1 Noduli: 10YR 8/3 Matrice: 5Y 8/2 Alteration: 5YR 8/1 Nodules:10YR 8/3 Matrix: 5YR 8/2	Blocco scolpito (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), pessimo stato di conservazione. Parte della base è mancante. Sculpted block (base divided into 6 segments: 25, 26-27, 28, 29-30, 31,32), very poor condition. Part of the base is missing.		▸Trattamento con biocida Keocid ▸pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ▸rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ▸impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ▸incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ▸inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ▸stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ▸inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ▸sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punto di contatto e finiture con malta di calce ▸consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10 ▸Treatment with biocide Keocid ▸preliminary cleaning with sprayjet at low pressure and low temperature with soft brush ▸removal of existing copper pins and cleaning of pin holes ▸compress of ammonium carbonate solution to remove the patina left by the lead covering ▸bonding of detached fragments with stucco fiberglass bi-component, reconstruction with liquid resin ▸insertion of rods made of fiberglass and epoxy paste to join the contiguous tract ▸filling with hydraulic mortar fiber covered with lime mortar ▸insertion of spring pins to attach the columns ▸strong structural sealing with fiber reinforced mortar at contact points and lime mortar finish ▸consolidation and protective treatment with Nanorep 10	

Fig. 3 Confronto tra un frammento lapideo originale delle balconate e il blocco di Rosso Ammonitico scelto per la realizzazione delle copie delle colonnine. Cave Bonaldi, Sant'Ambrogio di Valpolicella.
Comparison between a fragment of the original columns and the block of Rosso Ammonitico selected for the preparation of the copies. Bonaldi quarry, S. Ambrogio di Valpolicella (Verona).

Fig. 4 La realizzazione delle copie delle colonnine con una fresa a controllo numerico (Chiampo, Vicenza). Notare la struttura nodulare della roccia.
The preparation of copies of the columns using a CNC machine (Chiampo, Vicenza). Note the nodular structure of the rock.

Le copie delle colonnine

Tutte le colonnine da sostituire erano state scolpite in Rosso Ammonitico (Lugli *et al.* 2009) e quindi è stato effettuato uno studio di dettaglio per individuare il materiale lapideo idoneo per le copie. La ricerca si è sviluppata analizzando in un primo momento le caratteristiche del materiale lapideo da sostituire attraverso la realizzazione di preparati per l'osservazione al microscopio ottico. I risultati delle indagini petrografiche hanno fornito un quadro generale relativo alle caratteristiche litologiche e al contenuto paleontologico delle rocce originarie. Successivamente si è proceduto alla ricerca del materiale idoneo alla realizzazione delle nuove colonne. Sono stati effettuati sopralluoghi di campionamento e confronto in alcune cave del veronese dove viene estratto il Rosso Ammonitico. L'analisi macroscopica e microscopica ha permesso di orientare la scelta su un blocco di Rosso Ammonitico proveniente dalle Cave Bonaldi di Sant'Ambrogio di Valpolicella (Verona) che presentava caratteristiche del tutto analoghe a quelle delle colonnine da sostituire (fig. 3). Per la realizzazione delle nuove colonne è stata presa come riferimento dimensionale la colonna numero otto (lato ovest) della balconata superiore. Le colonne sono state sagomate a Chiampo (Vicenza) utilizzando macchine utensili a controllo numerico, dispositivi il cui movimento è controllato da un computer integrato che ne comanda gli spostamenti e le funzioni per modellare la copia secondo i parametri rilevati sull'elemento originale (fig. 4). Infine, per rendere riconoscibili le sostituzioni, è stata eseguita dagli artigiani una finitura a gradina simile, ma non identica, a quella conservata sulla superficie delle colonne originali. Al di sotto delle basi di appoggio di ogni colonna è stata incisa anche la data della sostituzione (2009).

The copies of the columns

All columns to be replaced were carved in Rosso Ammonitico and we performed a detailed study to locate the stone material suitable for the copies. We initially analyzed the characteristics of the original stone by thin sections observations under light microscopy. The petrographic investigations provided an overview on the lithological and palaeontological content of the original rocks. Then we to searched the material for the new columns sampling and comparing different varieties of Rosso Ammonitico from quarries near Verona. The macroscopic and microscopic analysis indicated that a block from the Bonaldi quarry of Sant'Ambrogio di Valpolicella (Verona) was very similar to the columns to be replaced (fig. 3). The column number 8 (west side) of the upper balcony was used as a dimensional reference to prepare the new columns. The columns were carved in Chiampo (Vicenza) using computer numerical controlled (CNC) machine tools (fig. 4). Finally, craftsmen gave the finishing touch to the copies with a "gradina" tool, which is similar but not identical to that preserved on the surface of original columns to make them recognizable. The date of substitution (2009) was also engraved below the base of each column.


Fig. 3


Fig. 4

Il restauro delle balconate

La balconata superiore della torre Ghirlandina, dal 2006 fino al restauro terminato nel marzo 2010, era ingabbiata da una rete di protezione in fibra sintetica per impedire la caduta di frammenti. Anche la balconata inferiore presentava fenomeni di degrado estremamente marcati e per certi versi ancor più gravi rispetto a quelli della balconata superiore. Numerose colonnine presentavano fratture ed estremamente accentuati erano i fenomeni di disgregazione nodulare, tipici dell'Ammonitico. In passato si era cercato di ovviare a questi inconvenienti ingabbiando interamente alcune colonne in strutture di ferro oppure apponendo dei collari di bronzo per proteggere le zone più fragili. Il dilavamento del metallo aveva creato sulle colonnine delle macchie superficiali di colore verde nelle quali la colonizzazione biologica era completamente assente. Anche alcune cimase erano spezzate in più punti. Le operazioni di restauro effettuate sono state le medesime su entrambe le balconate. La balconata superiore è stata smontata in ogni sua parte per permettere la verifica strutturale degli elementi costitutivi, la pulitura, il consolidamento o la sostituzione. Per quanto riguarda la balconata inferiore si è provveduto a smontare solamente le colonne, lasciando sul posto mantavole e pilastri angolari, per evitare di compromettere ulteriormente il fragile equilibrio delle strutture. Per prima cosa si è proceduto alla pulitura, operazione irreversibile: proprio per questo motivo si è scelto di applicare una metodologia selettiva, controllabile e rispettosa delle superfici. Tutte le superfici prima dello smontaggio sono state pulite con *vapor-jet* a bassa pressione e a bassa temperatura, con l'ausilio di una blanda azione meccanica realizzata con spazzole morbide. L'utilizzo di questa metodologia assicura un rilascio minimo d'acqua nell'ambiente. Le superfici sono state successivamente trattate con un biocida a base di sali d'ammonio quaternari, per la rimozione della copertura biodeteriogena. Il biocida, diluito al 50% con acqua, è stato applicato a spruzzo e mantenuto a contatto con la superficie lapidea per due cicli di 24 ore ciascuno, seguiti da spazzolatura e risciacquo sempre con vapore a bassa temperatura e a bassa pressione. Le limitate aree che presentavano croste nere di notevole spessore (Lugli *et al.* 2009) sono state rimosse applicando impacchi localizzati realizzati con un impasto di polpa di cellulosa, acqua e carbonato d'ammonio. Successivamente allo smontaggio delle colonnine è stata effettuata la pulitura dei fori di imperniatura e dei perni in rame esistenti. Sono stati rimossi tutti gli elementi metallici, quali gabbie e collari, utilizzati nei restauri precedenti. Tutti gli elementi in discrete e buone condizioni di conservazione sono stati

The restoration of the balconies

The upper balcony of the Ghirlandina Tower, from 2006 until the restoration was completed in March 2010, was entrapped by a synthetic fiber network to prevent falling debris. Also the lower balcony presented a very marked degradation, even more serious than the upper one. Several columns were fractured and showed extremely pronounced of nodular disintegration phenomena typical of the Rosso Ammonitico.

To overcome these problems, in the past some columns were enclosed into iron frames structures or bronze collars to protect the most fragile areas. The leaching of metal created superficial green stains on the columns in which the biological colonization was completely absent. Some mouldings were also broken in several places.

The restoration work were the same on both balconies.

The upper balcony was removed in its entirety to allow the verification of each structural component, the cleaning and the consolidation or replacement. In the lower balcony provided to remove only the columns were removed, leaving in place the mouldings and the corner elements to prevent further damage to the structure.

First, the cleaning was performed, this is an irreversible operation and for this reason we applied a selective methodology, manageable and uninvasive.

All surfaces were cleaned prior to dismantling by a steam-jet at low pressure and temperature using a mild mechanical action with a soft brush. This method ensures a minimum water release into the environment.

The surfaces were then treated with a biocide based on quaternary ammonium salts for the removal of the biological colonization.

The biocide, diluted with 50% of water, was sprayed and was allowed to remain in contact with the stone surface for two cycles of 24 hours each, followed by brushing and rinsing with more steam at low temperature and pressure.

The limited areas with very thick black crust (Lugli *et al.* 2009) were removed by applying localized cellulose pulp, water and ammonium carbonate packs. After the removal of the columns the copper pivots and their holes were cleaned.

All the metal elements, such as cages and collars used in previous restorations were removed. All elements in fair and good conditions were further strengthened by the inclusion of fiberglass bars

rinsaldati attraverso l'inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in soluzione liquida o, nel caso delle colonne, in pasta. L'inserimento delle barre è stato effettuato attraverso la realizzazione di fori, mentre i frammenti di dimensioni minori sono stati incollati con stucco di vetroresina bicomponente. Dopo il consolidamento, basi, colonne, mantavole e pilastri angolari sono stati stuccati con malta di calce, e solo nei punti in cui le fratture erano profonde si è provveduto a inserire malta fibrorinforzata, ricoperta con malta di calce. Tutte le colonne, le originali e le nuove copie, sono state fissate mediante l'inserimento di perni in rame. Le pietre di congiunzione tra le mantavole sono state ricollocate tramite barre di rame fissate con piombo fuso. In tutti i punti di contatto tra i diversi elementi sono state realizzate sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata ricoperta con malta di calce. Nella balconata inferiore lo smontaggio delle colonnine e dei relativi basamenti ha rivelato una situazione di degrado inaspettata e piuttosto marcata di quest'ultimi, i quali non erano ispezionabili perché erano originariamente ricoperti da lamine di piombo. La "pavimentazione" in mattoni che era presente alla base come riempimento è stata completamente rimossa e il piombo di copertura è stato sostituito. La rimozione di questa tamponatura ha permesso la collocazione di una nuova cerchiatura esterna a barre metalliche per il consolidamento strutturale della cuspide. La posa in opera di un nuovo piano di calpestio su griglia metallica ha infine assicurato il corretto drenaggio delle acque meteoriche.

Le basi delle colonnine sono state trattate con impacchi a base di carbonato d'ammonio per la rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo, che chiudeva completamente lo zoccolo. Gli elementi rimontati sono stati fissati tramite inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere i tratti contigui. Questa operazione è stata effettuata dopo la ricollocazione in posto degli elementi ed è stato necessario l'impiego di una carotatrice per realizzare i fori di imperniatura. I numerosi distacchi di materiale di dimensioni minori sono stati ricollocati tramite incollaggio con stucco di vetroresina bicomponente.

Anche le cimase sono state imperniate con barre in vetroresina, e nelle fratture è stata inserita malta fibrorinforzata ricoperta con malta di calce. Per il rimontaggio delle colonne sono stati utilizzati perni a molla per agganciarle sia alle cimase che erano rimaste in loco, sia ai basamenti. I perni sono stati fissati con resina bicomponente liquida colata nel foro di imperniatura.

I pilastri angolari e le sculture che li sormontano sono stati restaurati con le stesse tecniche: incollaggio dei frammenti, inserimento di

and and liquid epoxy resin or paste in the case of columns. The insertion of bars was made drilling holes, whereas the smaller fragments were bonded together with a fiberglass plaster. After consolidation, the bases, the columns, the mouldings and the corner pillars, were plastered with lime mortar, and only the deep fractures were filled with fiber-reinforced mortar covered in turn with lime mortar.

All columns, original and copies were attached by inserting copper pivots.

The conjunction stone slabs between mouldings were relocated through copper pivots attached with molten lead. All contacts among different elements were strengthened with a fiber-reinforced mortar covered with a lime mortar. In the lower balcony, the dismantling of the column pedestals revealed an unexpected deterioration as these elements were originally covered with a lead foil. The "floor" of brick which was present at the base as a fill has been completely removed and the lead cover was replaced. The removal of this infill allowed the placement of a new external metal bar ties for the structural consolidation of the cusp. A new metal grill floor has finally secured the proper drainage of rainwater.

The bases of the columns were treated with ammonium carbonate poultices to remove the patina released by the lead foil that completely closed the socket. The reassembled elements were fixed by installing fiberglass bars and epoxy paste for joining adjacent sections. This operation was carried out after the relocation of the elements in place and it was necessary to drill holes for the pivots. The numerous detached smaller rock flakes have been relocated by and bonded with fiber glass plaster. Also the mouldings were fixed with fiberglass rods, and the fractures were filled with fiber-reinforced mortar covered with lime mortar. The relocation of the columns was made using spring pivots to hook them to the muldings that were left in place and to their bases.

The pivots were fixed by two-component liquid resin poured into the holes.

The corner pillars and carvings surmounting them were restored with the same techniques: gluing fragments, inserting fiberglass rods in the detached areas and filling the differential degradation fissures of the stone with fiber-reinforced mortar.

microperni in vetroresina nelle zone che presentavano segni di distacco, stuccature con malta fibrorinforzata nelle fratture legate al degrado differenziale della pietra. Per le fiamme, che presentavano distacchi nella zona di supporto della sfera, sono stati creati degli appostiti collari in rete di fibra di vetroresina fissati con pasta di vetroresina. La superficie lapidea è stata adeguatamente isolata dai collari con uno strato di PVC. Infine i collari sono stati ricoperti con vernice all'acqua e boiacca a protezione dai raggi UV e per tonalizzare adeguatamente l'intervento.
A ricostruzione completata di entrambe le balconate è stato steso sulle superfici con un pennello un consolidante-protettivo impermeabilizzante a base di microdispersione di silani-silossani.
Il restauro ha riportato all'originario splendore le due balconate e ha permesso la messa in sicurezza della parte sommitale della torre, ma gli interventi realizzati non devono essere considerati risolutivi: negli anni futuri seguiranno opere di manutenzione ordinaria già da ora programmate.

The flames showing fractures in the support area of the sphere were reinforced with collars of fiberglass network fixed with a fiberglass resin.
The stone surface has been properly isolated from the collars with a layer of PVC. Finally, the collars were covered with a water paint and grout as a protection from UV rays and to give the appropriate hue.
After the complete reconstruction of the two balconies the surfaces was treated with a brush with a consolidating-protective sealant based on silane-siloxane micro-dispersion.
The restoration has brought back the two balconies to the original splendor of and has enabled the securing of the top part of the tower, but the interventions are not to be considered finished, as ordinary maintenance works have been planned for the next years.

Le pietre della sommità

Il paramento della parte sommitale della torre, a partire dalla balconata superiore, è rimasto nascosto per secoli alla vista dalla copertura in lamine di piombo che ne assicuravano l'impermeabilizzazione. Le pesanti lamine sono unite con piegature, e sono ancorate al paramento con una sottile struttura in ferro.
La copertura, più volte modificata nel tempo, presentava numerose fessurazioni, attraverso le quali le acque meteoriche penetravano all'interno determinando gravi danni, tra cui efflorescenze saline e distacco degli intonaci.
Con i lavori di restauro è stata effettuata la riparazione, la pulizia e la protezione della porzione superiore del manto di copertura in piombo, ancora relativamente integro, mentre la necessità di sostituire le lamine di piombo dei primi due metri (da quota 78 a 80 metri) ha permesso di osservare per la prima volta il paramento lapideo nella fascia inferiore della cuspide.
Le lastre del paramento sono in prevalenza di Rosso Ammonitico, come nel resto della guglia (Lugli *et al.* 2009), ma sono presenti anche conci di dimensioni variabili di pietra d'Istria e di pietra di Aurisina, varietà granitello.
Il paramento lapideo che riveste questo tratto della cuspide presenta un'apparecchiatura particolare, che non è presente in altre parti della torre, ottenuta alternando fasce di conci di grandi dimensioni, concatenati a chiave lungo gli spigoli, a fasce

The stones of the upper part

The walls of the top part of the tower, starting from from the upper balcony, remained for centuries hidden by the lead cover foil that was designed to be water-proof.
The heavy laminae are joined with wrinkles, and are anchored to the walls by a thin iron structure.
This coverage, often changed over time, was cut by many cracks through which rainwater penetrated causing serious damage, including salt efflorescence and detachment of the plaster. The upper portion of the lead roof covering, which was still relatively intact, was repaired, cleaned and protected, while the need to replace the lead sheets of the first two meters (from 78 to 80 m) has allowed to observe for the first time the stone walls the lower end of the cusp.
The stone slabs consist mostly of Rosso Ammonitico, as in the rest of the cusp (Lugli *et al.* 2009), but there are also blocks of varying sizes of pietra d'Istria and pietra di Aurisina in its granitello variety.
Here the slabs are juxtaposed in a particular manner, which is not present in other parts of the tower, obtained by alternating bands of large blocks, concatenated along the edges, with bands of thin segments (Figs. 5, 6). This design is reminiscent of the pseudo-transept and the towers

di conci sottili (figg. 5, 6). Tale disegno ricorda quello dello pseudo-transetto e delle torrette absidali del Duomo costruiti dai Campionesi utilizzando Rosso Ammonitico. Questa similitudine sembra indicare che la cortina lapidea della parte sommitale, pur in parte rimaneggiata, possa essere quella originale trecentesca, al contrario di tutta la porzione inferiore della cuspide che fu completamente sostituita nel 1890 (Cadignani 2009). Con la rimozione delle lastre in piombo sono venute alla luce tre iscrizioni incise sui conci di pietra. Le due incisioni poste a nord-est e a sud-ovest risultano difficilmente leggibili, mentre in quella sul lato est è visibile la data 25 ottobre 1680.

of the apse of the cathedral built by the Campionese masters using Rosso Ammonitico. This similarity suggests that the stone wall of the cusp, although partly replaced and rearranged, may be a fourteenth-century original, unlike the lower portion of the cusp that was completely replaced in 1890 (see Cadignani 2009). The removal of lead plates brought to light three inscriptions on the stone slabs. The two at the northeast and southwest sides are barely legible, while the one on the east side carries a date: 25 October 1680.



Fig. 5

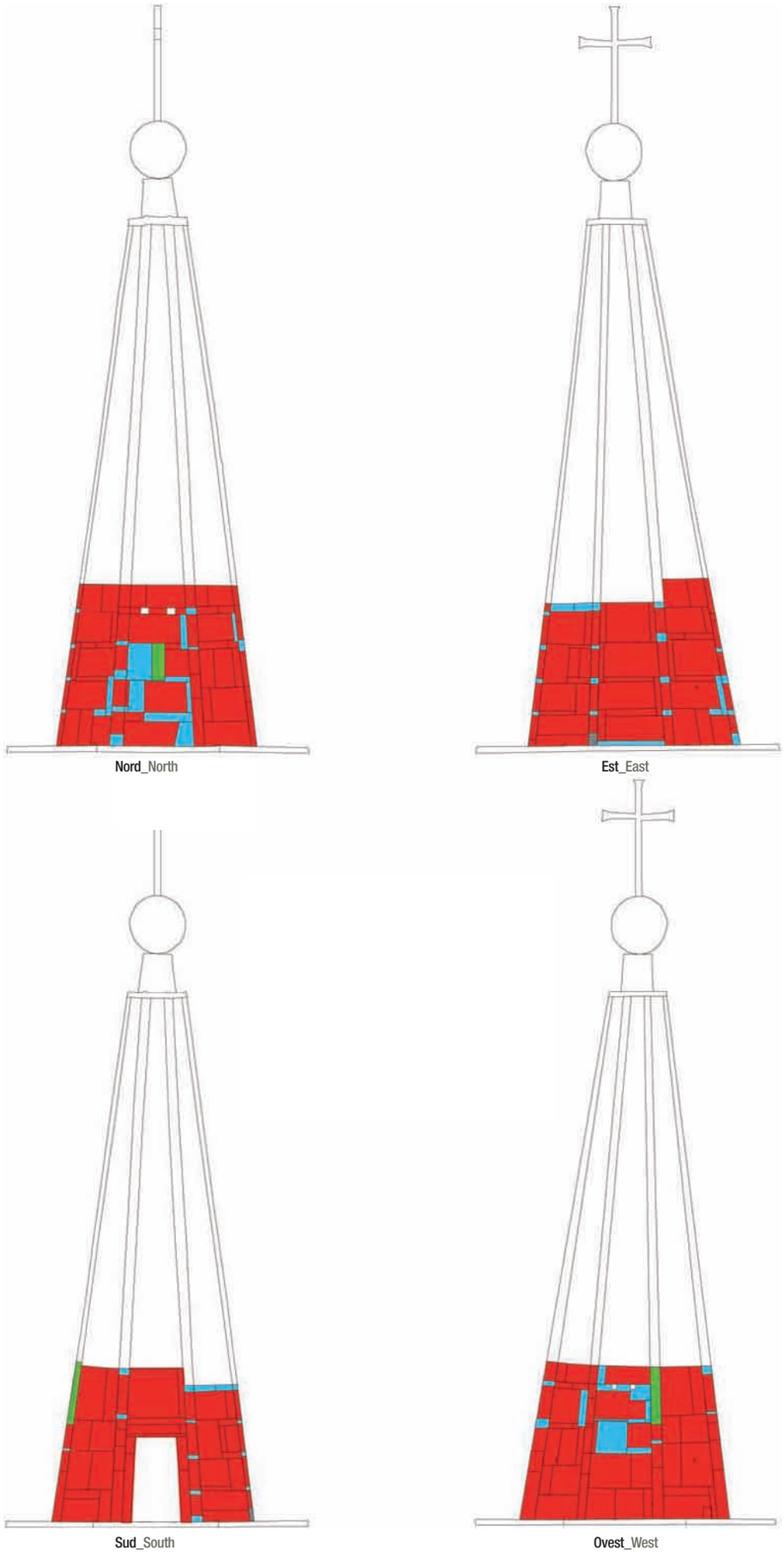


Fig. 5 La fascia inferiore della sommità della cuspide temporaneamente riportata alla luce durante le operazioni di sostituzione delle lamine di piombo di impermeabilizzazione. Notare l'apparecchiatura a conci alternati di dimensioni diverse del paramento lapideo, del tutto simile a quella dello pseudo-transetto e delle torrette absidali della cattedrale. Sulla sinistra e sulla destra sono visibili gli elementi angolari smontati della balconata superiore.
The lower part of the cusp temporarily brought to light during the replacement of the lead roof cover. Note the alternating arrangement of slabs of different size which is very similar to that of the pseudo-transept and the apse towers in the cathedral. The corner elements removed from the upper balcony are visible on the left and on the right hand.

Fig. 6 Rilievo del paramento lapideo della parte sommitale della cuspide. L'area non è più visibile dopo la sostituzione delle lamine di piombo di impermeabilizzazione.
Map of the stone slabs covering of the top part of the cusp. The area is no longer visible after the replacement of the lead cover.

Rosso Ammonitico
Scaglia rossa

Pietra d'Istria

Pietra di Aurisina
varietà Granitello

Indeterminato

ANTICHE TRACCE DI VITA RIPORTATE ALLA LUCE DAL RESTAURO

ANCIENT SIGNS OF LIFE BROUGHT TO LIGHT BY RESTORATION WORKS

Cesare Andrea Papazzoni, Stefano Lugli, Giorgio Pallotti

Fig. 1 Sezione di ammonite nel Rosso Ammonitico, che mostra chiaramente i setti che suddividono la conchiglia. Secondo piano, lato ovest.

Ammonite section in the Rosso Ammonitico, showing septa subdividing the shell. Western façade, second floor.



Il rivestimento lapideo della torre Ghirlandina è costituito da rocce di natura, età e provenienza diverse. L'analisi del contenuto paleontologico, specialmente dei microfossili, ha consentito di identificare con sicurezza i litotipi e di individuare le possibili aree di approvvigionamento (Lugli *et al.* 2009a). Il lungo lavoro di rilevamento e mappatura dei conci di rivestimento della torre ha permesso di individuare numerosissimi fossili sulle superfici esposte. Molti di questi, un tempo ricoperti da patine biologiche, muschi e licheni, croste nere e colature (Lugli *et al.* 2009b), dopo gli ultimi interventi di restauro sono divenuti ben visibili. La torre si è così rivelata un vero e proprio museo paleontologico all'aperto.

The stone slabs covering the Ghirlandina Tower consist of rocks of different nature, age, and origin. The analysis of the paleontological content, especially microfossils, allowed to recognize the lithotypes and to identify the extraction areas (Lugli *et al.* 2009a). The survey and mapping of stone slabs on the Tower allowed to discover many fossils. Many of these, once covered by biological colonization, black crusts and soiling (Lugli *et al.* 2009b) are now visible after the restoration works.

Tuttavia, la possibilità di osservare da vicino questi fossili è dovuta alla transitoria presenza dell'impalcatura: una volta terminati i lavori di restauro, la maggior parte delle superfici tornerà a essere inaccessibile. Per questi motivi abbiamo effettuato l'acquisizione della documentazione fotografica di tutti i fossili visibili al fine di compilare un catalogo consultabile grazie al supporto informatico allegato a questo volume.
Dei 17 litotipi finora identificati sulla torre (Lugli 2010), quattro sono rocce magmatiche (la trachite) e metamorfiche (i marmi) e quindi non contengono alcun fossile; le arenarie, la Pietra d'Istria, il Biancone, il Bronzetto, la pietra di Chiampo e il travertino non contengono fossili visibili a occhio nudo.
Nel Rosso Ammonitico, Scaglia rossa, pietra di Aurisina-granitello, Aurisina fiorita e pietra di Vicenza sono presenti numerosi macrofossili, i cui gruppi principali sono brevemente descritti di seguito. Sulla torre sono presenti anche tracce fossili (piste, tane e gallerie prodotte dall'attività di organismi marini), alcune delle quali sono state descritte in Lugli *et al.* (2009a).

However, the possibility to observe these fossils is ephemeral, due to the presence of the scaffolding: once completed the restoration work, most of the Tower will become again inaccessible.
For these reasons we acquired a complete photographic documentation of all fossils on the stone slabs to compile the catalogue included in the disk attached to this volume.
Of the 17 lithotypes identified so far on the Tower (Lugli, 2010), four are igneous (trachyte) or metamorphic (the marbles) rocks, therefore containing no fossils; the sandstones, Pietra d'Istria, Biancone, Bronzetto, Travertine, and Pietra di Chiampo contain no fossils visible to the naked eye.
Numerous macrofossils are visible in the Rosso Ammonitico, Scaglia rossa, Aurisina-granitello, Aurisina fiorita and pietra di Vicenza. The main groups are briefly described below.
Some trace fossils are also present on the Tower and have been described in Lugli *et al.* (2009a).

Ammoniti

Sono un gruppo estinto di molluschi cefalopodi vissuti tra il Devoniano e il Cretaceo superiore (415-65 milioni di anni fa), la cui conchiglia a spirale suddivisa in camere da setti ondulati (fig. 1) ricorda quella dell'attuale *Nautilus*, con il quale le ammoniti presentano una lontana parentela. Fossili di ammoniti si trovano esclusivamente nel Rosso Ammonitico e nella Scaglia rossa, entrambi calcari di età mesozoica (Giurassico e Cretaceo, rispettivamente).

Ammonites

They are a group of extinct cephalopods that lived from the Devonian to the Cretaceous (415-65 million years ago), whose spiral shell subdivided into chambers by septa (Fig. 1) is similar to that of *Nautilus* (a distant relative).
Ammonite fossils are common in the Rosso Ammonitico and Scaglia rossa, both limestones of Mesozoic age (Jurassic and Cretaceous, respectively).

Belemniti

Sono un gruppo estinto di cefalopodi vissuti tra il Carbonifero e il Cretaceo superiore (360-65 milioni di anni fa). Assomigliavano esteriormente ai calamari attuali, con i quali sono imparentati, ma avevano una conchiglia interna, simile al cosiddetto "osso di seppia", di forma allungata e appuntita (fig. 2).
Come le ammoniti, si possono osservare nel Rosso Ammonitico e nella Scaglia rossa.

Rudiste

Sono un gruppo estinto di molluschi bivalvi (Giurassico superiore-Cretaceo superiore, 155-65 milioni di anni fa), la cui particolarità è di avere le due parti della conchiglia (valve) molto diverse tra loro: una a forma di cono rovesciato, più o meno ricurvo, l'altra appiattita a formare una sorta di "coperchio".
Le rudiste sono i fossili caratteristici della pietra di Aurisina (fig. 3), ma sono presenti anche nella Scaglia rossa.

Inocerami

Sono un gruppo estinto di bivalvi, imparentato con le attuali ostriche, vissuto dal Permiano al Cretaceo superiore (300-65 milioni di anni fa). Frammenti di gusci di inocerami sono presenti nella Scaglia rossa.

Pectinidi e ostriche

Sulle lastre di pietra di Vicenza sono spesso visibili sezioni di altri gruppi di bivalvi, come i pectinidi (tipico esempio il *Pecten jacobaeus*, o cappasanta, la conchiglia da cui nasce la famosissima Venere di Botticelli) o le ostriche.

Echinoidi

Gli echinoidi, o ricci di mare, sono un gruppo di echinodermi tuttora vivente, ma la cui comparsa risale all'Ordoviciano (circa 490 milioni di anni fa).
Il loro guscio è formato da placche di calcite cristallina.
Sulla torre si possono osservare alcuni di questi gusci nella pietra di Vicenza e nel Rosso Ammonitico.

Coralli

Alcuni spettacolari fossili di coralli coloniali (fig. 4) sono contenuti nella pietra di Vicenza.

Belemnites

They are a group of extinct cephalopods lived between the Carboniferous and the Cretaceous (360-65 million years ago). They externally resembled modern squids, with whom they are related, but had an inner shell, similar to the 'cuttlebone', but more elongated and pointed (Fig. 2).
These shells can be observed both in the Rosso Ammonitico and Scaglia rossa, just like the ammonites.

Rudists

They are a group of extinct bivalves (Late Jurassic-Cretaceous, 155-65 million years ago), whose particularity is to have both sides of the shell (valves) very different: one is inverted cone-shaped, more or less curved, the other flattened to form a sort of "cap". The Rudists are the characteristic fossils of the pietra di Aurisina (Fig. 3). Rare Rudists are present also in the Scaglia rossa.

Inoceramids

They are an extinct group of bivalves, related to the modern oysters, lived from Permian to Cretaceous (300-65 million years ago). Fragments of Inoceramid shells are visible in some Scaglia rossa slabs.

Pectinids and oysters

On some slabs of pietra di Vicenza we can observe fossils of other kind of bivalves, such as Pectinids (similar to *Pecten jacobaeus*, or scallop, the shell from which the famous Botticelli's Venus come out) or oysters.

Echinoids

The echinoids, or sea urchins, are a group of Echinoderms still living, but whose origin dates back to the Ordovician (about 490 million years ago). Their shell is made of solid calcite crystal plates. On the Tower Echinoids are common in the pietra di Vicenza, but also in the Rosso Ammonitico.

Corals

Some fossils of colonial corals (Fig. 4) are visible in the pietra di Vicenza.

Briozoi

Sono animali che vivono in colonie di numerosi individui e che costruiscono scheletri di varia forma, simili a quelli dei coralli, dai quali si distinguono per alcuni dettagli della struttura.
I briozoi sono noti dall'Ordoviciano (circa 490 milioni di anni fa) all'Attuale. Rari esemplari sono visibili sulle lastre di pietra di Vicenza.

Bryozoans

These animals live in colonies of many individuals that build skeletons with various shapes, similar to those of corals, from which we can distinguish by certain details of their shape.
The bryozoans are known from the Ordovician (about 490 million years ago) to the Recent. Rare specimens are visible on the slabs of pietra di Vicenza.

Rodoliti

Sono strutture a forma rotondeggiante, formati dalla sovrapposizione di moltissime lamine algali (alghe rosse) avvolte "a palla". Sulla torre sono comuni nella pietra di Vicenza.

Rhodoliths

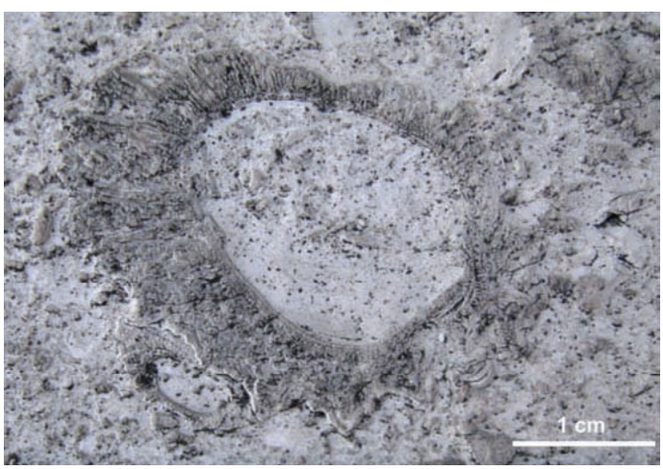
Rhodoliths are nodular-shaped structures consisting of overlapping of laminae wrapped in a sort of irregular "ball" formed by red algae (hence the name).
In the Tower rhodoliths are common in the pietra di Vicenza.

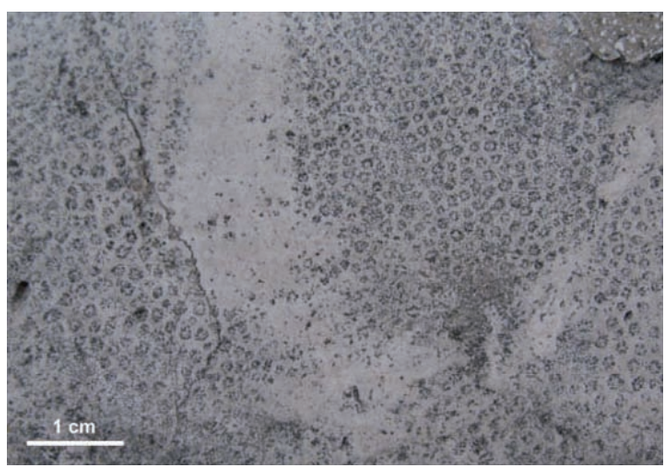


Fig. 2 Rostro di belemnite nel Rosso Ammonitico, che mostra la caratteristica forma allungata e la struttura interna. Cuspide, lato sud.
Belemnite rostrum in the Rosso Ammonitico, showing the characteristic elongated shape and the inner structure. Eastern side of the cusp.

Fig. 3 Sezione trasversale di rudista nell'Aurisina fiorita. Terzo piano, lato nord.
Transverse section of a rudist in the Aurisina fiorita. Northern façade, third floor.

Fig. 4 Colonia corallina nella Pietra di Vicenza. Terzo piano, lato est.
Coral colony in the pietra di Vicenza. Eastern façade, third floor.





LA SCALA LIGNEA: RESTAURO CONSERVATIVO E RINFORZO STRUTTURALE

THE WOODEN STAIRCASE: CONSERVATIVE RESTORATION AND STRUCTURAL REINFORCEMENT

Gian Maria Manvati

Fig. 1 Scala a chiocciola. Situazione finale dopo il restauro e il rinforzo strutturale. Spiral staircase. Final situation after the restoration and the structural reinforcement.



A partire dal mese di novembre 2008 "La Maddalena Restauri d'Arte" di Canzo ha iniziato i lavori di restauro conservativo della guglia della torre Ghirlandina di Modena. In questo primo lotto si è occupata del restauro conservativo delle pietre, degli intonaci e del rinforzo strutturale sia della scala lignea elicoidale seicentesca che delle balaustre esterne.
L'approccio di conoscenza propedeutico all'inizio delle lavorazioni sulla scala lignea ha avuto come obiettivo l'individuazione della consistenza fisica e materica della fabbrica, delle patologie, dei veicoli di aggressione, delle condizioni di contorno, tutto rapportato al processo di trasformazione storica.
Si è ritenuto opportuno quindi pervenire a una chiara restituzione grafica della complessità dei dati raccolti, in modo che questi possano essere facilmente controllabili e gestibili durante gli interventi e successivamente durante la manutenzione.

Since November 2008, "La Maddalena Restauri d'Arte" of Canzo started the conservative restoration of the steeples of the torre Ghirlandina of Modena.
In this first step, "La Maddalena Restauri d'Arte" dealt with the conservative restoration of stones, plasters and structural reinforcement of the seventeenth-century wooden spiral staircase and the outside balustrade.
The preparatory knowledge approach to the beginning of the work on the wooden staircase has been devoted to identifying the material consistency of the building, pathologies, assault's vehicle, contour's conditions, in relation with the process of the historical transformation.
It has been considered opportune to come to a clear graphical restitution of the taken data, to control and manage them during the interventions and afterwards during the maintenance interventions.



Fig. 2 Stato iniziale prima dell'intervento di restauro degli elementi lignei e della superfici intonacate (novembre 2008). Autore "La Maddalena Restauri d'Arte s.n.c."
First condition before the restoration of the wooden elements and the plastered surface (November 2008).

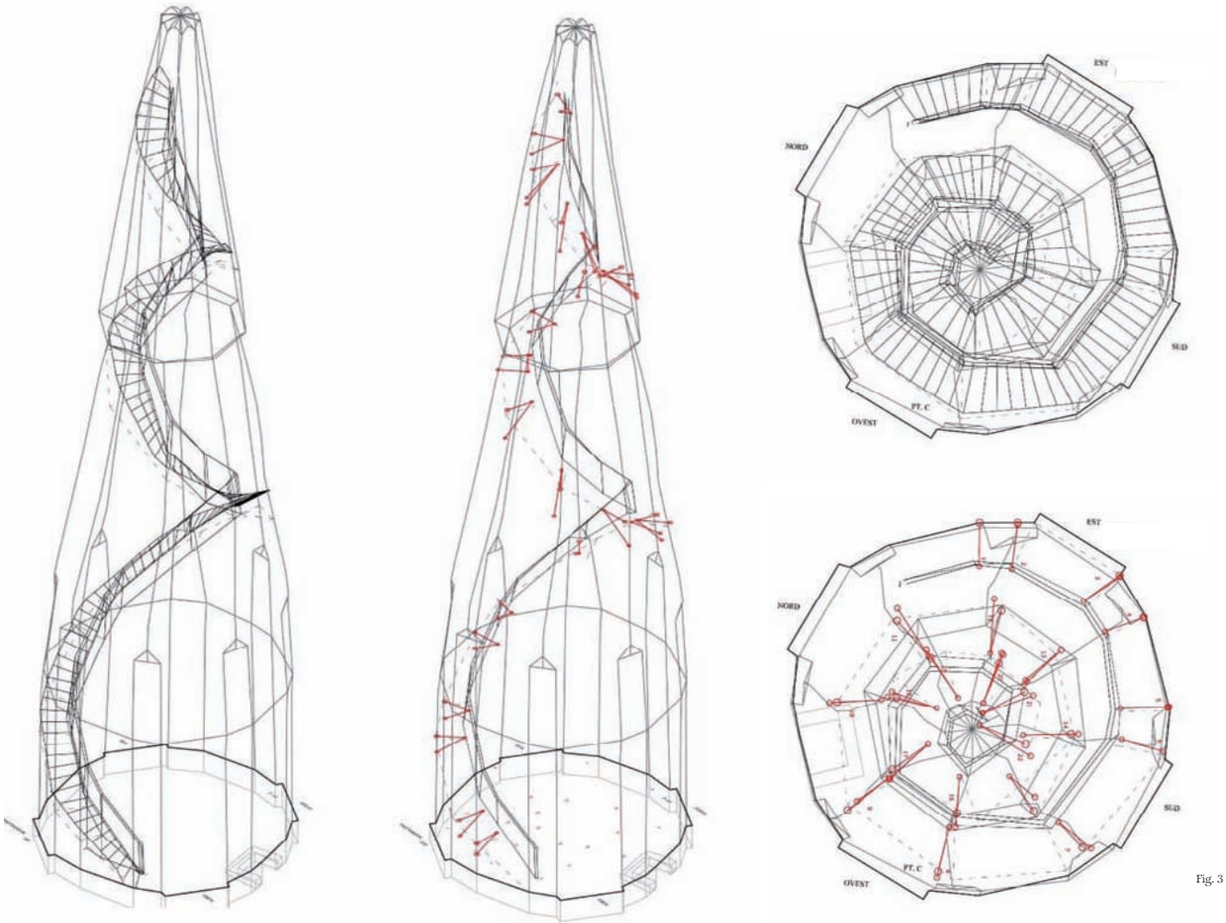


Fig. 3

Prima fase: acquisizione analitica dello stato di fatto

Si è iniziato con un *rilievo geometrico* di ogni singolo elemento, atto all'individuazione dell'intero sistema costruttivo composto da gradini, assito, balaustra, travature lignee e mensole in ferro di sostegno (fig. 3). Ciò ha permesso, in collaborazione con l'ingegnere strutturista Francesco Parolari, un attento *esame delle strutture*, *delle tecnologie e delle tecniche costruttive*, nonché dei materiali e del loro stato di conservazione, e una comprensione dell'insieme della scala costituito da travetti – gradini – parapetto – assito e relativi collegamenti, che costituiscono di fatto, nel loro sviluppo trasversale e in quello longitudinale, lungo l'asse dell'elica, una struttura di elevata rigidezza in grado anche di reagire con una configurazione spaziale. Durante l'analisi e i saggi stratigrafici sulle murature di sostegno, si sono evidenziati alcuni punti chiave di indebolimento della struttura: l'avanzato stato di degrado di alcune testate dei travetti in legno di sostegno alla rampa; la deformazione e sconnessione di alcuni dei piatti di collegamento dei travetti che convergono nei nodi e, nelle zone d'innesto nel muro dei puntoni e dei tiranti in ferro, si sono rese evidenti vaste zone interessate da corrosione (figg. 4-5). Nei tiranti delle mensole metalliche, ideate per consentire l'appoggio e lo snodo dei travetti, si sono rilevate sollecitazioni tenso-flessionali importanti anche per carichi modesti, mentre il sistema di connessione tra tirante e puntone si presentava poco affidabile e irregolare. La successiva valutazione preventiva eseguita sugli elementi lignei si è basata su una *caratterizzazione del degrado*, con un meticoloso rilievo fotografico, su cui, in modo analitico e grafico, si è evidenziato ogni fenomeno manifesto degli elementi lignei, secondo una suddivisione in:

I phase: detailed acquisition of the status quo

It has been started with a geometrical relief of every element qualified to identify the whole structural system made up of steps, assit, balustrade, wooden trusses and supporting metal brackets (Fig. 3). This has permitted – in collaboration with the engineer Francesco Parolari of Lecco – a careful exam of the structures, of the technologies and structural techniques, and also an exam of the materials and their state of conservation. It has permitted also the understanding of the whole staircase, made up of runners – steps – railing – assit and connections that constitute, in the cross and longitudinal development, along the axis of the staircase, a rigid structure, able to react in the spatial configuration. During the analysis and the stratigraphical trials on the supporting walls, some elements of weakening in the structure have been highlighted: the advanced state of degradation of some heads of the wooden beams supporting the ramp; the deformation and disconnection of some of the elements connecting the beams converging on the nodes; and, in the areas of the strut and metal tie-beam insertion in the wall, wide areas with corrosion have been discovered (Figs. 4-5).
In the ties-beam of the metal brackets, conceived to allow the runners' support and articulation, tensional stresses and bending stresses have been noticed – they were important also for small weights , and the connexion system between tie-beam and strut was irregular and unreliable. The following preventive evaluation on the wooden elements has been based on: 1) *the characterization of the degradation* through a careful photographic survey, where every


Fig. 4


Fig. 5

Fig. 3 Rilievo degli elementi della scala e delle mensole metalliche.
Relief of the elements of the staircase and of the metal brackets.

Figg. 4, 5 Molte delle mensole metalliche presentavano evidenti assottigliamenti ed indebolimenti del puntone. In occasione delle preliminari indagini conoscitive infatti sono state aperte alcune brecce nella muratura che ci hanno permesso di valutare l'avanzata corrosione, come in questo esempio (mensola n. 3), dell'innesto degli elementi metallici nel muro.
A lot of metal brackets showed evident reductions and weakening of the strut. In fact, during the preliminary investigations, some gaps have been opened in the wall: they showed, in the areas of the strut and metal tie-beam insertion in the wall, wide areas with corrosion (bracket n. 3).

degrado abiotico (causato da agenti sia chimici che fisici); degrado biotico (fenomeno di degrado causato dagli agenti biologici); degrado antropologico e strutturale (identificabile come nodi in fase di distacco, lesioni e fenditure longitudinali).
La *caratterizzazione del materiale* ha permesso l'identificazione della specie legnosa. Il pioppo fu utilizzato nelle parti strutturali ma non portanti (gradini e assito), l'abete rosso, con delle belle venature, per la balaustra e il rovere per le parti strutturali portanti (travetti). Inoltre, durante l'esecuzione delle prove di pulitura e dei trattamenti atti a determinare la migliore metodologia di intervento, sono stati prelevati otto frammenti di legno per determinare la natura degli insetti che hanno causato i numerosi fori di sfarfallamento di differenti dimensioni e le gallerie larviali presenti su tutta la scala.
L'indagine di laboratorio è stata condotta dalla dottoressa Elisabetta Chiappini (Laboratori del Centro per la Protezione dei Beni Culturali dagli Organismi Dannosi dell'UCSC di Piacenza).
Il rosume, frammenti prodotti dall'attività delle larve degli insetti xilofagi, presente nei campioni prelevati, è una polvere composta esclusivamente da pallottoline in cui, ad alto ingrandimento, sono ancora visibili frammenti di legno.
Dalle particelle di rosume rinvenute, di aspetto fusiforme molto allungato con tipica carenatura, si è potuto supporre che il materiale sia stato attaccato da *Nicobium castaneum*, tarlo tipico delle zone mediterranee che si sviluppa su legni umidi e a contatto con murature. L'intervento disinfettante e protettivo si è quindi concretizzato con la stesura a impregnazione del legname di *permetrina*, proprio all'inizio del periodo primaverile, momento ideale per contrastare l'insediamento del tarlo e nuove proliferazioni.
Per avvalorare e supportare un intervento di pulitura non troppo invasivo, nel rispetto delle patine originali, sono state eseguite delle indagini chimiche e stratigrafiche, a cura della dottoressa Mirella Baldan (Laboratorio R&C Lab srl di Albavilla Vicentina), su tre campioni di pulitura proposti. Dai risultati ottenuti si è potuto verificare che questi metodi di pulitura, poi attuati, avrebbero permesso la completa rimozione degli strati superficiali di vernice conservando buona parte dello strato di resina naturale originale.

phenomenon of the wooden elements has been showed, in a detailed and graphical way. The phenomena have been subdivided in abiotic degradation (caused by chemical and physical agents), biotic degradation (caused by biological agents), anthropological degradation and structural degradation (nodes at distance, lesions and longitudinal cracks);
2) *the characterization of the material* to identify the kind of wood. The poplar has been used in the structural parts, but not in the bearing parts (steps and assit), the Norway spruce (*Picea excelsa*) with its beautiful grains in the balustrade, the durmast (*Quercus sessiliflora*) has been used for the structural and bearing parts (runners).
Besides, during the trials of cleanings and treatments, required to understand and choose the best methodology of intervention, eight wooden fragments have been taken, to understand the nature of the insects that have produced the emerging from the cocoon and the galleries of the larvae in the whole staircase.
The laboratory investigation has been carried out by Elisabetta Chiappini (Laboratori del Centro per la Protezione dei Beni Culturali dagli Organismi Dannosi dell'UCSC di Piacenza).
The residues produced by the larvae of insects xylophages, that has been found in the samples, is a kind of dust, exclusively composed by small ball, where, by enlargement, it's still possible to see the wooden fragments. From these particles, found in appearance fusiform, it is possible to presume that the material has been attacked by *Nicobium castaneum*, a woodworm of the Med area, that is growing on humid wood, in contact with masonry. The disinfectant and protective action has been made by impregnating the wood with permethrin at the beginning of the Spring season, the best period to contrast the settlement of new proliferations.
Giving value and supporting a cleaning action not too much invading, and respecting the original *patina*, chemical and stratigraphical investigations on three proposed samples of cleaning have been done by Mirella Baldan (Laboratorio R&C Lab s.r.l. di Albavilla Vicentina).
The results have demonstrated that this cleaning methods, that have been used, permitted the complete removal of the surface layers of the paint, preserving the original natural resin stratum.
During the cleaning phase, that has been differentiated

Seconda fase: intervento di restauro e rinforzo strutturale

Durante le fasi di pulitura, che sono state differenziate e modulate a seconda della natura di ogni singolo materiale e del suo stato di degrado (mediamente impacchi di argilla verde sull'assito sottostante e impacchi con prodotti svernicianti attraverso la carta velina per la rimozione delle verniciature sintetiche sulla balaustra; figg. 6-7-8), si sono potuti comprendere in maniera completa e approfondita i criteri che hanno formato le scelte strutturali di costruzione (o ricostruzione) della scala in epoca seicentesca, ciascuno con significati che hanno trovato una maggiore esplicitazione nel cantiere operativo del restauro.

Prove e simulazioni hanno permesso di stabilire la sostenibilità delle scelte dell'intervento, dando garanzia di qualità specifica.

Le considerazioni sviluppate nelle acquisizioni analitiche, anche alla luce dei difetti che rendevano inaffidabili gli elementi strutturali delle mensole, hanno indotto a progettare e realizzare un intervento di rinforzo e messa in sicurezza dell'intero sistema della scala, nell'ottica dell'agibilità.

Il progetto, a cura di Francesco Parolari, ha previsto la realizzazione di nuove mensole inclinate di circa 45 gradi (in pianta), in aggiunta a quelle esistenti, con una soluzione reversibile. Tale soluzione ha permesso di risolvere le criticità della struttura assicurando l'equilibrio del sistema anche nel caso di difetti o fratture dell'anello quadrato di raccordo e appoggio dei travetti (fig. 11).

L'intervento di restauro della struttura lignea è stato quindi finalizzato principalmente a ristabilire le caratteristiche meccaniche degli elementi degradati attraverso operazioni di consolidamento dei medesimi.

La scelta dell'intervento, per ripristinare l'unità strutturale ed estetica del manufatto, è stata effettuata prestando attenzione e rispetto alla concezione strutturale originaria, nonché alla compatibilità tra il legno e i nuovi materiali utilizzati.

Di conseguenza, dopo la pulitura si è proceduto con le operazioni di risanamento strutturale: stuccatura con resina epossidica di tutte le lacune presenti e inserimento di tasselli lignei, prevalentemente in corrispondenza dei punti di collegamento tra gli elementi; ripristino e rinforzo degli elementi, in corrispondenza dei gradini che necessitavano di un ancoraggio al travetto portante della scala, ove sono state inserite delle squadre in legno di pioppo (cresciuto in loco e molto stagionato in conformità con il legname originale) tra il travetto e l'angolo della scala, permettendo anche di rinforzare la stabilità tra l'alzata e la pedata del gradino. Oltre all'intervento sotto i gradini per sostenerne i carichi verticali (inserimento di sottogradini per le pedate), è stato inserito un

II phase: restoration and structural reinforcement

and modulated in according to the nature of every single material and its deterioration condition (wraps with green clay on the assit below and stripping wraps by tissue paper to remove the synthetic paintings on the balustrade) (Figs. 6-7-8), it has been possible to understand in a in-depth way the principles that had driven the structural choices during the building (or rebuilding) in Seventeenth century, giving a meaning to every choice, that have found a greater clarification in the operative restoration yard.

Trials and simulations have permitted to establish the action choices' compatibility, giving it guarantee of specific quality. The remarks acquired in consequence of the data acquisitions have induced us to plan and carry out a reinforcement action to make safe and fit for use the whole staircase.The project, of the engineer Francesco Parolari, has provided the making of new brackets, with an angle of 45° in addition to the extant brackets with a reversible solution. This solution has permitted to solve the critical state of the structure, ensuring the balance of the system also in case of defects or breaks of the element of connection and supporting of the rafters (Fig. 11). The restoration action of the wooden structure has been mainly aimed to restore the mechanical features of the decayed elements through reinforcements operations.

The choice of the action, to restore the structural and beauty unity of the handmade, has been effected giving attention and respecting its structural conception, and also respecting the compatibility between the wood and the new materials used. Therefore, after the cleaning, we have proceeded with the structural adjustment operations: grouting with epoxy all the gaps and inserting wooden dowels, in correspondence of the connecting points between the elements; restoration and reinforcement of the elements, in correspondence of the steps that needed an anchorage to the bearing rafter of the staircase, where squares in poplar have been inserted (indigenous and seasoned poplar, according to the original wood) between the rafter and the staircase corner. This has permitted to make stronger the stability between the riser and the tread of the step. In addition to the action under the steps to support the vertical loads (inserting a wooden board under the treads), a new rafter in seasoned durmast has been inserted, to support the

nuovo travetto in rovere stagionato, a sostegno di quello portante originale, e alcuni elementi, sempre in rovere stagionato, a rinforzo dei travetti originali particolarmente degradati. Tutti gli interventi di rinforzo ligneo sono stati realizzati con spinature in legno evitando viti o inserimento di parti in metallo (figg. 9-10). L'intervento di restauro si è poi concluso con le operazioni di protezione delle superfici interne alla struttura della scala, con cera d'api naturale sciolta in essenza di trementina (con aggiunta di essenze vegetali per aiutare la disinfezione e la conservazione) e con un consolidamento superficiale esterno con gomma lacca sciolta in alcool (anch'essa additivata con essenze naturali).
La protezione della superficie a vista è stata poi affidata a una leggera ceratura naturale.

bearing original one; and also other elements in seasoned durmast have been inserted, to strengthen the original rafters, that were particularly decayed. All the reinforcement actions have been made by Wooden Dowel, avoiding screws and metal parts (Figs. 9-10). The restoration action has been concluded with the protective operations of the inner surface of the staircase by beeswax dissolved in turpentine (with the addition of vegetable essences to disinfect and preserve) and external superficial reinforcement with shellac dissolved in alcohol (with the addition of natural essences).
The protection of the visible surface has been produced through a light natural waxing.

Figg. 6-8 Rimozione delle vernici sull'assito mediante:
- applicazione a pennello, attraverso l'interposizione della velina, di un impacco di argilla verde diluita con ammoniaca (foto a destra);
- rimozione, dopo la sua asciugatura, dell'impacco (foto in basso);
- tamponature per la completa rimozione dei residui di vernice.
Removal of the paints on the assit by:
application by brush, and by tissue paper, of wraps with green clay diluted with ammonia (photo on the right);
removal of the wraps, after the drying (photo in the lower part of the page);
plugging to remove completely the paintings.

Fig. 9 Ripristino e rinforzo dei gradini con assi in pioppo, alloggiati tra la trave interna della scala e la parte interna della pedata del gradino. Tutte le parti sono state assemblate ed incollate mediante cavicchi e spine in legno.
restoration and reinforcement of the steps that needed an anchorage to the bearing rafter of the staircase, where squares in poplar have been inserted. All the elements have been assembled and glued by wooden spines.

Fig. 10 Inserimento di un travetto nuovo ancorato a quello esistente con spine in legno e resina, e poggiante sull'anello del tirante metallico, al fine di ripristinare l'originario sostegno della scala.
Insertion of a new rafter anchored to the older one by wooden spines and resin, and put on the ring of the metal tie-beam, to restore the original support of the staircase.

Fig. 11 Particolare della scala lignea. Nuove mensole metalliche.
A detail of the wooden staircase. New metal brackets.


Fig. 6


Fig. 7


Fig. 8


Fig. 9


Fig. 10


Fig. 11

La prevenzione

The prevention

LA PREVENZIONE COME "CULTURA" NELLA CONSERVAZIONE

MAKING PREVENTION THE STANDARD IN CONSERVATION

Guido Biscontin

Il degrado sul lato nord della torre.

The northern side of the Tower before restoration.



È frequente una certa confusione, a tutti i livelli, tra due dei termini che nel campo del restauro stanno assumendo sempre maggiore importanza: la manutenzione e la prevenzione. Negli ultimi decenni si registra una notevole evoluzione del concetto di manutenzione,[1] che ha portato a una pratica importante che continua a svilupparsi e a migliorare.

There is frequent confusion at all levels between the concepts of maintenance and prevention, both of which are taking on increasing importance in the field of restoration.The concept of maintenance, as was reported in an earlier contribution,[1] has evidenced a discernable and important evolution over recent decades, which continues in development and improvements.

Un po' meno definito sembra ancora il concetto della prevenzione, spesso esaurito nella convinzione che questa consista in una corretta manutenzione profusa nel tempo. In realtà la prevenzione a cui si pensa ha dei valori peculiari, che ne profilano una definizione autonoma, anche se certamente legata al concetto manutentivo e alla sua programmazione.
Praticare la prevenzione nel campo dei beni culturali significa riuscire a individuare, gestire e contrastare tutti i fattori negativi o potenzialmente nocivi per l'opera, dilatando di conseguenza i tempi della necessaria manutenzione. Si tratta di progettare, eseguire e conservare degli interventi in grado di difendere l'opera dalle due principali fonti di deterioramento: quella strettamente ambientale e quella, spesso di origine antropica, legata all'uso del bene. Nella maggioranza dei casi non serve affidarsi a soluzioni difficili, costose o tecnologicamente avanzate: spesso sono sufficienti interventi minimi, semplici, la cui innovazione non sta sempre nella tecnologia, ma nelle modalità di applicazione.
Per esempio, la Scuola Grande di San Marco, ora sede dell'ospedale civile di Venezia, presenta in facciata, al livello inferiore, dei pregevoli bassorilievi lapidei, spesso bersaglio delle pallonate dei ragazzi che giocano, oppure oggetto di scritte e altre deturpazioni. La messa in opera di due semplici pannelli in plexiglas di protezione esprime bene il concetto di prevenzione. La prevenzione quindi è una vera e propria cultura, che deve permeare il progettista fin dall'inizio dell'intervento.

The concept of prevention is seemingly less defined, and this definition often falls short due to the belief that prevention basically consists of the timing of adequate maintenance. In reality, prevention is thought to have particular traits giving it an autonomous definition, even if it is clearly connected with the concept of maintenance and its planning.The practice of prevention in the field of cultural heritage means being able to identify, manage and contrast all the negative or potentially damaging factors for buildings, and in consequence enabling extension of the periods between necessary maintenance. This involves planning, carrying out works and when necessary, performing preservation interventions which are able to defend the structure from the two principal causes of deterioration, those strictly environmental and those, often of an anthropocentric nature, linked to the use of the building. In the majority of cases it is not necessary to rely on difficult, costly and technologically advanced solutions. Often small interventions are sufficient; simple ones in which the innovation does not necessarily come from the technology being used, but the way it is applied.
An example of this is the Scuola Grande di S. Marco, currently the site of the community hospital of Venice, which on the ground level façade has excellent low-relief stone facing which is often the target of blows from the footballs of local children or graffiti and other forms of defacement. The positioning of two panels of plexiglass as protection demonstrates the concept of prevention in its simplest form. Prevention, therefore, is a real and actual exercise which needs to be a



Fig. 1 Scuola Grande di San Marco in Venezia.
Scuola Grande of San Marco in Venice

[1] *Cfr. infra* Driussi, Morabito e Tonon.
[1] G. Driussi, Z. Morabito, M. Tonon, "La Manutenzione dei paramenti lapidei per la Torre Ghirlandina"

La natura stessa del concetto esprime la necessità di anticipare l'azione dei fattori degradanti, con una forte connotazione di previsione degli eventi. Per fare tutto ciò i riferimenti principali sono: conoscenza, progettualità, previsione e, non ultima, una buona dose di fantasia.
Si deve sempre partire dalla conoscenza del manufatto, dei materiali, del valore storico-artistico e della necessità di fruizione, affinché ogni intervento preventivo risulti adatto alla situazione.
La sede naturale per la scelta dell'installazione di opere preventive è il progetto di restauro: in questo ambito, sulla scorta di una serie di previsioni e di simulazioni della situazione, nascono senza dubbio le migliori soluzioni.
Una volta tanto, non sono solo tecnologia e innovazione a essere invocate come prime fonti, ma risulta molto più importante la progettualità, la capacità di ideare soluzioni idonee a ogni caso, poco invasive, rispettose e, aspetto considerevole, reversibili.
La qualità di una vera prevenzione in molti casi è rappresentata anche dal grado di reversibilità, per due motivi: da un lato il rispetto dell'opera che si ottiene minimizzando l'invasività; dall'altro la necessità di considerare un intervento sempre migliorabile. In futuro nuove scoperte o semplicemente nuovi approcci possono apporre dei perfezionamenti agli interventi di prevenzione. Non si deve dimenticare anche l'aspetto economico e gestionale dell'intervento di prevenzione: l'economicità rappresenta quella convenienza che ne regola anche la fattibilità.
Operare su un sistema reale, come nel campo del restauro, prefigura una profonda conoscenza della realtà, ma anche la necessaria stabilizzazione di un sistema, molto spesso, perturbato; pertanto emerge chiaramente come la riuscita di una corretta prevenzione non possa prescindere da un preliminare corretto restauro del bene. Per esempio, pensare di proteggere con alcuni tappeti o altri sistemi di protezione un pavimento musivo di valore, per preservarlo dalle azioni meccaniche del passaggio di migliaia di visitatori, senza un preliminare corretto restauro e consolidamento delle tessere musive significa svuotare di valore l'intero concetto di intervento preventivo. Come per il manufatto e i materiali storici presenti nell'opera, così anche l'intervento di prevenzione dovrà sottostare a un vero e proprio programma di manutenzione, subordinato al monitoraggio, alla valutazione delle caratteristiche prestazionali e al conseguente intervento di ripristino. Nel caso della torre della Ghirlandina si possono delineare alcuni interventi che ricadono pienamente nella filosofia della prevenzione; uno di questi, forse il più evidente e diffuso, consiste nella scelta di adottare un

part of planning from the beginning of a project, and the exact nature of this concept reveals the necessity of anticipating deterioration and particularly, of predicting events. To manage this, the principal points of reference are: knowledge, planning, foresight and last but not least, a good dose of imagination. One should always start from knowledge of the structure, the materials, the historic-artistic value and how it is to be utilized, so that each preventative intervention is able to be adapted to the situation. The natural starting point for the undertaking of preventive works is within a restoration project, accompanied by a series of predictions and the simulation of future situations, and undoubtedly, in this respect, the best solutions are simple but effective. For once, not only are technology and innovation called to the forefront, but planning becomes much more important; the ability to come up with appropriate solutions or in any case those less invasive, more respectful, and notably, reversible. In many cases, the quality of real prevention is seen in the level of reversibility. Firstly, in respect to the work minimising its invasiveness, and secondly, the need to humbly consider that this intervention can always be bettered. Future discoveries or simply new approaches may greatly improve prevention projects.The economic and management aspects of the project must also not be forgotten. The financial aspects of the situation regulate feasibility. Operating on a real system, such as in the field of restoration, not only is a broad knowledge of the situation required but the system, which is very often under great stress, must be stabilized. This will enable the smooth running of the project, as the outcome of a correct prevention cannot be separated from a correct preliminary restoration of a structure. For example, the use of carpets or another system of protection for a valuable mosaic floor to protect it from the passage of thousands of visitors would mean a complete loss of value of the entire concept of a preventative intervention without a correct preliminary restoration and strengthening of the mosaics.When historical artefacts and materials are part of the project, here the prevention intervention must also be submitted to a real and actual, well-monitored maintenance program, performing a valuation of characteristics and the renovation interventions that are required. In the case of the Ghirlandina Tower certain interventions can be illustrated which clearly hinge on the philosophy of prevention, one of these, possibly the most evident and common, consists of the choice of adopting a system of

sistema di protezione dei materiali lapidei per limitare l'azione dell'acqua meteorica. Vista la notevole dimensione della torre e l'esposizione dei prospetti esterni, è stato necessario difendere i materiali dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare dell'acqua, mediante la stesura sui materiali lapidei di un trattamento eseguito con prodotti protettivi e idrorepellenti.
Un accurato studio preliminare e alcune sperimentazioni su prodotti protettivi hanno permesso di scegliere la metodologia più adatta ai paramenti lapidei esterni, nonché le misure che in futuro monitoreranno le prestazioni del sistema. Completano questo intervento alcune semplici installazioni di sistemi di protezione fisici e soluzioni che limiteranno l'accesso delle acque meteoriche dalle finestrature e dalle aperture della torre. Un altro importante capitolo che si deve ricordare è quello della "sicurezza"; normalmente, quasi tutti gli interventi che si propongono di migliorare il livello di sicurezza sono da considerarsi materia di prevenzione. In questo senso alcuni esempi sono: la messa in opera di reti sulle ampie finestrature superiori, delle quali alcune saranno apribili facilmente per permettere controlli e interventi sugli elementi aggettanti esterni; la realizzazione di ganci e supporti, già predisposti per eventuali sopralluoghi esterni con tecnica alpinistica; il ripristino in funzione del sistema antifulmine. L'approccio scientifico al restauro della torre, voluto dai responsabili, è stato un fertile terreno per un confronto multidisciplinare, che ha dato spazio ai diversi aspetti di un corretto intervento, e ha rappresentato, e tutt'ora rappresenta, un'occasione applicativa tra le più autorevoli e affascinanti.

protection of the exterior walls to limit the action of rainwater. Because of the notable height of the tower and its exposure to external factors, it was necessary to defend the exterior walls from the weather, particularly water, by including protective and hydro-repellent products in the plans.
An accurate preliminary study and a few experiments with protective products enabled the choice of the methodology most adapted to the external stone walls and also determined the ways that the future performance of the system would be monitored. Alongside this, to complete the intervention some simple installations of physical and solution-based systems of protection were done to limit the access of rainwater from the windows and openings of the tower. Another important topic that should be covered is that of "security". In fact, normally, almost all interventions which are done to improve the level of security should be considered to be modes of prevention. Some examples of this are: the placement of wire netting on the wide upper windows, some of which can open easily to allow checking and interventions of projecting external elements; the installation of hooks and supports to enable future inspections with climbing techniques; or the checking of the anti-lightning system. The scientific approach to the restoration of the tower, requested by its management, was fertile ground for a multi-disciplinary approach which allowed for the various aspects of a correct intervention, and represented, and still represents, an occasion to make use of the most effective and fascinating applications.



Fig. 2 Esempio dei test di valutazione sui protettivi.
Example of an evaluation test on consolidants.

LE CERCHIATURE: MINIMI INTERVENTI PER LA STABILITÀ

ENCIRCLING TIES: MINIMAL INTERVENTIONS FOR THE STABILITY

Eva Coïsson e Stefano Alfieri

Frattura verticale sul lato nord, quinta cornice.

Vertical fracture on the northern side, fifth cornice.



Incatenamenti per il consolidamento di torri e campanili in muratura

I tiranti in legno e in ferro sono da sempre elementi fondamentali per la stabilità degli edifici in muratura e hanno la funzione specifica di sopperire alla scarsa resistenza delle murature a tensioni di trazione. Particolarmente frequente è il loro uso per assorbire le spinte di archi, volte e cupole. Nelle zone sismiche, spesso, le legature con tiranti sono essenziali per la stabilità delle fabbriche a fronte delle componenti orizzontali delle sollecitazioni, che inducono azioni di taglio e ribaltamenti. Si può dire che i tiranti siano l'elemento più antico e più efficace di consolidamento sismico degli edifici a tipologia scatolare. Negli edifici snelli i tiranti vengono per lo più utilizzati come elementi di cerchiatura, in modo sostanzialmente simile a quello della cerchiatura di elementi costruttivi snelli come le colonne.

Ties for the consolidation of masonry towers

Wooden and iron ties have always been fundamental for the stability of masonry buildings, with the specific aim of providing for the low tensile strength of masonry. Very often they have been applied to take up the thrusts of arches, vaults and domes; in seismic areas ties are often essential to keep the buildings standing when hit by horizontal forces, which could cause shear actions and overturnings. We can say that ties are the oldest and most effective seismic retrofit element for buildings of "box-like" shape. In slender buildings ties are mainly applied as encircling elements, roughly in the same way as structural jacketing is used in slender structural elements like columns.

Nelle colonne la funzione delle cerchiature è essenzialmente quella di garantire una maggiore resistenza alla compressione confinando il materiale ed evitando la formazione di lesioni verticali e l'innescarsi di fenomeni di instabilità, come schematicamente indicato nella figura 1.
Negli edifici snelli in muratura la funzione dei tiranti e delle cerchiature è invece molteplice: non solo, infatti, impedisce la formazione o l'evoluzione di lesioni verticali conseguenti ai carichi statici, come per una semplice colonna, ma ha anche un'azione fondamentale nella prevenzione sismica.

In columns the jacketing has the main aim of conveying a higher compressive strength to the material, hindering the formation of vertical cracks and the triggering of instability phenomena, as schematically shown in Fig. 1. In slender masonry buildings, instead, the aim of encircling ties is multiple: indeed, they not only hinder the formation or the evolution of the vertical cracks deriving from static loads, as for a simple column, but they also have a fundamental role in seismic prevention.

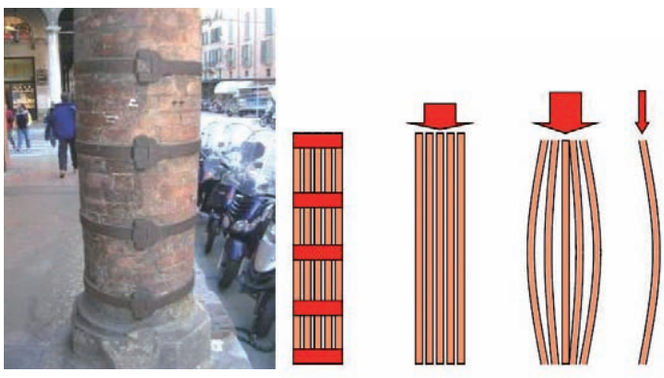


Fig.1 Cerchiatura di una colonna in mattoni (sinistra) e meccanismo di collasso per instabilità conseguente alla formazione di lesioni verticali (destra).
Structural jacketing of a brick masonry column (left) and collapse mechanism for instability, due to the formation of vertical cracks (right).

I meccanismi più frequenti di collasso di una torre sono, infatti, il distacco dei muri perimetrali (primo modo, fig. 2a) e la rottura a taglio, per lo più associata a fenomeni di rotazione (secondo modo, fig. 2b). Il rischio di collasso secondo il primo modo è evidentemente accentuato dalla presenza di archi, volte o guglie spingenti, come nel caso della Ghirlandina. Per prevenire i due meccanismi descritti, le cerchiature costituiscono il più semplice, efficace e reversibile intervento (fig. 3).

The most common collapse mechanisms for a tower consist, indeed, in the detachment of the peripheral walls (first mode, Fig. 2a) and the shear collapse, mainly associated with overturning phenomena (second mode, Fig. 2b). The risk of first mode collapse is clearly higher when thrusts from arches, vaults or spires are present, like in the case of the Ghirlandina Tower. To prevent the two described mechanisms, the encircling ties constitute the most simple, effective and reversible intervention (Fig. 3).

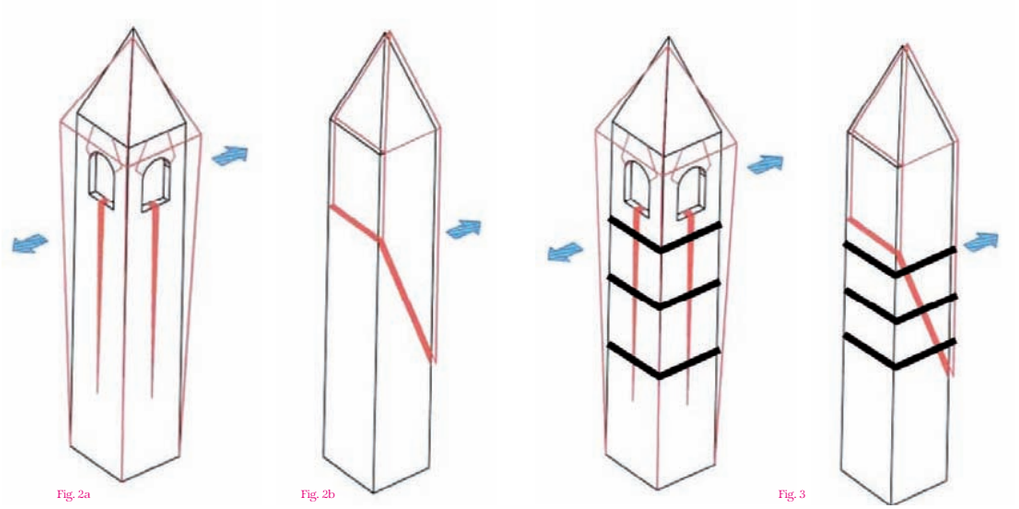


Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 3

Fig. 2 Principali meccanismi di collasso delle torri: a) distacco e rotazione dei muri perimetrali; b) rottura a taglio. A questi due meccanismi si devono aggiungere i meccanismi di ribaltamento totale.
The main collapse mechanisms for towers: a) detachment and overturning of peripheral walls; b) shear collapse. In addition to these mechanisms, the global overturning should also be considered.

Fig. 3 Le cerchiature esterne o interne costituiscono un valido elemento di prevenzione dei dissesti da evento sismico.
Internal and external ties represent an effective prevention element from seismic damages.

Le cerchiature esistenti e i dissesti della Ghirlandina

Sulla Ghirlandina sono già presenti due serie di catene "storiche": una a livello della cella campanaria e una nella guglia. Alla quota della cella campanaria sono presenti cinque catene complanari che dovrebbero creare una cerchiatura completa; purtroppo il loro ancoraggio è stato realizzato nei quattro vani interni ai pilastri angolari cavi, senza sovrapposizione. Esiste pertanto una striscia scoperta nella quale inevitabilmente si concentrano le tensioni e, di fatto, le catene sono aperte, non completamente efficaci. Sono riscontrabili lesioni in corrispondenza degli ancoraggi (fig. 4).
Un secondo sistema di tiranti è quello presente nella guglia, posto in opera evidentemente per evitare scivolamenti delle singole facciate. È un sistema particolarmente interessante e suggestivo come forma: è infatti costituito da cinque livelli di tiranti posti a stella, come si vede nella fig. 5.

The existing ties and the disorders of the Ghirlandina Tower

In the Ghirlandina Tower two series of "historical" ties are already present: one at the level of the bells room and one in the spire.
At the level of the bells room, there are five ties, in the same plane, which should create a complete encircling; unfortunately their anchorages were made in the four staircases inside the hollow corner pillars, without overlapping. Therefore four small strips are not connected and here the stresses inevitably concentrate; as a matter of fact the ties are open, not completely effective and cracks can be seen near the anchorages (Fig. 4).
There is a second system of ties in the spire, installed clearly to avoid sliding of the single faces of the spire.
It is a very interesting and striking system: it is made of five levels of ties placed in a star shape, as shown in Fig. 5.

Le cronache dei restauri riferiscono che agli stessi livelli sono state realizzate anche delle cerchiature, che non è stato però possibile individuare e verificare per quanto riguarda l'attuale resistenza. Il sistema è efficace e per lo più efficiente ma, purtroppo, i saggi effettuati sugli ancoraggi hanno dimostrato la presenza di ossidazioni e di rotture nel muro, come visibile nella fig. 5. Anche questo sistema non è pertanto particolarmente affidabile.

At the same levels, the chronicles of the ancient restorations refer that also encircling ties have been inserted, but it was not possible to identify and verify, particularly as far as the current strength is regarded. The system is effective and mostly operative, but, unfortunately, the tests made on the anchorages have shown that in some cases they are oxidized or even broken inside the wall, as can be seen in Fig. 5. Therefore, also this system cannot be relied on.

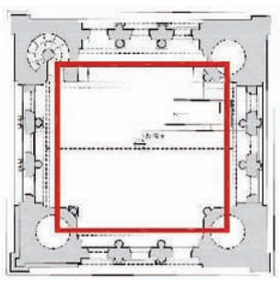


Fig. 4a



Fig. 4b

Fig. 4 Posizione delle catene (sinistra) e foto dei capichiave all'interno di piloni cavi d'angolo (destra), alla quota della cella campanaria: si vede come le catene non si sovrappongano e pertanto come la cerchiatura rimanga aperta.
The position of the ties (left) and the picture of their anchorages inside the hollow corner pillars, at the level of the bells room: it is clear that the ties do not overlap and therefore the encircling remains open.





Fig. 5

Fig. 5 Sistema di tiranti radiali nella guglia (destra) e dettaglio dell'ancoraggio ossidato e rotto di uno dei tiranti radiali (sinistra).
Ties system in the spire (right) and detail of the oxidized and broken anchorage of one of the radial ties (left).



Fig. 6

Fig. 6 Dissesto amplificato della parte superiore della Ghirlandina (elaborazione grafica Matteo Carobbi).
Amplified disorder of the upper part of the Ghirlandina Tower (graphic work by Matteo Carobbi).

Fig. 7 Schema del tirante posto alla base della cella campanaria.
Scheme of the tie at the base of the bells room.

Fig. 8 Foto del tirante inferiore.
Picture of the lower tie.

L'intervento di consolidamento

Il rilievo dello stato fessurativo della Ghirlandina, se pure fortunatamente di modesta entità, ha però messo in evidenza la tendenza del campanile a fessurarsi e aprirsi nella parte superiore secondo lo schema indicato nella fig. 2a, ovvero secondo quello che è il meccanismo più frequente nelle torri. La figura 6 mostra, in modo amplificato, il dissesto in corso. Il fenomeno è ovviamente rischioso in quanto potrebbe costituire l'innesco di un più serio dissesto in caso di terremoto, come messo in evidenza dall'analisi sismica effettuata da Angelo Di Tommaso ed esposta in questo volume. I due sistemi di catene presenti sembrano essere stati posti in opera proprio per ovviare a questa patologia. La loro non completa affidabilità, insieme ai citati risultati dell'analisi sismica, hanno convinto della necessità di realizzare due nuovi sistemi affidabili di cerchiatura, più o meno in corrispondenza dei sistemi esistenti.

The consolidation intervention

The survey of the crack pattern in the Ghirlandina Tower, even if it is of modest degree, has pointed out the tendency of the bell-tower to crack and open in the upper part, as presented schematically in Fig. 2a, i.e. following the most common mechanism of towers. Figure 6 shows, amplified, the current disorder. Obviously this phenomenon is hazardous as it could constitute the trigger of a more serious damage in case of an earthquake, as the seismic analysis by prof. Angelo Di Tommaso highlights in another chapter of this volume. The two systems of ties currently on place seem to have been installed to prevent these pathologies. The fact that they are not completely reliable, together with the cited results of the seismic

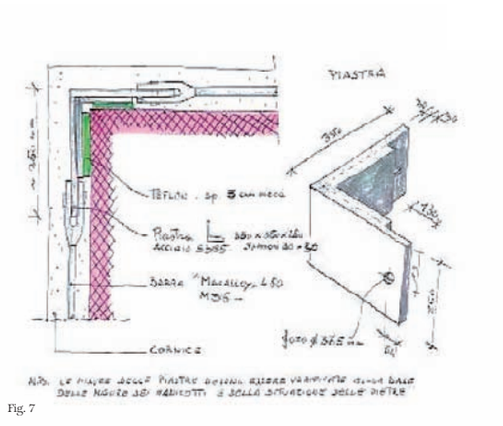


Fig. 7


Fig. 8

Lo studio delle soluzioni di cerchiatura si è dimostrato fin dall'inizio complicato dal punto di vista del rispetto della conservazione del monumento. Le maggiori difficoltà si sono dovute affrontare per la guglia, per la quale è stato necessario pensare, in fase preliminare, diverse soluzioni. Tra queste, quella apparentemente meno invasiva prevedeva una cerchiatura interna ancorata agli spigoli esterni tramite piccoli tiranti contrastati da piccoli capichiave.

Questa soluzione, sebbene già collaudata in altri contesti analoghi, è stata scartata per scongiurare eventuali infiltrazioni d'acqua. Alla fine si è deciso di intervenire solo in esterno, associando l'azione di consolidamento a un intervento di ripristino di tutto il sistema di allontanamento delle acque piovane. In particolare sono stati recuperati e migliorati gli antichi sistemi di scolo delle acque che attraversavano in modo trasversale la base della balaustrata di coronamento. Oltre a questo, per proteggere la pietra, sono stati sovrapposti più strati impermeabili traspiranti posati a secco e ricoperti con un doppio foglio di piombo (fig. 8). Per quanto concerne il consolidamento, il primo sistema, ottagonale, è stato posto alla base della guglia, nascosto nel camminamento che fa da corona inferiore alla guglia stessa. Il secondo sistema è stato posto sopra la cornice esterna alla base della cella campanaria e ha pertanto forma quadrata. Per la posa in opera delle cerchiature, sono state utilizzate piastre d'acciaio, 20 mm di spessore, opportunamente piegate e collegate con tiranti prefabbricati (la guglia ha sfruttato soluzioni della ditta Halfen, la cella campanaria della Macalloy). Nel caso della guglia, per creare l'alloggiamento delle piastre nelle zone d'angolo, dove sono presenti elementi di pietra che interrompono la continuità del camminamento, sono state smontate e poi rimontate alcune pietre, problema che non si è posto per la cella campanaria. Infine per isolare le piastre dalla superficie di contatto, per evitare problemi di scivolamento e migliorare la distribuzione del carico sulla superficie lapidea sono stati interposti fogli di piombo e malta nella guglia, teflon da 20 mm nella cella campanaria. Entrambi gli interventi, perfettamente reversibili, una volta realizzati non sono visibili da terra perché nascosti da protezioni e posizionati in punti architettonicamente strategici. Le dimensioni sono state determinate prendendo come situazione massima di sollecitazione quella prodotta dalle azioni sismiche attese e dal vento.

analysis, has convinced of the need for two new secure encircling ties systems, more or less at the same levels of the existing ones. Since the beginning, the encircling ties design appeared complex, particularly regarding the conservation problems.

The main problems were found in the spire, were several solutions were hypothesized.

The first solution was an internal encircling tie, fixed on the corners with external anchorages.

This solution, already applied in similar occasions, was rejected to avoid possible water infiltrations.

At the end an external intervention was chosen, accompanying the encircling ties with a restoration of the ancient rain disposal systems. Moreover, to protect the stones, some transpiring waterproof layers covered by a double lead sheet were overlapped to protect the stone (Fig. 8).

As far as the encircling ties are concerned, the upper system, on an octagonal base, has been placed at the base of the spire, hidden in the walkway which represent the lower crowning of the spire itself. The second system has been placed just over the corniche at the base of the bells room, and therefore has a square shape.

Suitably bent steel plates (20 mm thick), connected with prefabricated ties (by Halfen for the upper side and Macalloy for the bell room) were placed.

Some stones had to be removed in the corners at the base of the spire to place the plates and then were placed back on site; the same problem was not present at the base of the bell room.

Lead and mortar sheets in the spire and teflon sheets (20 mm thick) in the bell room were interposed to separate the plates from the stone surface, to avoid sliding and improve load distribution. Both systems, once completed, are not visible from below, as they are hidden by protective covers and placed in architecturally strategic points, and they are perfectly reversible.

The dimensioning has been carried out considering the highest stresses given by the foreseen seismic and wind actions.

ATTENUAZIONE DEI PICCHI DI TENSIONE NELLE PIETRE DEI PARAMENTI ESTERNI

REDUCTION OF THE STRESS PEAKS IN THE STONES OF THE EXTERNAL FACING

Carlo Blasi e Eva Coïsson

Stuccatura dei tagli angolari con elastomero. Plastering of the angular cut using elastomer.



L'immagine della Ghirlandina, come quella del vicino Duomo, appare quella di una costruzione in pietra perfettamente squadrata. In realtà le due strutture sono costituite da un nucleo resistente in ottima muratura di mattoni e da un paramento esterno in lastre di pietra di spessore variabile dai 10 ai 20 cm e in alcuni casi anche oltre.

The Ghirlandina Tower, like the nearby Cathedral, appears like a construction made of perfectly cut stones. In reality the two constructions were built with an internal resistant nucleus of solid bricks masonry and with an external facing in stone slabs 10 to 20 cm thick, in some cases even thicker.

Le pietre del paramento presentano in alcune zone, in particolare nei costoloni e in prossimità degli angoli, delle fratture con andamento sub-verticale, alcune delle quali, con una interessante forma che potremmo definire "a clessidra", rendono visibile l'espulsione di frammenti di materiale lapideo. Nell'ambito dei lavori di restauro questi fenomeni sono stati esaminati e sono stati effettuati degli interventi semplici, consistenti in piccoli tagli orizzontali in corrispondenza dei giunti, ma sufficienti per attenuare i picchi di tensioni di compressione che erano all'origine delle fratture. In realtà il fenomeno delle lesioni verticali nei paramenti di pietra è ampiamente diffuso, è stato studiato in alcuni casi famosi e presenta problematiche generali che è forse interessante ricordare brevemente per una maggiore comprensione della specificità del fenomeno nella Ghirlandina.

The external stones show in some areas sub-vertical cracks, particularly in the pilaster strips and near the corners. Some of these cracks have an interesting hourglass shape and resulted in the expulsion of stone fragments. During the recent restoration works, these phenomena were studied and some simple interventions have been carried out: small horizontal slits have been made in the joints and this was enough to reduce the stress peaks which had triggered the cracks. Indeed the phenomenon of vertical cracks in stone wall surfaces is widespread, it has been studied in some famous cases and poses general questions which can be interesting to recall briefly for a better understanding of the specific problem in the Ghirlandina Tower.

Murature di mattoni con paramenti esterni in pietra

La realizzazione di muri di grosse dimensioni in mattoni con rivestimenti di pietra o di marmo pregiato è tecnica ampiamente usata nelle costruzioni fin da epoche antiche, soprattutto nelle zone ricche di argilla e quindi con facile disponibilità di mattoni, come nell'area della pianura padana. È una tecnica assai efficace, in quanto unisce l'ottimo comportamento meccanico della muratura di mattoni alla resistenza agli agenti atmosferici di molte pietre e alla ricchezza estetica del marmo. Una tecnica che può apparire simile è quella comunemente detta del "muro a sacco", espressione estremamente generica con la quale si indica ogni muro realizzato con due paramenti esterni più curati in pietre o mattoni e un nucleo interno che può variare da un riempimento più o meno sciolto a una vera e propria muratura di pietrame, pezzi di mattone e malta anche di buona qualità. Il confronto tra le due tecniche simili può essere utile per comprendere meglio le caratteristiche costruttive e meccaniche, e i rischi che la presenza di fratture nei paramenti esterni può produrre. I "muri a sacco" sono costruiti alzando contemporaneamente i due paramenti e il riempimento, spesso costituito dalle stesse scaglie provenienti dalla squadratura delle pietre dei paramenti esterni, che costituiscono una specie di cassaforma di contenimento del riempimento. È evidente che i paramenti in pietra devono essere presenti su entrambi i lati e che sono gli elementi portanti dell'intera muratura. I muri in mattoni con rivestimento vengono invece realizzati costruendo prima il nucleo centrale in mattoni (che è la struttura portante), eventualmente lasciando delle ammorsature, e poi ponendo in opera il rivestimento

Brick masonry walls with stone facing

Building thick brick walls with stone or marble covering is a very widespread technique since ancient times, particularly in areas rich in clay and therefore with easy access to bricks, like in the Po Plane. It is a very effective technique, as it joins the very good mechanical behaviour of the brick masonry with the resistance to external elements of many stones and with the aesthetic richness of marble. A similar technique is the one commonly called "a sacco" in Italian, i. e. a generic expression including any wall made with two outer perfected layers in bricks or stone masonry and an inner filling that can vary from loose material, to concrete, to a real masonry with stones, brick pieces and mortar of good quality. A comparison between these two similar techniques can be helpful for a better understanding of their constructive and mechanical characteristics and of the risks that the presence of cracks in the external surfaces can produce. "A sacco" walls are built proceeding at the same time with the external wall layers and the inner filling, often made of the same chips coming from the squaring of the stones used for the external walls, which constitute a sort of form-work for the filling. It is clear that the external stone layers must be present in both sides of the wall and that they are the main bearing elements of the whole structure. Brick walls with external layers in stone are instead built starting from the inner core in bricks (which is the real bearing structure), possibly leaving protruding elements to facilitate the future connection, a nd then installing the stone or





Fig.1 Piloni di Santa Sofia a Istanbul: rivestimenti in marmo, che presentano chiaramente segni di fratture, rigonfiamenti e staffe di consolidamento.
The pillars of Hagia Sophia in Istanbul: the marble surface is clearly cracked, bulged and were consolidated with clamps.



Fig. 2 Muratura in mattoni della facciata di San Petronio a Bologna, con la predisposizione per i rivestimenti in pietra, realizzati poi solo nella parte inferiore.
The bricks masonry of the façade of the San Petronio Cathedral in Bologna, with the predisposition for the stone facing, applied only in the lower part.

in pietra o a lastre di marmo, per lo più sulla sola faccia esterna. Tra i tanti esempi basterà ricordarne due famosi. La figura 1 mostra i rivestimenti in marmo di Santa Sofia a Istanbul, edificio romano-bizantino realizzato in soli cinque anni con muratura di pietra calcarea e granito di varie dimensioni e spessi strati di una malta resa idraulica dalla presenza di frammenti e polvere di laterizio. I lunghi tempi di presa di tale malta e le notevoli deformazioni sotto carico per i consistenti spessori sono le cause intrinseche dei principali dissesti del famoso monumento, che hanno prodotto, tra l'altro, fratture e dissesti nei marmi. Le staffe visibili nella fig. 1 sono un segno degli interventi di consolidamento che si sono resi necessari per contenere le lastre fratturate a seguito delle deformazioni delle murature.

Un altro esempio significativo e più prossimo alla Ghirlandina è la facciata della cattedrale di San Petronio a Bologna (fig. 2), realizzata in mattoni con una preziosa predisposizione per un rivestimento in pietra che è stato poi posto in opera soltanto in parte. Nonostante il nucleo in mattoni sia l'elemento strutturalmente demandato a sostenere i carichi, questi, nel tempo, si ripartiscono tra la muratura e il rivestimento, in funzione delle differenti rigidezze.

Il peso infatti non sa distinguere tra strutture portanti e rivestimento e si affida al supporto meno deformabile.

Le conseguenze sono tanto più evidenti quanto maggiore è il carico, ovvero quanto più alti sono gli edifici. I muri interni in mattoni hanno una notevole dimensione ma, a causa dei giunti di malta, hanno anche un "modulo di elasticità" abbastanza modesto.

I rivestimenti esterni, viceversa, sono molto meno deformabili sia per le caratteristiche meccaniche stesse della pietra, sia per il fatto che, per motivi estetici e di impermeabilizzazione, spesso le pietre sono sovrapposte praticamente senza malta o con giunti sottilissimi.

Il fenomeno, in genere, non è pericoloso per la struttura perché la presenza della muratura è sufficiente garanzia di stabilità, ma può risultare pericoloso per le persone a causa della caduta di eventuali schegge del rivestimento.

marble layer, often only on the outer face. Among many examples, two particularly famous can be recalled. Fig. 1 shows the marble facing of Hagia Sophia in Istanbul, a Roman Byzantine building set up in just 5 years with stone masonry, characterized by thick mortar joints made with a mortar with hydraulic characteristics, due to the presence of chips and powder of bricks. The long casting times of these thick mortar layers and the high deformations under load are the intrinsic causes of the main disorders of this famous monument, which produced also cracks and deformations in the covering marbles. The clamps shown in Figure 1 are part of the consolidation interventions made during centuries to keep together the slabs, broken into pieces due to the masonry deformations.

Another meaningful example, closer to the Ghirlandina Tower, is the façade of the San Petronio Cathedral in Bologna (Fig. 2), made of bricks with a precious predisposition for a stone covering which was then realized only partially.

Although the inner bricks core is the structural element that should carry the loads, these, during time, divide between the masonry and the facing depending on the different stiffnesses. The loads, indeed, cannot distinguish between structural elements and facing elements and entrusts its support to the least deformable material. The consequences are the more evident the more the loads are high, i.e. the more the buildings are high. The inner brick walls are large, but, due to the mortar joints, they also have a low elastic modulus.

The external facing elements, instead, are much less deformable, both for the mechanical characteristics of the stone and for the very thin mortar joints used for aesthetic and waterproofing reasons.

This phenomenon, usually, is not dangerous for the structure, as the presence of the thick inner masonry guarantees for the overall stability, but it can be dangerous for people passing by, given the possible fall of stone chips from the facing.

Il caso famoso ed emblematico dei piloni della chiesa di Sainte Geneviève a Parigi

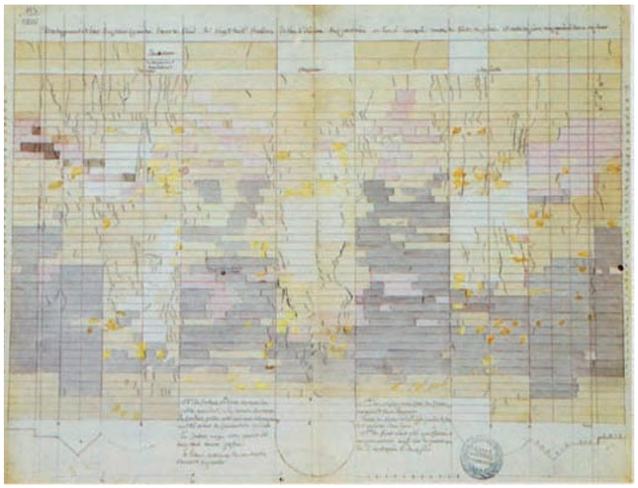


Fig. 3

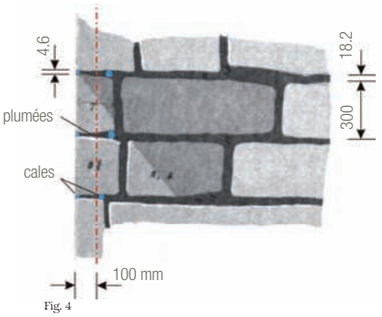


Fig. 4

Fig. 3 Rilievo effettuato da Rondelet delle lesioni nel paramento murario di uno dei piloni della chiesa di Sainte Geneviève a Parigi.
The cracks survey made by Rondelet for one pillar of the church of Sainte Geneviève in Paris.

Fig. 4 Disegno di Rondelet dei saggi effettuati nei piloni. Nel particolare si nota la diversità dello spessore dei giunti tra le zone esterne e l'interno. In rosso sono aggiunti gli stati tensionali rilevati.
Rondelet drawing that shows the inspections made inside the pillars masonry. The different thickness of the mortar joints inside and outside can be clearly noted. The red arrows indicate the calculated stresses.

Questo fenomeno è stato descritto in modo magistrale da Jean-Baptiste Rondelet in una sua famosa memoria sulla stabilità dei piloni della chiesa di Sainte Geneviève, poi Panthéon, di Parigi, nel 1797.

Le fratture dei piloni del Panthéon e il conseguente dibattito sulla stabilità del monumento hanno avuto una tale risonanza nella storia dell'architettura e presentano aspetti di tale somiglianza con i problemi delle pietre della Ghirlandina che forse è il caso di fare un breve parallelismo tra i fenomeni presenti nei due edifici.

I piloni del Panthéon erano stati realizzati da Soufflot prima di morire nel 1780, ma avevano presto mostrato alcune lesioni e al completamento della costruzione della cupola, realizzata da Rondelet nel 1790, erano ormai ampiamente fratturati e presentavano espulsioni di materiale. È evidente che la prima reazione popolare fu quella di dare la colpa alla snellezza dei piloni progettati da Soufflot e dei quali già l'architetto Patte aveva dichiarato l'insufficienza. Rondelet però non era convinto, in quanto lui stesso aveva fatto per Soufflot dei calcoli di resistenza (tra i primi della nascente scienza delle costruzioni), confrontando i risultati con le prove sperimentali effettuate con la prima macchina per "schiacciare" i materiali. Di fronte alle violente polemiche sorte sulla stabilità dell'edificio, Rondelet, seguendo una procedura esemplare ancora oggi per la diagnostica degli edifici, effettuò un accuratissimo rilievo di tutte le fratture presenti nei quattro piloni (fig. 3) e un rilievo millimetrico dei dissesti, nonché alcuni saggi nelle murature. I saggi, rigorosamente documentati (fig. 4), mostrano chiaramente come i giunti esterni tra i blocchi di pietra siano perfetti e di soli 4-5 mm, mentre all'interno della muratura siano presenti spessori anche di qualche centimetro: i carichi si sono concentrati sulla superficie esterna creando concentrazioni di tensioni ben superiori a quelle sopportabili dalla pietra e quindi procurando fratture ed espulsioni di materiale. La differenza di modulo di elasticità tra l'esterno e l'interno è risultata di circa 20 volte: 200 MPa all'interno e 4.000 MPa sulla superficie.

The famous and emblematic case of the pillars of the Sainte Geneviève church in Paris

This phenomenon was perfectly described by Jean Baptiste Rondelet in his famous memorial on the stability of the pillars of the Church of Sainte Geneviève, later Panthéon, in Paris, in 1797.

The fractures in the pillars of the Panthéon and the following debate on the stability of the monument had such a large echo in the story of architecture and present such similar aspects to the Ghirlandina problems, that a brief parallelism between the two cases should be done.

The pillars of the Panthéon had been realized by Soufflot before his death in 1780, but had soon showed cracks and as soon as the dome was completed by Rondelet in 1790, they were widely cracked and several chips of stones had been ejected.

It is clear that the first people's reaction was to accuse the slenderness of the pillars designed by Soufflot, which had already been declared inadequate by Patte.

Nevertheless, Rondelet was not convinced, as he had made himself the strength calculations for Soufflot (one of the first calculations of this kind in the newborn materials science), comparing the results with the experimental tests made with the first machine to "press" materials. Given the harsh polemics which had arose about the stability of the building, Rondelet, following an exemplary procedure, still adopted nowadays in buildings diagnostics, made a very accurate survey of all the cracks in the four pillars (Fig. 3) and of all the other disorders and made some inspections inside the masonry. The inspections, accurately documented (Fig. 4), show clearly that the joints among the stone blocks are externally perfect and only 4-5 mm thick, while inside the masonry the joints can be up to some cm thick: the loads had therefore concentrated on the external surface, leading to stress concentrations much higher to the stones strength, thus causing cracks and material expulsion.The elastic moduli on the inner part resulted to be 20 times less than on the outer part: 200 MPa inside and 4000 MPa on the surface.

Il paramento esterno in pietra della Ghirlandina e il suo quadro fessurativo

Nella Ghirlandina, come nei casi citati, le lesioni nel paramento lapideo esterno hanno andamento sostanzialmente verticale e si sono manifestate nel tempo.
Nei materiali caratterizzati da scarsa resistenza a trazione, tensioni eccessive di compressione producono infatti dilatazioni trasversali che, con il tempo, portano alla rottura dei legami trasversali tra i grani e a fratture parallele alla direzione delle tensioni di compressione, come schematicamente mostrato nella fig. 5. Le lesioni sono in genere sottili e spesso tra loro ravvicinate, al punto che inducono fenomeni di instabilità nelle "strisce" che si formano ed espulsioni di materiale.
La fig. 7 contiene alcune fotografie scattate durante i sondaggi per l'intervento di restauro della Ghirlandina; le foto mostrano chiaramente il tipo di rivestimento presente nella torre: lastre di pietra di spessore variabile da 10 cm a 20 cm circa, di provenienza varia, come puntualmente documentato dal Prof. Lugli.
Tra le lastre e il sottostante paramento murario c'è un'intercapedine anche di diversi centimetri; le lastre sono collegate alle murature solo in corrispondenza di lesene e cornici. È evidente che la pietra non ha funzione portante, ma è semplicemente un robusto paramento sovrapposto per scopi estetici.
Anche nei rivestimenti della facciata della vicina cattedrale i sondaggi fatti eseguire recentemente dal Capitolo, sotto la direzione della Soprintendenza, hanno mostrato delle intercapedini, anche consistenti, tra il rivestimento e il retrostante muro portante in mattoni.I diversi sondaggi mostrano tutti come le lastre non siano perfettamente squadrate, e in particolare come in corrispondenza delle superfici esterne si abbiano zone con contatti puntuali o con strati di spessore minimi: la diagnosi di Rondelet è perfettamente applicabile anche alla Ghirlandina.

The external stone facing of the Ghirlandina Tower and its crack pattern

In the Ghirlandina Tower, like in the cited cases, the cracks in the external stone facing are roughly vertical and appeared during time.
In the materials with low tensile strength, indeed, high compressive stresses cause lateral dilation which, during time, can break the transversal links among the grains and cause cracks parallel to the compressive stresses direction, as shown in Fig. 5.
These cracks are usually very thin and close together and can therefore cause instability problems in the "strips" that form and consequent materials expulsion.
Fig. 7 includes also some pictures of the inspections made during the restoration intervention on the Ghirlandina Tower: they clearly show the type of facing used in the tower: stone slabs 10 to 20 cm thick, of various origins, as accurately documented by Prof. Lugli.
Between these slabs and the underlying masonry wall, a hollow space of several cm is present; slabs are connected to the masonry only in correspondence of the corniches and of the pilaster strips.
It is clear that the stone has no bearing function, but is only a robust facing applied for aesthetic reasons.
Also in the facings of the nearby Cathedral, the inspections made recently by the "Capitolo" and directed by the "Soprintendenza", showed hollow spaces, sometimes quite large, between the facing and the underlying bearing brick masonry wall.
All the inspections show that the slabs are not perfectly squared and particularly on the external side some areas have direct contact or very thin joints between the stones: Rondelet's diagnosis is perfectly applicable also to the Ghirlandina Tower.

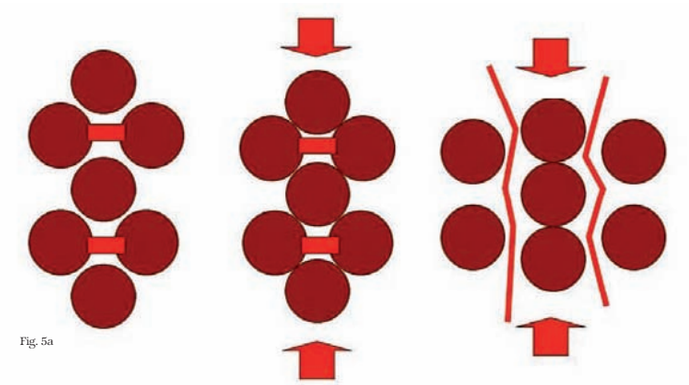
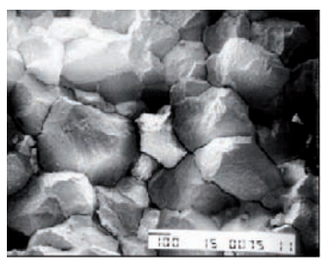


Fig. 5a



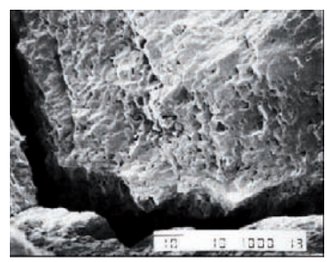


Fig. 5b



Fig. 5 Schema della formazione delle lesioni prodotte da eccessive compressioni in materiali caratterizzati da modesta resistenza a trazione. Le lesioni hanno andamento parallelo alla direzione di compressione a causa della dilatazione e della rottura dei legami nelle direzioni normali a quella del carico. A destra immagine al microscopio di microlesioni tra grani di marmo dovute alla rottura dei legami per eccesso di deformazione (Gianni Royer Carfagni).
Scheme of the formation of the cracks caused by excessive compressive stresses in materials with low tensile strength. The cracks are parallel to the compression direction, due to the braking of the links among grains in the direction perpendicular to the loads. Right, the microscopic image of micro-cracks among marble grains due to the links braking for excessive deformation (Gianni Royer Carfagni).



Fig. 6 Fratture nelle pietre delle mura del transetto nord della cattedrale di Lucca; le fratture, chiaramente dovute a un eccesso di tensioni di compressione, hanno andamento leggermente inclinato per la presenza delle spinte di un grande arco e per la probabile azione sismica che si è aggiunta durante un terremoto nel XVIII secolo.
Cracks in the stones of the north transect of the Lucca Cathedral; these cracks are clearly caused by excessive compression stresses, but have a slightly inclined direction due to the presence of the thrust of a large arch and to the probable seismic actions added by an earthquake in XVIII century.

Fig. 7. Foto del rivestimento in pietra della Ghirlandina. Le foto mostrano lo spessore del rivestimento e quello dell'intercapedine.
Picture of the stone facing of the Ghirlandina Tower. The thickness of the stones and of the hollow space behind them can be noticed.

Fig. 7



Fig. 7

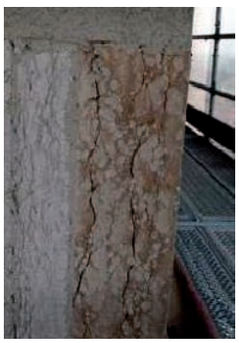


Fig. 8



Fig. 9

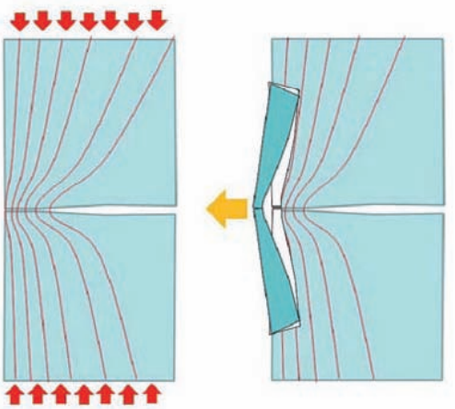


Fig. 10

Fig. 8 Lesioni verticali del rivestimento della Ghirlandina in un blocco di marmo di Verona.
Vertical cracks in a Verona marble on the facing of the Ghirlandina.

Fig. 9 Lesione "a clessidra" in una lesena, con espulsione del materiale. Il giunto tra le pietre è quasi invisibile in corrispondenza del massimo restringimento della "clessidra".
Hourglass shaped crack on a half pillar, with material expulsion. The joint between the two stones is nearly invisible, in the central part of the hourglass

Fig. 10 Schema del fenomeno di frattura "a clessidra" e di espulsione presente in alcuni costoloni della Ghirlandina.
Scheme of the hourglass shaped crack phenomenon present on some pilaster strips of the Ghirlandina.

Fig. 11 Intervento di allargamento del giunto per prevenire la formazione di nuove lesioni.
The intervention of joint widening to prevent the formation of new cracks.



Fig. 11 a



Fig. 11 b



Fig. 11 c



Fig. 11 d

Tipologie di fratture

Le tipologie dei fenomeni rilevati nella torre sono prevalentemente di due tipi: con lesioni ad andamento sostanzialmente verticale (fig. 8) e con lesioni ed espulsioni di materiale con andamento "a clessidra" (fig. 9), per lo più presente negli spigoli delle lesene.

Nella fig. 9 si nota come i giunti tra le due lastre lesionate siano quasi a secco e difficilmente percettibili. Certamente nelle lesene si sommano due fattori, connessi alla rilevanza strutturale di questi elementi architettonici, che aggravano il loro stato fessurativo: una cura maggiore nella disposizione delle pietre, con conseguenti spessori limitatissimi dei giunti, e la presenza nei costoloni di stati tensionali più elevati, rispetto a quelli delle murature più interne, soprattutto nel caso di oscillazioni dovute al vento o a fenomeni sismici. La forma curiosa "a clessidra" del fenomeno è dovuta alla presenza di un contatto rigido concentrato sullo spigolo. Le tensioni si diffondono nella pietra, dal punto di contatto, fino a diminuire d'intensità e a raggiungere valori inferiori a quelli di rottura. Lo spigolo si distacca con rotazioni simili a quelle di un fenomeno di instabilità per "carico di punta" (fig. 10).

Il "minimo intervento" per il consolidamento e la prevenzione

Nel restauro e nel consolidamento vige un principio di ampia applicazione e di estrema rilevanza per la conservazione: il principio del minimo intervento. Tra le varie soluzioni possibili per un dato problema, è necessario individuare quella che comporta il minimo impatto sul monumento, limitando il più possibile modifiche o perdite di materiale originale ed evitando ogni intervento non strettamente necessario per la conservazione. Nel caso delle fratture delle pietre della Ghirlandina il principio è stato adottato intervenendo semplicemente con sottili tagli tra le pietre, di alcuni centimetri di profondità, in corrispondenza dei giunti più sottili che stavano innescando nuove lesioni. Questi tagli sono stati poi riempiti con stuccature a calce ed elastomeri, in modo da poter calibrare al meglio la rigidezza e ottenere un intervento il più possibile compatibile, anche dal punto di vista meccanico, con il resto della struttura. I tagli portano a una decompressione delle parti più superficiali e prevengono i rischi di nuove fratture sulle superfici esterne. In totale i tagli eseguiti sono stati 41, per la maggior parte concentrati nel piano compreso tra la terza e la quarta cornice. In particolare, 25 sono stati eseguiti al quarto piano, 10 al terzo e solo 6 al secondo. La fig. 11 mostra un intervento realizzato sulla facciata sud: come si può notare l'impatto estetico è minimo, a fronte di un notevole miglioramento della situazione locale in termini di tensioni e di possibile progresso delle lesioni.

Crack types

The crack types found on the tower are basically two: one with mainly vertical cracks (Fig. 8) and one with hourglass shaped cracks and material expulsion, which can be found mainly in the corners of the pilaster strips.

In Fig. 9 it is clear that the joints between the two cracked slabs are very thin and nearly dry.

In the pilaster strips, given the structural importance of these architectural elements, two factors superimpose to worsen the cracks situation: more care in the stone placing, with consequent very thin joints, and the presence of higher stresses, compared to the inner masonry, particularly in the case of swinging due to wind or earthquakes.

The curious hourglass shape is caused by the presence of a rigid concentrated contact on the corner.

The stresses diffuse in the stone from the contact point, diminishing their intensity down to values below the stone strength.

The corner then detaches and rotate in a similar way to the buckling instability phenomenon (Fig. 10).

The "minimum intervention" for consolidation and prevention

In restoration and consolidation a very important and widely applicable principle is in force: the minimum intervention principle. Among the many solutions for a given problem, the one with the least impact on the monument should be chosen, limiting as far as possible modifications or loss of original material and avoiding any intervention not strictly necessary for conservation. In the case of the cracks in the Ghirlandina stones the principle was adopted choosing a simple intervention with thin cuts between the stones, some cm deep, in correspondence of the thinnest joints which were causing new cracks. These slits were then filled with a special mortar in lime and elastomers, in order to calibrate at best the stiffness and obtain a very compatible intervention also from the mechanical point of view. The cuts induce a decompression in the outer part of the stones and prevent the risk of new cracks. In total 41 cuts were made, mainly between the third and the fourth corniche. In particular, 25 were made on the fourth storey, 10 at the third storey and only 6 on the second storey. Fig. 11 shows an intervention made on the south façade: it can be noticed that the aesthetic impact is minimal, compared with a remarkable improvement of the local situation of stresses and possible future cracks.

LA MANUTENZIONE DEI PARAMENTI LAPIDEI PER LA TORRE GHIRLANDINA

MAINTENANCE OF THE EXTERNAL STONEWALLS FOR THE GHIRLANDINA TOWER

Guido Driussi, Zeno Morabito, Mauro Tonon

Immagini di alcune misure dell'angolo di contatto svolte *in situ* su una delle cimase superiori.

Images of some measures of the contact angle carried out *in situ* on one of the higher mouldings.



La manutenzione è la "combinazione di tutte le azioni tecniche, specialistiche e amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'opera o un impianto nella condizione di svolgere la funzione prevista dal provvedimento di approvazione del progetto" (DPR 554/1999).[1]

Il concetto di manutenzione ha conosciuto una notevole evoluzione nel corso degli ultimi decenni. Sulla spinta del progresso industriale, in poco più di 60 anni si è potuto assistere a un passaggio da una mera pratica di riparazione, di buona gestione legata a saperi e conoscenze dal sapore artigianale, apprese direttamente in cantiere, a una vera e propria strategia di gestione con un forte accento progettuale. La manutenzione edilizia moderna prende spunto dall'ambito industriale-produttivo, con una propensione forte alla conservazione dell'efficienza e allo sviluppo della produttività, anche se ben presto si connota singolarmente, caratterizzandosi in base agli aspetti tipici delle opere edili. Viene introdotta la variabile tempo, con la quale ogni opera deve fare i conti nell'arco di tutta la sua vita; nascono delle vere e proprie metodologie di intervento codificate; la manutenzione, prima regolata dalla sola necessità, diventa una vera e propria programmazione di intervento pensata già in fase progettuale come fondamentale corredo dell'opera. Anche la legislazione e le relative normative muovono passi sempre più decisi in questa direzione, fino ad arrivare al concetto di "piano di manutenzione".[2] Nonostante però lo sforzo in atto, il nostro campo, quello dell'edilizia storica, ha delle difficoltà a recepire in toto le nuove indicazioni, spesso pensate e modellate sulle nuove costruzioni. In questi anni stiamo sempre più prendendo coscienza che i beni culturali non possono essere trattati alla stregua delle altre opere edili più recenti, e necessitano di un adattamento del concetto manutentivo alle proprie caratteristiche tecnologiche, ai materiali, alle diverse destinazioni d'uso, alla coesistenza dell'antico con il nuovo. Da qui lo sforzo di interpretare il progetto della manutenzione in chiave "bene culturale", individuando le priorità, i parametri scientifici da monitorare, i minimi livelli prestazionali, le metodologie di intervento ecc. La variabilità di situazioni che si riscontra nel campo storico-artistico è sicuramente maggiore rispetto all'edilizia moderna, perciò si richiede un approccio elastico in grado di confezionare, caso per caso, il piano manutentivo sull'opera in oggetto. Se alcuni anni fa il piano di manutenzione (dove era presente) veniva molto spesso liquidato con alcune anonime pagine di prassi, per lo più fotocopiate da lavori precedenti, ora non può più essere così.

[1] Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici, 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modifiche.
[2] DPR 554/1999 (cfr. nota 1), UNI 11257:2007 Manutenzione dei patrimoni immobiliari – Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi – Linee guida.

Maintenance: "Combination of all the techniques, specialised and administrative actions, including supervisory actions, carried out to maintain or bring a piece of work or system back to standards in order to be able to carry out the intended function approved by the project" (DPR 554/1999).[1]

The concept of maintenance has evolved considerably in recent decades based on the drive of industrial progress. In under 60 years there has been a move from merely carrying out repairs, to a well-run craft based on knowledge and experience gained straight from the site; a real management strategy of a project. The modern Construction Maintenance is based on the industrial and production fields, with a strong inclination to preserving efficiency and developing productivity, even if soon it will connote singularly, identifying itself with those typical aspects of the building work. The variable time is introduced which every work has to respond to in the course of its lifetime, and with this come the methodologies of the encoded interventions. The Maintenance, first done solely by necessity, becomes an actual intervention already planned at the project-making stage and considered a fundamental aspect of the job. Even the legislation and the related norms make a move in this direction, until they reach the concept of the Maintenance Plan.[2] However, despite the effort in action, our field, that of historical construction, has difficulty in acknowledging "in toto" new indications which are often thought of and modelled on new constructions. In recent years we are becoming ever more conscious of the fact that our cultural heritage cannot be treated in the same way as other more recent construction works and hence the concept of maintenance needs to be adapted, taking into consideration technological characteristics, materials, various uses, coexistence of the ancient and modern worlds. From here, the effort of interpreting the Maintenance Project in the context of "cultural heritage", identifying the priorities, the scientific parameters to be monitored, the minimum required levels, intervention methodologies, etc. etc. There is definitely more variety in the types situations which one encounters in the historical and artistic field as opposed to in modern architecture, therefore one needs a flexible approach to tailor the maintenance plan "case by case" on the work in question. A few years ago it was all too easy for the Maintenance Plan (when present...) to be discarded with just a few anonymous pages of formalities, often photocopied from previous projects, now this is no longer possible.

[1] Regulation of the implementation of the legal framework for public works 11th February 1994, n. 109 and further modifications.
[2] DPR 554/1999 (see Note 1), UNI 11257:2007 Maintenance of property heritage – Criteria for the planning of the maintenance of property commodities – Guideline.

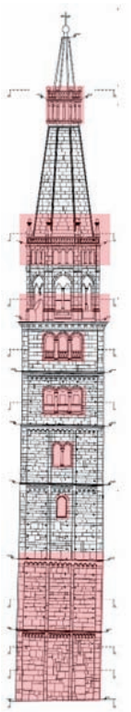


Fig. 1 Sono segnalate le principali aree accessibili.
Shown are the main accessible areas.

Il nostro sforzo, anche sulla spinta di nuove istanze e aspettative sia della committenza che della "clientela", è quello di riempire uno scarno schema iniziale con dati, osservazioni e indicazioni che personalizzino il piano di manutenzione. In questo senso la torre della Ghirlandina è un prestigioso esempio e un'occasione di studio e approfondimento di un tema sempre più centrale nella conservazione. Pensare alla manutenzione della torre, con particolare riferimento ai lavori di restauro che sono ora in corso, significa riuscire a individuare dei precisi ambiti di intervento, parametri scientifici e oggettivi per un corretto monitoraggio, tempi e modalità delle ispezioni e delle eventuali lavorazioni necessarie.
La Ghirlandina costituisce un sistema complesso per la sua articolazione in altezza, nel quale si possono individuare, semplificando al massimo, due macro-classi: le aree facilmente raggiungibili e quelle che abbisognano di costose impalcature.

Risulta evidente come tale suddivisione crei un forte condizionamento nello sviluppo della programmazione dei controlli e degli interventi. Ad esempio, in termini di livelli minimi prestazionali, si dovrà sicuramente essere più generosi per le strutture non raggiungibili, meno per quelle su cui l'intervento non necessita di una costosissima impalcatura, rimanendo ovviamente sempre ben all'interno dei limiti di sicurezza e di compromissione degli elementi.
Le informazioni necessarie per una corretta progettazione della manutenzione sono diverse:
- natura dei materiali e condizioni di conservazione iniziali dell'opera;
- caratteristiche e modalità di eventuali interventi di conservazione pregressi;
- condizioni climatiche in cui l'opera si trova;
- presenza di altri potenziali fattori di degrado di origine naturale o antropica;
- destinazione d'uso;
- conoscenza delle metodologie e dei prodotti (schede tecniche) impiegati per il restauro;
- stima dell'impatto economico delle ispezioni, degli interventi e dei monitoraggi sui livelli prestazionali (misura di parametri oggettivi monitorabili nel tempo da realizzarsi sia prima del restauro che subito dopo, e da ripetersi a scadenze prefissate).

Based on the drive of new expectations of the Commissioner and of the "client" we are trying to complete a basic initial outline with data, observations and indications which personalise the Maintenance Plan.
In this way the Ghirlandina Tower is both a prestigious example and an opportunity to study and learn more about a subject which is ever more central to the field of conservation. Thinking of the Maintenance of the Tower, in particular in reference to the restoration work which is currently in progress, means being able to identify precise areas of intervention, scientific and objective parameters in order to monitor correctly times and methods of the inspections and any necessary work.
The Ghirlandina is a complex system as far its height is concerned, and we can identify two basic macro classes, the areas easily reached and those which need costly scaffolding to be accessed. It is obvious that such a division strongly conditions the development of the programme for the checks and interventions.
For example, in terms of minimum required levels, one needs to be more generous for structures with poor access, and less so for those where the intervention does not necessitate any costly scaffolding, obviously while still remaining within the security measures and not compromising the various elements. The information needed in order to correctly plan Maintenance is the following: nature of the materials and condition of conservation before hand characteristics and methods of any previous interventions and conservation,climatic conditions where the construction is located, presence of other potential factors of decay, both natural and anthropical, how it will be used, knowledge of methodologies and products (data sheet) used for the restoration, estimate of the economic impact of the inspections, interventions and the monitoring on the required levels (the measure of objective parameters to be monitored over time to be completed before the restoration, straight after and to be repeated regularly on pre-arranged dates).
As can be seen, the person in charge of maintenance intervenes on various levels, at all moments of the restoration process, from the project-planning to the intervention itself, until they gather the information at the testing

Come si può vedere, è opportuno che colui che si occupa della manutenzione intervenga, a vario livello, in tutti i momenti del restauro, dalla progettazione all'intervento, fino ad arrivare a raccogliere dati in fase di collaudo per andare a costituire il "punto zero" sul livello prestazionale. Questa continua richiesta di presenza e di intervento delinea sempre più marcatamente una vera e propria figura professionale, il "tecnico della manutenzione". Secondo la nostra esperienza, inoltre, questa figura diventa un importante consulente della direzione dei lavori, punto di incontro e memoria delle diverse fasi delle lavorazioni, verificatore interno delle prestazioni raggiunte ecc. Nel caso della Ghirlandina la particolare conformazione ha permesso di individuare una serie di classi di elementi manutenibili, organizzate per tipologia di materiale, ruolo architettonico e importanza storico-artistica, di cui solo una parte risulterà comunque raggiungibile agevolmente al termine dei lavori. L'aspetto più complesso è rappresentato dall'individuazione dei parametri "indice", che andranno monitorati nel tempo per descrivere il naturale decadimento dell'opera: per questo si deve necessariamente operare una scelta mediando tra accessibilità, significatività, ripetibilità e, non ultimo, economicità. Una prima fase del nostro intervento ha contemplato una serie di misurazioni e controlli effettuati prima del restauro, così da essere in grado di descrivere i livelli prestazionali iniziali del manufatto. Una seconda fase – tuttora in corso – prevede l'esecuzione degli stessi tipi di controlli a seguito dei lavori. Questa seconda fase acquisisce un duplice valore: fornisce immediatamente un indice di efficacia dell'intervento e simultaneamente costituisce il punto zero per i monitoraggi seguenti, previsti a cadenze temporali precise dal piano di manutenzione. Seguono alcuni esempi, anche se nella maggior parte dei casi sono tuttora in esecuzione. Una delle tecniche di controllo a cui ci si è affidati è la misurazione delle velocità di attraversamento di onde ultrasonore. Le analisi si basano sul principio che il valore di velocità del suono, caratteristico per ogni materiale, viene influenzato in caso di perdita di coesione o di presenza di fratture e soluzioni di continuità. Si tratta di un efficace strumento non invasivo e non distruttivo, di facile applicazione, con l'unico limite di richiedere il contatto tra lo strumento e il materiale, limitandone l'impiego alle aree raggiungibili. Ogni materiale viene attraversato dal suono con una velocità peculiare, strettamente legata alle sue caratteristiche microstrutturali chimico-fisiche: nel momento in cui alcune di queste caratteristiche vengono compromesse da fenomeni degenerativi, spesso si registra una variazione della velocità di attraversamento ultrasonico.

stage which will constitute "point zero" on the required level. This continual request of their presence and intervention outlines an ever more important professional figure, the Maintenance Technician. From our experience this figure also becomes an important consultant of the DL, a meeting point and memory of the various stages in the work process, internal controller of the levels reached, etc. etc.
In the case of the Ghirlandina the particular conformation has allowed for a series of classes of elements which can be maintained to be identified: by type of material, architectural role and historical and artistic importance, of which only a part will prove to be easily accessible at the end of the work. The most complicated aspect is represented by identifying "index" parameters which will be monitored over time to describe the natural decay of the construction and, for this reason it is necessary to operate a choice taking into consideration accessibility, importance, repeatability and last but not least, economic factors. An initial stage in our intervention has contemplated a series of measures and checks before the intervention, in order to be able to describe the starting required levels of the artefact. A second stage – currently in progress – has carried out the same types of checks after the work.
This second stage has a double value, immediately provides us with an indication of the efficiency of the intervention and at the same time constitutes the starting point for the following monitoring, planned at regular intervals as specified by the Maintenance Plan. Now some examples carried out on the Tower even if most are still in progress. One of the control techniques used is the measure of speed via ultrasonic waves. Analysis relies on the principle that the value of the speed of sound, a characteristic for every material, is influenced when there is a loss of cohesion or a presence of fractures and solutions for continuity.
It proves to be an efficient instrument, neither invasive nor destructive, which is easily applied. Its only limit though is that there needs to be contact between the instrument and the material, limiting the work to the accessible areas. Every material goes through sound at a peculiar speed, closely linked to its micro-structural chemical and physical characteristics. The moment in which some of these characteristics are compressed by degenerative phenomena a variation in ultrasonic speed is often registered.

Trasmissione diretta o in trasparenza
Direct or transparent transmission

Trasmissione semidiretta o in semitrasparenza
Semi-direct or semi-transparent transmission

Trasmissione indiretta o in superficie
Indirect or superficial transmission

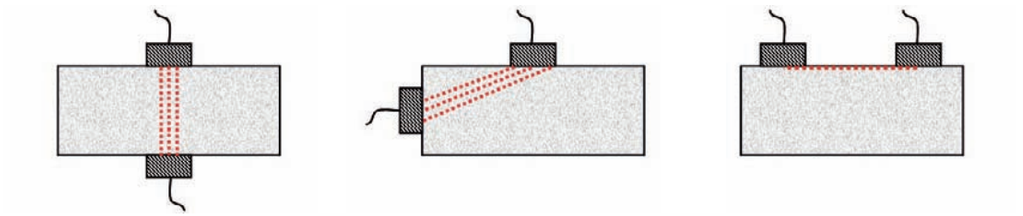


Fig. 2 Diverse tipologie di analisi in base al posizionamento delle sonde emittente e ricevente.
Different types of analyses depending on the positioning of the waves emitted and received.

L'indagine consiste nel misurare il "tempo di volo" di un'onda sonora (nel campo ultrasonico – frequenza sopra i 20 KHz) da una sonda emittente a una ricevente; vi sono tre tipi di misura (fig. 2): trasmissione diretta, semidiretta e indiretta, in ordine dalla più precisa alla più perturbata. Per esempio, per una delle due balaustre (sicuramente tra i punti più delicati dell'intera struttura) è stata monitorata una cimasa, inizialmente del tutto fratturata. Le misure sono state realizzate prima e a seguito dell'intervento dei restauratori. Da una iniziale interruzione del segnale ultrasonico in corrispondenza della frattura si è passati a una condizione più che buona dell'elemento, a seguito delle operazioni di riadesione.
Gli esiti analitici hanno quindi permesso di valutare gli effetti della riadesione e del riposizionamento della cimasa, andando nello stesso tempo a costituire un quadro di dati oggettivi, così da realizzare una banca dati di confronto per le misure future. L'elemento è sicuramente facilmente raggiungibile, anche in un secondo momento, e si potrà periodicamente andare a valutare la tenuta dell'intervento.
Un ruolo importante viene giocato anche dalla più semplice osservazione visiva delle superfici. In molti casi infatti, diversi danni e processi di degrado imprimono sulla superficie dei segnali visibili, delle manifestazioni che, lette correttamente, fungono da veri e propri campanelli d'allarme.
Grazie alla tecnologia attuale le osservazioni possono trovare delle soluzioni altamente precise e avere un risultato veramente affidabile: basti pensare a filmati in alta definizione o ad analisi d'immagine computerizzata ecc.
Per questo si dovrà sicuramente prevedere una serie di adatte e precise riprese fotografiche per l'intera superficie, da ripetersi a cadenze temporali prestabilite; in particolare per le aree raggiungibili e particolarmente importanti, quali le balaustre, si è proposto un sistema di ripresa video in alta definizione da eseguirsi a 360° sui diversi elementi. Ricorrere all'impiego della nuova tecnologia video di full HD (peraltro ormai accessibile anche a costi limitati), oltre a permettere di contenere il numero di scatti di eventuali foto, ci fornisce una lettura molto precisa della superficie, andando a evidenziare i più piccoli sollevamenti, fessurazioni o lacune. In contemporanea alla scrittura di questo contributo si stanno eseguendo prove di ripresa su alcuni elementi, grazie anche all'impiego di un supporto della telecamera che permette le riprese dall'esterno, in assenza del ponteggio e in tutta sicurezza per l'operatore.

The survey consists in measuring the "flight time" of a sound wave (in the ultrasonic field – frequency over 20 KHz) of a probe emitting to a receiver.
There are three types of measures (see Figure 2), direct transmission, semi-direct and indirect, in order of most precise to most disrupted.
For example, on one of the two balustrades (certainly one of the most delicate points of the entire structure) a mould was monitored, initially completely cracked. Measures were taken before and after the restoration intervention.
From an initial interruption of the ultrasonic signal in correspondence to the crack the condition of the element improved after the rejoining operation.
The analytical outcome have therefore allowed us to consider the effects of rejoining and repositioning the mould, contemporarily building a framework for the objective data, in so doing, creating a database for comparison in future instances. The element is certainly easily accessible, even at a later stage, and it is possible to consult the upkeep of the intervention.
An important role is played also from the simplest visible observation of the surfaces. In many cases in fact, various damage and decay processes leave visible signs on the surfaces.
These manifestations, if read correctly, provide us with real alarm bells. Thanks to current technology observations can find extremely precise solutions and have a truly reliable result. Just think of the High Definition films or computer analyses of images, etc. etc. For the entire surface, a series of suitable and precise photographic shots is needed, which should be repeated regularly on arranged dates. This is especially important for accessible key areas, such as the balustrades, for which a High Definition video system to be carried out at 360° on various elements.
Turning to new technology such as full HD video (even available at low costs), not only allows us to contain a certain number of photos, but allows gives us a very precise reading of the surfaces, identifying even the smallest disorder, cracks or lacunas on the surface.
As this is being written trials are being carried out by filming some of the elements, thanks to the use of a video camera stand, which allows us to shoot externally, when there is no scaffolding providing complete security for the operator.


Fig. 3


Fig. 4

Fig. 3 Particolare della cimasa compromessa.
Details of a damaged moulding.

Fig. 4 Fotogramma esportato da un filmato in full HD di controllo della balaustra.
Exported photogram from a film in full HD showing control of the balustrade.

Quando si ha avuto bisogno di osservazioni più precise su alcuni particolari, come la lettura tessiturale della superficie lapidea, per verificare l'insorgenza di attacchi biologici o di microdecoesioni, o lo stato di continuità tra la pietra e gli impasti di risarcitura, sigillatura e fugatura, ci si è affidati, in alcune aree tra quelle raggiungibili anche dopo lo smontaggio delle impalcature, a osservazioni puntuali in microscopia a fibre ottiche.
Parametri importanti e degni di nota sono sicuramente il colore e il comportamento dei materiali rispetto all'acqua (assorbimento del materiale). Sono indici molto utili a descrivere il ciclo di vita del materiale e, aspetto fondamentale, prevedono entrambi considerazioni e analisi di tipo non distruttivo ed eseguibili in cantiere. Aumentano la loro utilità in presenza di trattamenti protettivi e conservativi superficiali, come nel caso della torre, perché sono in grado di fornire indicazioni sul ciclo di vita anche di quest'ultimi. Sono quindi state eseguite una serie di misurazioni lungo tutto l'arco dei lavori in aree facilmente accessibili, raccogliendo una banca dati fondamentale. Si sono potute verificare le caratteristiche dei materiali prima e dopo il restauro; vista poi la tempistica dei lavori si è riusciti anche a eseguire un controllo a sei mesi circa dalla stesura del protettivo, per avere già una prima indicazione sul comportamento dei trattamenti.
La misura del colore è stata eseguita mediante rilievo, con colorimetro, delle coordinate di tristimolo nel campo CIELab;[3] la valutazione sull'assorbimento d'acqua invece ha visto l'impiego di due differenti tecniche: la misura di imbibizione mediante il metodo della pipetta[4] e la determinazione dell'idrofobicità superficiale attraverso la lettura dell'angolo di contatto.[5]

If more precise observations are necessary on some particular details, such as texture readings on the brick surface to check the onset of biological attacks or of micro-crushes, or on the continuity between the stone and the mixtures of fillers, sealers and leaks, microscopic observations have been made using fibre optics on some areas, and on accessible areas after the scaffolding has been taken down.
Important parameters worth mentioning are certainly the colour and behaviour of the materials in the presence of water (absorption of the material). These are very useful indications to describe the life cycle of the material and, more importantly, show two considerations and analyses of a non-destructive type which can be used on the site. Their use is of more importance in presence of protective treatments and superficial preservatives, as in the case of the Tower, because they are able to provide indications on the life cycle of these too. Therefore, a series of measures was taken over the period of time work was in progress in areas of easy access, gathering an essential database. Characteristics of the materials were verified both before and after restoration, and despite the tight schedule of the work, a check was nevertheless organised approximately 6 months after the facing had been laid, to already have a first indication on the behaviour of the treatments.
The measure of the colour was carried out mediating the relief, with the colouring, coordinates of the Tristimolo in the CIELab[3] field. The assessment of the absorption of water has shown the use of two techniques, the measure of absorption through a pipette[4] and the determination of the superficial hydrophobicity through the reading of the corner in contact.[5]

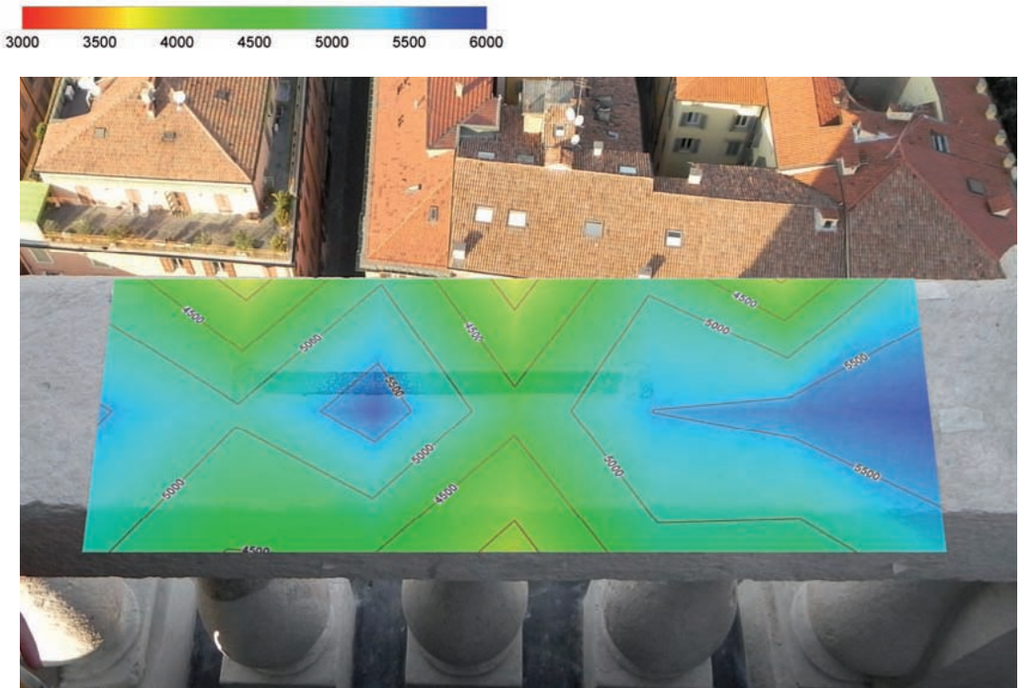


Fig. 5 Analisi ultrasonica sulla cimasa restaurata.
Ultrasonic analyses on the restored moulding.

[3] NorMaL 43/93 Misure Colorimetriche di superfici opache.
[4] NorMaL 44/93 Assorbimento d'acqua a bassa pressione.
[5] UNI 11207:2007 Beni Culturali – Materiali lapidei naturali e artificiali – Determinazione dell'angolo di contatto statico su provini di laboratorio (ex NorMaL 33/89 Misura dell'angolo di contatto).

[3] NorMaL 43/93 Colourmetric measures of opaque surfaces.
[4] NorMaL 44/93 Water absorption at low pressure.
[5] UNI 11207:2007 Cultural Heritage – Natural and artificial stone materials – Determination of the contact angle, static in laboratory trials (ex NorMaL 33/89 Measure of the contact angle.


Fig. 6


Fig. 6

Fig. 6 Esempi di osservazioni in microscopia della superficie sulle aree di contatto delle nuove stuccature con i conci lapidei.
Examples of observations made with a microscope of the surface of contact areas of thenew plastering with the stone ashlars.

Fig. 7 Misure del colore effettuate su una cimasa della balaustra prima del restauro (talquale), subito dopo la stesura del trattamento protettivo (trattato – settembre 2009) e dopo 6 mesi (trattato e invecchiato – marzo 2010).
Measures of the colour effects on a balustrade moulding before the restoration (original), straight after the protective treatment has been laid on (treated – September 2009) and after 6 months (treated and aged – March 2010).

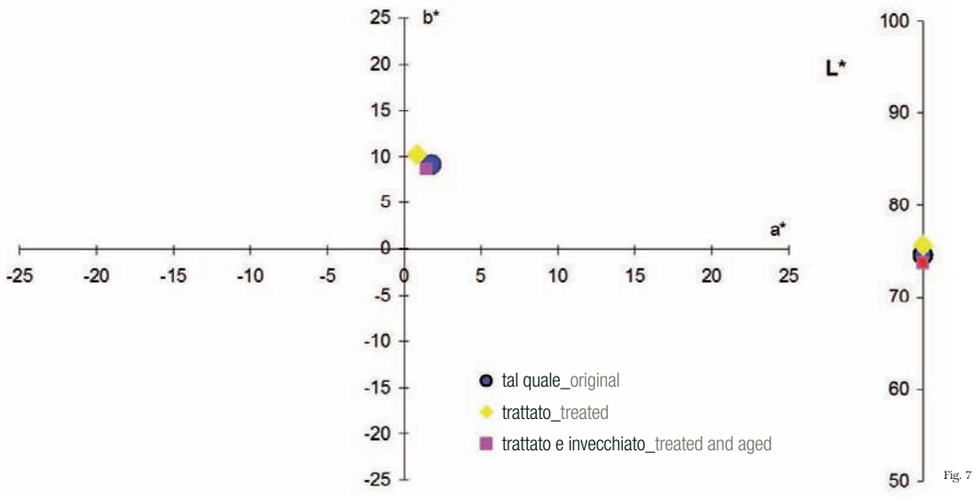


Fig. 7

Fig. 8 Grafico riferito al valore di assorbimento d'acqua nei primi sei mesi su un'area di una balaustra trattata con sistema protettivo.
Diagram referring to the value of water absorption in the first 6 months on an area of the balustrade treated with a protective system.

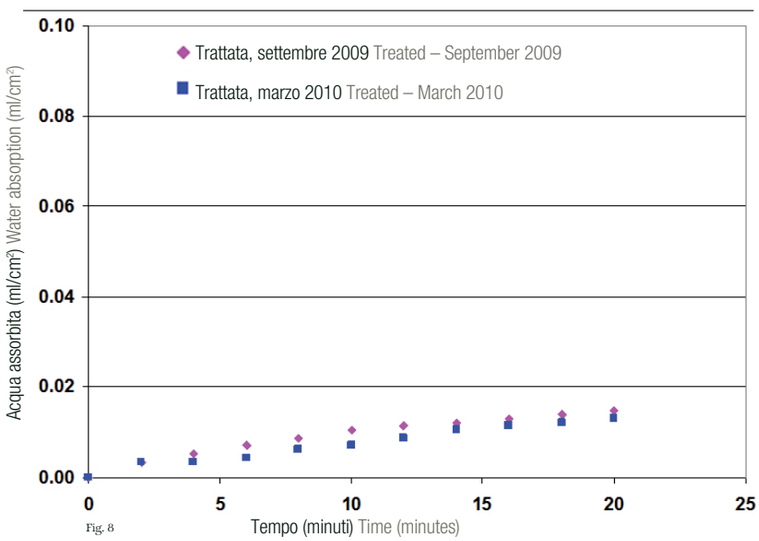


Fig. 8

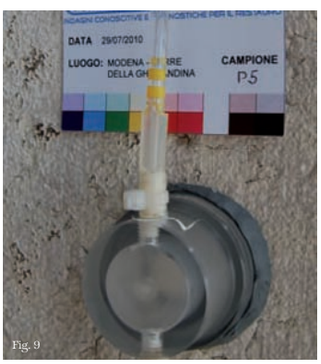


Fig. 9

Fig. 9 Esempio di una misura di assorbimento con il metodo della pipetta.
Examples of the measure of absorption with the pipette method.

Fig. 10 Immagini di alcune misure dell'angolo di contatto svolte *in situ* su una delle cimase superiori.
Images of some measures of the contact angle carried out *in situ* on one of the higher mouldings.

Fig. 11 Test con il resistografo.
Test done with the resistograph.


Fig. 10


Fig. 11

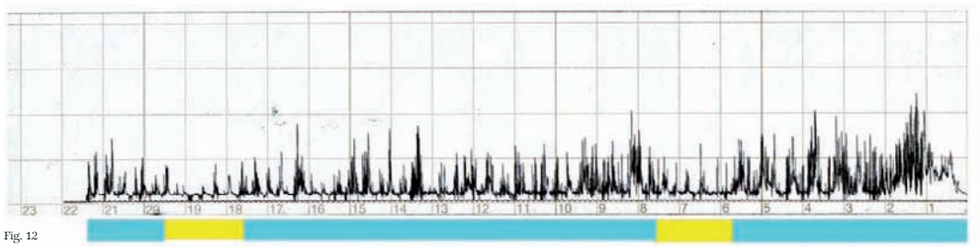


Fig. 12

Legenda sulla consistenza del legno
Legend for wood consistency

ottima_excellent
buona_good
sufficiente_sufficient
scarsa_poor
critica_critical

Fig. 12 Grafico ottenuto dalla prova resistografica.
Diagram obtained from the resistographic test.

In figura 7 viene riportato il risultato di un monitoraggio cromatico svolto su una delle cimase della balaustra in un'area facilmente raggiungibile.
Le differenze cromatiche sono evidentemente molto contenute e ricadono pienamente nell'intervallo di tolleranza con valori di differenza cromatica ΔE inferiori a 2,5.
Nel caso della misura di assorbimento d'acqua, se da una parte si nota una evidente diminuzione del valore di acqua penetrata a seguito del trattamento protettivo, dall'altra si può notare come tale comportamento si sia mantenuto nei primi sei mesi di trattamento.
Anche nel caso delle misure dell'angolo di contatto si evidenzia come il sistema protettivo abbia ancora la sua piena efficacia.
I valori raccolti a sei mesi dalla stesura del protettivo presentano un buon livello di idrofobicità, in parte ridimensionato da un lieve deposito superficiale.
Nel caso degli elementi in legno, sicuramente presenti in quantità minore rispetto al materiale lapideo ma di pari importanza, ci si è affidati a una serie di misure resistografiche. La resistografia permette, in modo microdistruttivo, di saggiare la consistenza lignea anche in profondità tramite la misura dello "sforzo" prodotto dall'accesso nel legno di una punta rotante a diametro molto contenuto.
Le prove si sono concentrate su alcuni degli elementi presenti nella cella campanaria, mostrando un sufficiente livello di conservazione. Ripetendo nel tempo le prove si potrà così descrivere l'evoluzione degli elementi lignei. Ulteriori prove e misure sono ancora in corso e andranno a completare il quadro scientifico del "punto zero", cioè la mappatura delle prestazioni dei diversi materiali subito dopo il restauro; questo costituirà il primo termine di confronto oggettivo e scientifico per i monitoraggi e le osservazioni che si svilupperanno in futuro. Siamo convinti che la presenza di un set di dati iniziale costituisca un punto di partenza imprescindibile per descrivere l'evoluzione del bene culturale. Lo studio dei materiali, affiancato ai diversi contributi delle altre figure professionali che stanno lavorando alla torre, come per esempio gli strutturisti, gli impiantisti ecc., concorrono a completare il piano di manutenzione, strumento fondamentale nelle mani dei responsabili per una corretta gestione della torre della Ghirlandina.

Fig. 7 shows the result of a chromatic monitoring carried out on one of the moulds of the balustrade in an area of easy access. The chromatic differences are obviously more contained and fall entirely in the interval of tolerance with different chromatic values ΔE under 2,5. In the case of the absorption of water, if on the one hand there is an obvious reduction in the value of water penetrated after the protective treatment had been carried out, then on the other, such behaviour has been maintained in the first 6 months of treatment can be observed. Even in the case of the measures of the contact angle the protective system has shown to still be completely efficient. The gathered values six months after the protective facing had been laid present a good level of hydrophobicity, in part re-dimensioned by a slight superficial deposit.
In the case of the wooden elements, which are certainly less in quantity compared to the stone material, but just as important, a series of resistographic measures were used. The Resistograph allows us to test the wooden consistency also in depth by measuring the "effort" produced by the access to the wood of a small-diameter rotating point.
Tests have concentrated on some of the elements present in the belfry section, showing a sufficient level of conservation.
Repeating the tests over some time will allow us to describe the evolution of the wooden elements.
Further tests and measures are still in progress and will complete the scientific framework of the "zero point" and so the mapping of the requirements of the various materials immediately after the restoration.
This will consist in the first objective and scientific comparison for monitoring and observing, which will be developed in the future.
We firmly believe that the presence of a set of initial data make up an essential starting point to describe the evolution of our Cultural Heritage.
The study of the materials, such as for example the structurists, the Systemists, etc., contribute towards completing the Maintenance Plan, an essential tool in the hands of those responsible for the successful running of the Ghirlandina Tower.

Apparati

Appendix

Bibliografia
Bibliography

L'APPARATO SCULTOREO E LE FASI DI COSTRUZIONE DELLA GHIRLANDINA
THE SCULPTURAL ELEMENTS AND PHASES OF CONSTRUCTION OF THE GHIRLANDINA TOWER

Saverio Lomartire

Acidini Luchinat, C., *La ricomposizione del pontile campionese*, in Acidini Luchinat, C., Serchia, L. e Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, pp. 211-248.

Alfieri, S., Blasi, C., Carobbi, M. e Coisson, E., *Dissesti e interazioni tra la Ghirlandina e il Duomo*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 146-163.

Armandi, M., *Copie e originali. Il repertorio di mensole figurate del Duomo di Modena*, in Frugoni, C. (a cura di), *Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1999, pp. 107-120.

Ead., *Il repertorio di mensole con protome nel Duomo di Modena*, in *Lanfranco e Wiligelmo nell'Europa romanica*, Atti del Convegno Internazionale, Modena, 24-27 ottobre 1985, Panini, Modena 1989, pp. 119-134.

Arslan, E., *L'architettura romanica milanese*, in *Storia di Milano*, Fondazione Treccani, Milano 1954, III, pp. 397-521.

Arslan, W., *L'architettura romanica veronese*, prefazione di G. Fiocco, La Tipografia Veronese, Verona 1939.

Ascani, V., *La bottega dei Bigarelli, scultori ticinesi in Toscana e in Trentino nel Duecento, sulla scia degli studi di Mario Salmi*, in *Mario Salmi, storico dell'Arte e umanista*, Atti della Giornata di Studio, Roma, 30 novembre 1990, Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, Spoleto 1991, pp. 107-134.

Autenrieth, H.P., *Il colore dell'architettura*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 241-263.

Balboni, D., *La lapide del campanile*, in *Pomposia monasterium in Italia princeps*, IX centenario del campanile di Pomposa (1063-1963), s.l. [Bologna] 1963.

Baldan, M. e Biscontin, G., *Valutazione dell'alterazione chimico-fisica delle superfici lapidee*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 129-143.

Banti, O., Sanpaolesi, P. e Casadio, S., *Il campanile di Pisa: una città e la sua torre*, Pacini, Pisa 1997.

Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'archivio*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi", XI, XXIII, 2001, pp. 19-43.

Bertoni, G., *Atlante storico-paleografico del Duomo di Modena*, Orlandini, Modena 1909.

Campana, A., *La testimonianza delle iscrizioni*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 363-373.

Cavazzini, L., *Il maestro della Loggia degli Osii: l'ultimo dei Campionesi?*, in Quintavalle, A.C. (a cura di), *Medioevo: arte e storia*, Atti del Convegno, Parma, 18-22 settembre 2007, Electa, Milano-Parma 2008, pp. 621-630.

Conti, F., *I primi tre ordini del campanile del duomo di Vercelli*, in "Bollettino storico vercellese", 17, 1988, pp. 17-37.

Crespellani, A., *Scavi nel Modenese (1898)*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi", V, I, 1900, pp. 259-274.

De Francovich, G., *Benedetto Antelami architetto e scultore e l'arte del suo tempo*, Electa, Milano-Firenze 1952.

Delmastro, F., *Montechiaro d'Asti, chiesa dei Santi Nazario e Celso*, in *Le chiese romaniche delle campagne astigiane. Un repertorio per la loro conoscenza, conservazione, tutela*, Provincia di Asti 1984, pp. 119-125.

Dieghi, C., *Fonti e studi per lo studio della Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 41-65.

Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena*, Tipografia dell'Immacolata Concezione, Modena 1896.

Fantini, M.P., *Schede*, in Frugoni, C., *Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1999.

Fiaccadori, G., *Adversaria Antelamica: intorno all'epigrafe di "David fra i cori" nel battistero di Parma*, in "Archivio storico per le province parmensi", 4, 48, 1996, pp. 331-342.

Fiorini, T., *Scheda 48. San Vitale di Carpineti. 1170-1180*, in Calzona, A. (a cura di), *Matilde e il tesoro dei Canossa tra castelli, monasteri e città*, Catalogo della mostra, Reggio Emilia, agosto 2008 – gennaio 2009, Silvana editoriale, Cinisello Balsamo 2008, pp. 472-477.

Fregni, G., *Sulla iscrizione posta a Levante e al di fuori della nostra Ghirlandina, sotto la seconda cornice, nel mezzo, e all'altezza di circa trenta metri dal suolo*, in "Il Panaro", 89, 1 aprile 1909.

Frugoni, C. (a cura di), *Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1999.

Gandolfo, F., *La Toscana, l'Antelami, i Campionesi*, in *O Portico da Gloria e a arte do seu tempo*, Actas do Simposio internacional, Santiago de Compostela, 3-8 ottobre 1988, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela 1991, pp. 243-268.

Id., *Problemi della cattedrale di Modena*, in "Commentari", 22, 1971, pp. 124-155.

Giordani, N. e Paolozzi Strozzi, G., *Il Museo Lapidario Estense. Catalogo generale*, Marsilio, Venezia 2005.

Giovannini, C. *L'attività dei maestri Campionesi sulla Ghirlandina agli inizi del Trecento: documenti inediti*, in Baracchi, O. e Giovannini, C., *Il Duomo e la Torre di Modena: nuovi documenti e ricerche*, Aedes Muratoriana, Modena 1988, pp. 20-28.

Grandi, R., *I Campionesi a Modena*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 545-570.

Hansen, H., *Die Westfassade von Saint-Gilles-du-Gard. Bauforscherische Untersuchungen zu einem Schlüsselwerk der südfranzösischen Spätromanik*, Dissertation, Institut für Architekturgeschichte der Universität Stuttgart, 2007.

Hartmann-Virnich, A. e Hansen, H., *La façade de l'abbatiale de Saint-Gilles du Gard*, in *Congrès archéologique de France*, 157e session 1999, Gard, Société française d'archélologie, Paris 2000, pp. 271-292.

Hartmann-Virnich, A., *Sur les traces des sculpteurs et maçons. Les découvertes archéologiques*, in *Le portail de Saint-Trophime d'Arles, Naissance et renaissance d'un chef d'oeuvre roman*, Actes Sud, Arles 1999, pp. 107-157.

Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 66-77.

Lancellotta, R., *Aspetti geotecnici nella conservazione della Torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 178-193.

Lomartire, S., *Comacini, Campionesi, Antelami, "Lombardi". Problemi di terminologia e di storiografia*, in *Els Comacini i l'arquitectura romànica a Catalunya*, Atti del Convegno Internazionale, Girona-Barcellona, 25-26 novembre 2005, Barcelona 2010, pp. 9-31.

Id., *Magistri Campionesi a Bergamo nel Medioevo, da Santa Maria Maggiore al Battistero*, in *Svizzeri a Bergamo nella storia nell'arte nella cultura e nell'economia*, in "Arte e Storia", 10, 44, 2009, pp. 54-82.

Id., *«Inter scultores». La sculpture à la cathédrale de Modène (Italie) autour de 1100*, in *Haut lieux romans dans le sud de l'Europe (XIe-XIIe siècles)*, La Louve, Cahors 2008, pp. 225-266.

Id., *Nicolò (non Dell'Arca) a Modena*, in *Tracce dei luoghi, tracce della storia. L'editore che inseguiva la bellezza. Scritti in onore di Franco Cosimo Panini*, Donzelli, Roma 2008, pp. 97-111.

Id., *Scripta manent. Rileggendo le epigrafi medievali del Duomo di Modena*, in Frugoni, C. (a cura di), *Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1999, pp. 121-134.

Id., *Remarques sur tours et clochers de l'époque préromane et romane dans l'Italie du Nord*, Atti delle "Journées Romanes", Abbaye de Saint-Michel de Cuixà 10-18 luglio 1995, in "Cahiers de Saint Michel de Cuxa", XXVIII, 1997, pp. 237-258.

Id., *I Campionesi al Duomo di Modena*, in Bossaglia, R. e Dell'Acqua, G.A. (a cura di), *I Maestri Campionesi*, Bolis, Bergamo 1992, pp. 36-81.

Id., *Anselmo da Campione*, in *Enciclopedia dell'Arte medievale*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Roma 1991, II, pp. 54-55.

Id., *Analisi dei paramenti murari del Duomo di Modena. Materiali per un'edizione critica*, in *Lanfranco e Wiligelmo nell'Europa romanica*, Atti del Convegno Internazionale, Modena, 24-27 ottobre 1985, Panini, Modena 1989, pp. 101-117.

Id., *Epigrafia. Schede*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 374-403.

Id., *I "segni" dei lapicidi*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 405-413.

Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni, C., Rossetti, G., Tintori, S. e Zanfrognini, R., *Le pietre della torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 96-117.

Lugli, S., Corradini, L. e Pedrazzi, S., *Mappatura dei fenomeni di degrado*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 118-129.

Montorsi, W., *Il Duomo di Modena: palinsesto lanfranchiano-campionese*, Il Fiorino, Modena 1999.

Id., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, prefazione di G. Bertuzzi, Aedes Muratoriana, Modena 1976.

Mor, C.G., *Un capitello della "Ghirlandina" e i primordi dello studio modenese*, in *Studi di storia e diritto in onore di Arrigo Solmi*, Giuffrè, Milano 1941, II, pp. 57-76.

Orlandini, M.G. e Ceccarelli, C., *La torre di Modena. "La Ghirlandina"*, Artioli, Modena 1975.

Pagella, E., *Figure del cantiere modenese*, in Frugoni, C. (a cura di), *Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1999, pp. 101-106.

Patetta, F., *Note sopra alcune iscrizioni medioevali della regione modenese*, in "Atti dell'Accademia Scienze Lettere e Arti in Modena", II, VI, 1906, pp. 485-550.

Pedrazzi, S., *Le sculture ritrovate. Analisi storico-artistica e litologica dell'apparato scultoreo della Ghirlandina*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea specialistica in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2007-2008.

Ead., *Storia di una rosa minacciante rovina, il rosone del Duomo di Modena: caratterizzazione e provenienza delle rocce, fenomeni di degrado e ipotesi di restauro*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea in Scienze dei beni culturali (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2005-2006.

Peroni, A., *Echi di Wilhelm Vöge nella storiografia artistica italiana a proposito della "questione provenzale"*, in "Arte medievale", 5, 2, 2006, pp. 65-85.

Id., *Architettura e scultura. Aggiornamenti*, in *Lanfranco e Wiligelmo nell'Europa romanica*, Atti del Convegno Internazionale, Modena, 24-27 ottobre 1985, Panini, Modena 1989, pp. 71-90.

Id., *L'architetto Lanfranco e la struttura Duomo*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 143-206.

Pezzini, G., *Osservazioni sulla torre di Lanfranco a Modena*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, pp. 835-845.

Porsia, C. (a cura di), *Liber monstrorum*, Dedalo, Bari 1976.

Porter, A.K., *Lombard Architecture*, Yale University Press, New Haven 1917.

Quintavalle, A.C., *Il Duomo di Modena*, Sadea/Sansoni, Firenze 1964-1965.

Rossetti, G., *Il fianco meridionale del Duomo di Modena: rilievo e mappatura del paramento lapideo*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea specialistica in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2009-2010.

Ead., *Il volto della Cattedrale: un mosaico di pietra. Il paramento lapideo nella facciata del Duomo di Modena*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea in Scienze dei beni culturali (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2006-2007.

Salvini, R., *Il Duomo di Modena e il romanico nel Modenese*, Cassa di Risparmio di Modena, Modena 1966.

Sandonnini, T., *Appendice alla relazione sulla ricostruzione del Pontile del Duomo di Modena*, Modena 1916.

Sandonnini, T., *Relazione sulla ricostruzione del pontile del Duomo di Modena*, Modena 1915.

Sauerländer, W., *Benedetto Antelami: per un bilancio critico*, in Frugoni, C. (a cura di), *Benedetto Antelami e il Battistero di Parma*, Einaudi, Torino 1995, pp. 3-69.

I MATERIALI DA COSTRUZIONE NELL'INTERNO DELLA TORRE: LE PIETRE, I MATTONI, LE MALTE, GLI INTONACI
THE BUILDING MATERIALS INSIDE THE TOWER: STONES, BRICKS, MORTARS AND PLASTERS
S. Lugli, S. Marchetti Dori, K. Zolli, C. Melloni, S. Pedrazzi, C. Maiorano

Segagni Malacart, A., *La Torre Civica di Pavia e le torri campanarie padane del secolo XI*, in *La Torre Maggiore di Pavia*, Banca del Monte di Lombardia, Milano 1989, pp. 51-82.

Serchia, L., *La chiesa del S. Sepolcro*, in Serchia, L. (a cura di), *Nel segno del Santo Sepolcro. S. Stefano di Bologna. Restauri – ripristini – manutenzioni*, Vigevano 1987, pp. 27-157.

Id., *Studi e interventi sulla Ghirlandina*, in Acidini Luchinat, C., Serchia, L. e Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, pp. 169-187.

Serrazanetti, G., *Scheda St. 24 – La Fabbriceria del Duomo*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Panini, Modena 1984, p. 84.

Stiennon, J. e Lejeune, R., *La légende arthurienne dans la sculpture de la cathédrale de Modène*, in "Cahiers de Civilisation Médiévale", 6, 1963, pp. 281-296.

Tigler, G., *"Carfagnana bonum tibi papa Scito patronum": committenza e politica nella Lucchesia del Duecento; pergami, cancelli, fonti battesimali e un'acquasantiera a Diecimo, Brancoli e Barga*, in Seidel, M. e Silva, R. (a cura di), *Lucca città d'arte e i suoi archivi: opere d'arte e testimonianze documentarie dal Medioevo al Novecento*, Marsilio, Venezia 2001, pp. 109-140.

Tintori, S., *Il prospetto orientale della Cattedrale di Modena. Rilievo e caratterizzazione preliminare del paramento lapideo*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea specialistica in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2009-2010.

Id., *Nuova luce sul lato oscuro del Duomo. Il paramento lapideo del fianco settentrionale della Cattedrale di Modena*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea in Scienze dei beni culturali (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2006-2007.

Tiraboschi, G., *Memorie storiche modenesi con il Codice Diplomatico*, Modena 1793-1795, 5 voll.

Trevisan, G., *Campane e campanili nell'alto medioevo*, in Lusuardi Siena, S. e Neri, E. (a cura di), *Del fondere campane. Dall'archeologia alla produzione. Quadri regionali per l'Italia settentrionale*, Atti del Convegno, Milano, Università Cattolica del Sacro Cuore, 23-25 febbraio 2006, All'Insegna del Giglio, Firenze 2007, pp. 135-148.

Trovabene, G., *Il Museo Lapidario del Duomo*, Panini, Modena 1984.

Valenzano, G., *La basilica di San Zeno in Verona. Problemi architettonici*, Neri Pozza, Vicenza 1993.

Vicini, E.P., *Regesto della Chiesa Cattedrale di Modena*, Regesta Chartarum Italiae 16, Roma 1936.

Zanfrognini, R., *Le pietre del Duomo di Modena: mappatura dei litotipi all'interno della Cattedrale*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Corso di laurea specialistica in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico (relatore prof. Stefano Lugli), a.a. 2009-2010.

Carò, F. e Di Giulio, A., *Reliability of Textural Analysis of Ancient Plasters and Mortars Through Automated Image Analysis*, in "Materials Charaterization", 53, 2004, pp. 243-257.

Dameri, D., Lodovisi, A. e Longagnani, L., *Modena città sulle acque*, Provincia di Modena, Nuova Grafica Print, Modena 2006.

Elsen, J., *Microscopy of Historic Mortars – a Review*, in "Cement and Concrete Research", 36, 2006, pp. 1416-1424.

Lugli, S., *Dall'Egitto all'Istria: viaggio tra le pietre di Modena*, in *Geologia urbana di Modena: sostenibilità ambientale e territoriale*, Atti del Convegno, Modena 21 novembre 2008, in "Geologia dell'Ambiente", 2, 2010, pp. 31-41.

Id., *Indagine petrografica delle malte, strumento per la ricostruzione dell'antico assetto del Palazzo Ducale di Sassuolo*, in *I Pio e lo Stato di Sassuolo*, "QB – Quaderni della Biblioteca", 4, Sassuolo 2000, pp. 155-160.

Id., *Caratteristiche, materie prime e tecniche di preparazione di laterizi e malte: l'esempio della Rocca di Formigine (XIII-XVII sec., Modena)*, in "Quaderno di Restauro Archeologico", 5, Alinea Editore, Firenze 1999.

Id., *Primi dati archeometrici su laterizi, malte e intonaci della Rocca di Formigine (Modena): il palazzo marchionale e la torre di nord-est*, in *Il Castello di Formigine, ricerche storiche e archeologiche*, Aedes Muratoriana, Modena 1998, pp. 159-170.

Id., *Considerazioni sui materiali da costruzione impiegati nella edificazione del Palazzo Ducale di Sassuolo*, in *Sassuolo e la sua storia. Nuovi contributi alla conoscenza della storia artistica e industriale sassolese*, "QB – Quaderni della Biblioteca", 2, Sassuolo 1996, pp. 203-210.

Id., Marchetti Dori, S. e Fontana, D., *Alluvial Sand Composition as a Tool to Unravel the Late Quaternary Sedimentation of the Modena Plain, Northern Italy*, in Arribas, J., Critelli, S. e Johnsson, M.J. (a cura di), *Sedimentary Provenance and Petrogenesis: Perspectives from Petrography and Geochemistry*, in "Geological Society of America Special Paper", 420, 2007, pp. 57-72.

Lugli, S., Zolli, K. e Marchetti Dori, S., *Caratterizzazione petrografica delle malte e degli intonaci della torre Ghirlandina (Modena): la parte interna del fusto a base quadrata*, Relazione interna al Comune di Modena, inedito.

Marchetti Dori, S., Zolli, K. e Lugli, S., *Intonaci e malte nella cuspide della torre Ghirlandina*, Relazione interna al Comune di Modena, inedito.

Rattazzi, A., *Conosci il grassello di calce? Origine, produzione, impiego del grassello in architettura, nell'arte e nel restauro*, Edicom Edizioni, Monfalcone 2007.

RILEM TC 167-COM: Characterization of Old Mortars, Com-C1 Assessment of Mix Proportions in Historical Mortars Using Quantitative Optical Microscopy, in "Materials and Structures", 34, 2001, pp. 387-388.

LA SALA DELLA SECCHIA E LE DECORAZIONI DIPINTE DELLA TORRE
THE SECCHIA ROOM AND THE TOWER'S PAINTED DECORATIONS
Francesca Piccinini e Simona Pedrazzi

Fonti manoscritte

Archivio Storico Comunale di Modena (ASCMo)

Camera Segreta, *Statuta Civitatis Mutinae*, 1327, l, XLV.

Vacchetta 1717, cc. 72v, 109, 110, 125, 130, 170.

Vacchetta 1734, c. 22.

Ex Actis, 23 gennaio 1750.

Tosi, G., *Pianta del Duomo e delle Canoniche*, 1898 circa (cartella 7 ter).

Raselli, O., *Indice dell'Archivio per materie*, s.d. (fine secolo XIX).

Biblioteca Estense Universitaria (BEMo)

Barbieri, G.M., *Memorie storiche che incominciano col 1099 sulle origini della Fabbrica del Duomo e Torre della Fabbrica di S. Geminiano per certa pretesa intentata contro la Comunità dal Vescovo, Canonici e Massaro, riguardante il pagamento di annue l. 50 asserto promessogli per un Palio in obblazione ed onore di detto Santo, compilate e scritte di proprio carattere dal Sig. Gio. M.a. Barbieri Cancelliere perpetuo della Comunità*, 1574, ms. Fondo Sorbelli 48.

Fonti edite e studi

Autenrieth, H.P., *Le decorazioni pittoriche della cattedrale medievale di Reggio Emilia*, intervento al Convegno *Il Vescovo, la Chiesa e la Città*, Reggio Emilia, 14 giugno 2008, al momento non ancora pubblicato.

Id., *Pittura architettonica e decorativa*, in *La pittura in Lombardia. Il Trecento*, Electa, Milano 1993, pp. 362-392.

Id., *Il colore dell'architettura*, in *Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena*, Modena, Panini 1984, pp. 241-263.

Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'archivio*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi", XI, XXIII, 2001, pp. 19-43.

Ead., *Ghirlandina. Notizie d'archivio*, in Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, a cura di Baracchi, O., Aedes Muratoriana, Modena 1983, pp. 253-262.

Ead. e Giovannini, C., *Il Duomo e la Torre di Modena: nuovi documenti e ricerche*, Aedes Muratoriana, Modena 1988.

Benati, D. e Peruzzi, L. (a cura di), *Musei Civici di Modena. I dipinti antichi*, Panini, Modena 2005.

Biondi, G., *La "lite del pallio": un conflitto giuridico tra il Comune di Modena e la fabbrica del Duomo al tempo del Cardinal Morone*, in Corradini, E., Garzillo, E. e Polidori, G. (a cura di), *Domus clari Geminiani*, Silvana editoriale, Cinisello Balsamo 1998, pp. 291-308.

Bonacini, P., *Il "Registrum Comunis Mutine" (1299). Politica e amministrazione corrente del Comune di Modena alla fine del XIII secolo*, in "Quaderni dell'Archivio Storico", XV, 2002.

Bosi, R., *Statuta Civitatis Mutinae*, in Piccinini, F. (a cura di), *Civitas Geminiana. La città e il suo patrono*, Catalogo della mostra, Modena 1997-98, Panini, Modena 1997, pp. 163-164.

Braglia, G., *La secchia rapita*, in Guandalini, G. (a cura di), *Il palazzo comunale di Modena. Le sedi, la città, il contado*, Panini, Modena 1985, p. 34.

Braidi, V., *I Modenesi nel Trecento. Il "Liber magne masse populi civitatis Mutine"*, in "Quaderni dell'Archivio Storico", XIX, 2004.

Caleca, A., *La decorazione di un palazzo pisano del XII secolo*, in Quintavalle, A.C. (a cura di), *Medioevo: la chiesa e il palazzo*, Electa, Milano-Parma 2007, pp. 384-388.

Campori, C. (a cura di), *Monumenti di Storia patria. Serie degli Statuti*, Fiaccadori, Parma 1864, I.

Carrara, A., Lo Nardi, S. e Zimbelli, M., *Gli ambienti di Palazzo Pellegrini Bissoni ora Trabucchi*, in Doglione, F. (a cura di), *Ambienti di dimore medievali a Verona*, Catalogo della mostra, Verona 1987, Cluva editrice, Venezia 1987, pp. 128-153.

Dieghi, C., *Fonti e studi per lo studio della Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 48-65.

Dondi, A., *Notizie storiche ed artistiche del Duomo di Modena*, Tipografia dell'Immacolata Concezione, Modena 1896.

Gandini, L.A., *Tappezzerie dipinte nel Duomo di Orvieto*, Tipografia San Bernardino, Siena 1891.

Lorenzini, L., *Gli album Gandini: un originale strumento di indagine*, in Bonacini, P. e Piccinini, F. (a cura di), *Luigi Alberto Gandini. Profilo biografico e culturale*, Comune di Formigine 2003, pp. 85-94.

Marabelli, P. e Venturi, S. (a cura di), *Cento anni di tessuti Lisio. 1906-2006*, Fondazione Lisio, Firenze 2006.

Monciatti, A., *Per la decorazione murale del Palazzo di Niccolò III Orsini in Vaticano. Il cubicolo e la sala dei chiaroscuri*, in "Römisches Jahrbuch der Biblioteca Hertziana", 34, 2001/2002 (2004), pp. 7-40.

Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, prefazione di G. Bertuzzi, Aedes Muratoriana, Modena 1976.

Nenci, C., *"Palia cum armis Domini Imperatoris". Le stoffe del sepolcro di Arrigo VII di Lussemburgo nel Duomo di Pisa*, in "Polittico. Studi della Scuola di specializzazione in Storia dell'Arte dell'Università di Pisa", 1, giugno 2000, pp. 7-20.

Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, a cura di Baracchi, O., Aedes Muratoriana, Modena 1983.

Tomasi, M., *L'arredo della casa*, in Seidel, M. (a cura di), *Storia delle arti in Toscana. Il Trecento*, Edifir, Firenze 2004, pp. 251-275.

INDAGINE SUI COLORI DELLE PITTURE MURALI DELLA TORRE GHIRLANDINA
INVESTIGATION ON THE COLORS OF THE WALL PAINTINGS OF THE GHIRLANDINA TOWER
Pietro Baraldi

Baraldi, P., Baraldi, C., Curina, R., Tassi, L. e Zannini, P., *A Micro-Raman Archaeometric Approach to Roman Wall Paintings*, in "Vibrational Spectroscopy", 43, 2007, pp. 420-426.

Burgio, L. e Clark, R.J.H., *Library of FT-Raman Spectra of Pigments, Minerals, Pigment Media and Varnishes*, in "Spectrochimica Acta", 57a, 2001, pp.1491-1521.

Edwards, H.G.M, Hassan, N.F.K. e Middleton, P.S., *Anatase, a Pigment in Ancient Artwork or a Modern Usurper?* in "Analytical and Bioanalytical Chemistry", 384, 2006, pp.1356-1365.

Merrifield, M.P., *Medieval and Renaissance Treatises on the Art of Painting*, Dover Publications, New York 1999.

Scott, D.A. e Hyder, W.D., *A Study of Some Californian Indian Rock Art Pigments*, in "Studies in Conservation", 38, 1993, pp. 155-173.

Seccaroni, C., *Giotto com'era. Il colore perduto delle storie di San Francesco nella Basilica superiore di Assisi*, De Luca, Roma 2007.

I PERIODI DELLA GHIRLANDINA: LA LETTURA STRATIGRAFICA DEGLI ALZATI
THE GHIRLANDINA'S HISTORICAL PERIODS: A STRATIGRAPHIC READING OF THE FLOOR ELEVATIONS
Donato Labate

Alfieri, S., Blasi, C., Carobbi, M. e Coisson E., *La struttura: dissesti e lesioni*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 160-163.

Baracchi, O., *La torre di Modena detta Ghirlandina. Nuove ricerche d'archivio*, in "Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi", XI, XXIII, 2001, pp. 19-43.

Ead. e Giovannini, C., *Il Duomo e la Torre di Modena: nuovi documenti e ricerche*, Aedes Muratoriana, Modena 1988.

Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009.

Dieghi, C., *Fonti e studi per la storia della Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 48-65.

Ead., *Cronistoria degli interventi di restauro alla torre*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, appendice digitale.

Labate, D., *Il contributo dell'archeologia alla lettura di un monumento*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 66-77.

Lancellotta, R., *Aspetti geotecnici nella conservazione della torre*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 178-193.

Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni, C., Rossetti, G., Tintori, S. e Zanfrognini, R., *Le pietre della torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 96-117.

Montorsi, W., *La torre della Ghirlandina. Comacini e Campionesi a Modena*, prefazione di G. Bertuzzi, Aedes Muratoriana, Modena 1976.

Sandonnini, T., *Cronaca dei restauri del Duomo di Modena (1897-1925)*, a cura di Baracchi, O., Aedes Muratoriana, Modena 1983.

Serchia, L., *Studi e interventi sulla Ghirlandina*, in Acidini Luchinat, C., Serchia, L. e Piconi, S., *I restauri del Duomo di Modena 1875-1984*, Panini, Modena 1984, pp. 169-187.

UNO STUDIO SULLA STABILITÀ DELLA TORRE GHIRLANDINA
A STUDY OF THE GHIRLANDINA TOWER'S STABILITY
Angelo Di Tommaso, Renato Lancellotta, Francesco Focacci, Federica Romaro

Cancelli, A., *Aspetti geotecnici della subsidenza. Ambiente: Protezione e Risanamento*, Atti del secondo Corso di Aggiornamento per tecnici di igiene ambientale – Modena, Pitagora, Bologna 1986.

Ead. e Pellegrini, M., *Problemi geologici e geotecnici connessi al territorio della città di Modena*, in Atti del secondo Congresso Nazionale ASS.I.R.C.CO, Ferrara 1984, pp. 53-64.

Cremaschi, M. e Gasperi, G., *L'alluvione alto medioevale di Mutina (Modena) in rapporto alle variazioni ambientali oloceniche*, in "Memorie della Società Geologica Italiana", 42, 1989, pp. 179-190.

Desideri, A. e Viggiani, C., *Some Remarks on the Stability of Towers*, in *Symposium On Developments in Geotechnical Engineering (from Harvard to New Delhi, 1936-1994)*, Bangkok 1994.

Di Tommaso, A., Focacci, F. e Romaro, F., *Analisi strutturale statica e dinamica della Torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 164-177.

Fazzini, P. e Gasperi, G., *Il sottosuolo della città di Modena*, in "Miscellanea Geologica", Accademia Nazionale delle Scienze delle Lettere e delle Arti di Modena, 15, 1996, pp. 41-54.

Gazetas, G., *Foundation Vibrations*, in *Foundation Engineering Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York 1991, pp. 553-593.

Hambly, E.C., *Soil Buckling and the Leaning Instability of Tall Structures*, in "The Structural Engineer", 63, 3, 1985, pp. 77-85.

Heyman, J., *Leaning Towers*, in "Meccanica", 27, 1992, pp. 153-159.

Lancellotta, R., *Aspetti geotecnici nella conservazione della Torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 178-193.

Id., *The Stability of a Rigid Column with Non Linear Restraint*, in "Géotechnique", 33, 2, 1993, pp. 331-332.

Lugli, S., Marchetti Dori, S., Fontana, D. e Panini, F., *Composizione dei sedimenti sabbiosi nelle perforazioni lungo il tracciato ferroviario ad alta velocità: indicazioni preliminari sull'evoluzione sedimentaria della media pianura modenese*, in "Il Quaternario. Italian Journal of Quaternary Sciences", 17, 2004, pp. 379-389.

Marchi, M., *Stability and Strength Analysis of Leaning Towers*, PhD thesis, Università di Parma 2008.

Nova, R. e Montrasio, L., *Un'analisi di stabilità del campanile di Pisa*, in "Rivista Italiana di Geotecnica", 2, 1995, pp. 83-93.

Ochsendorf, J.A., Hernando, J.I. e Huerta, S., *Collapse of Masonry Buttresses*, in "Journal of Architectural Engineering", 10, 3, 2004.

Pellegrini, M. e Zavatti, A., *Il sistema acquifero sotterraneo fra i fiumi Enza, Panaro e Po: alimentazione delle falde e scambi tra falde, correlazioni idrochimiche*, in "Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque", CNR, 51, 1980, pp. 205-217.

Righi, P.V., *Rilevamenti geotecnici nel sottosuolo del Palazzo Nazionale di Modena*, in *La geotecnica negli interventi sugli antichi centri abitati, sugli edifici monumentali e sui monumenti*, Atti del XIV Convegno Nazionale di Geotecnica, Agi, Firenze 1980, I, pp. 257-266.

Russo, P., *L'abbassamento del suolo nella zona di Modena (1950-1982)*, in "Tecnica Sanitaria", XXIII, 1985, pp. 293-315.

PROVE NON DISTRUTTIVE E SEMIDISTRUTTIVE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE MURATURE DELLA TORRE GHIRLANDINA DI MODENA
NON-DESTRUCTIVE AND MINOR-DESTRUCTIVE TESTS FOR MASONRY CHARACTERIZATION OF THE GHIRLANDINA TOWER IN MODENA
Camilla Colla, Giovanni Pascale

Carbone, I.V., Fiore, A. e Pistone, G., *Le costruzioni in muratura*, Hoepli, Milano 2001.

Pascale, G., Bonfiglioli, B. e Colla, C., *Tecniche di indagine non distruttiva per la diagnostica strutturale della muratura, alla luce delle recenti normative antisismiche*, Conferenza Nazionale sulle Prove non Distruttive, Monitoraggio, Diagnostica, Milano 13-15 ottobre 2005, Aipnd, Brescia 2005.

Binda, L., Saisi, A., Tiraboschi, C., Valle, S., Colla, C. e Forde, M.C., *Application of sonic and radar tests on the piers and walls of the Cathedral of Noto*, J. Construction & Building materials, 2002, pp. 91-106.

Colla, C., Das, P.C., McCann, D. e Forde, M.C., *Investigation of stone masonry bridges using sonics, electromagnetics and impulse radar*, Proc III Int. Symp. "Non-destructive Testing in civil Engineering (NDT-CE)", 26-28 September 1995, Berlin, DGZfP, vol. 1, pp. 629-636.

Colla, C. e Pascale, G., *Prove soniche superficiali per l'indagine dello stato fessurativo di murature di laterizio*, Atti "12° Congresso Naz. Prove non Distruttive, Monitoraggio, Diagnostica", Milano, 11-13 ottobre 2007, AIPnD, Brescia, Cd-Rom e Book of Abstracts.

Colla, C., de Miranda, S. e Ubertini, F., *On-site diagnostic investigations for the assessment of the* Casa del Tramezzo di Legno *in Herculaneum*, Atti di Sacomatis 2008, 1° Rilem Symp. "On site Assessment of concrete, Masonry and Timber Structures", Varenna (Lc), 1-2 settembre 2008, a cura di L. Binda, M. Di Prisco e R. Felicetti, vol. 2, pp. 945-954.

LE BALCONATE E LE PIETRE DELLA CUSPIDE: DAL RILIEVO AL RESTAURO
THE BALCONIES AND THE STONES OF THE CUSP: FROM THE SURVEY TO THE RESTORATION
Stefano Lugli, Grazia Lanzoni e Carlotta Melloni

Cadignani, R., Valli, F. e Lugli, F., *Gli interventi previsti*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 242-254.

Lugli, S., Corradini, L. e Pedrazzi, S., *Mappatura dei fenomeni di degrado*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 118-129.

Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni, C., Rossetti, G., Tintori, S. e Zanfrognini, R., *Le pietre della Torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 96-117.

Valdrighi, F., *La Torre Maggiore di Modena. Lettere due*, Tipografia Sociale, Modena 1876.

ANTICHE TRACCE DI VITA RIPORTATE ALLA LUCE DAL RESTAURO
ANCIENT SIGNS OF LIFE BROUGHT TO LIGHT BY RESTORATION WORKS
Cesare Andrea Papazzoni, Stefano Lugli, Giorgio Pallotti

Lugli, S., *Dall'Egitto all'Istria: viaggio tra le pietre di Modena*, in *Geologia urbana di Modena: sostenibilità ambientale e territoriale*, Atti del Convegno, Modena 21 novembre 2008, in "Geologia dell'Ambiente", 2, 2010, pp. 34-41.

Id., Corradini, L. e Pedrazzi, S., *Mappatura dei fenomeni di degrado*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 118-129.

Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni, C., Rossetti, G., Tintori, S. e Zanfrognini, R., *Le pietre della Torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 96-117.

ATTENUAZIONE DEI PICCHI DI TENSIONE NELLE PIETRE DEI PARAMENTI ESTERNI
REDUCTION OF THE STRESS PEAKS IN THE STONES OF THE EXTERNAL FACING
Carlo Blasi e Eva Coïsson

Binda, L., Fontana, A. e Mirabella, G., *Mechanical Behaviour and Stress Distribution in Multiple-Leaf Walls*, in Shrive, N.G. e Huizer, A. (a cura di), *10th International Brick/Block Masonry Conference*, Calgary 1994, I, pp. 51-59.

Blasi, C., *Memoire sur la stabilité et les lézardes du Panthéon Français – Rapport final*, Ministère de la Culture et de la Communication – Direction du Patrimoine, Paris 2005.

Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009.

Ferretti, D. e Bazant, Z.P., *Stability of Ancient Masonry Towers: Stress Redistribution Due to Drying, Carbonation, and Creep*, in "Cement and Concrete Research", 36, 7, 2006, pp. 1389-1398.

Lugli, S., Papazzoni, C.A., Gavioli, S., Melloni, C., Rossetti, G., Tintori, S. e Zanfrognini, R., *Le pietre della Torre Ghirlandina*, in Cadignani, R. (a cura di), *La Torre Ghirlandina. Un progetto per la conservazione*, luca sossella editore, Roma 2009, pp. 96-117.

Rondelet, J., *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, chez l'auteur, Paris 1827-1832.



Modena Torre Ghirlandina (Secolo XI)

Edizione F. Orlandini e Figli - Modena

Gli autori
Authors



STEFANO ALFIERI

Laureato in Ingegneria civile a Parma, dottorando di ricerca presso la facoltà di Architettura di Parma in Forme e strutturedell'architettura. L'ambito di ricerca è il Restauro architettonicoe consolidamento degli edifici storici.
La sua tesi di dottoratotratta il problema del rapporto suolo-struttura pergli edifici storici con particolare attenzione al caso del Duomoe della Torre di Modena. La sua attività di ricerca riguardaprincipalmente l'analisi statica delle strutture storiche.

Stefano Alfieri eceived his undergraduate degree in Civil Engineering at the University ofParma and is currently a doctoral student in Architectural Form and Structure at theUniversity of Parma. His research involves the restoration and stabilization of historicalbuildings, and his doctoral dissertation focuses on the soil-structural relationships ofhistorical buildings with particular attention to Modena's Duomo and Ghirlandina Tower. He is principally involved in the static analysis of historical buildings.



PIETRO BARALDI

Dal 1986 è professore associato di Chimica Fisica all'Università di Modena e Reggio Emilia.Le sue ricerche sono basate sull'applicazione della spettroscopia infrarossa e della microscopia Raman ai beni culturali. In collaborazione con le Soprintendenze per i beni archeologici dell'Emilia Romagna e di Pompei ha svolto ricerche sulle pitture murali pompeiane ed emiliane, sulle opere di Giotto, Caravaggio, Goya, Leonardo, Tiepolo, Ceresa, Pagani, Modigliani, De Chirico.

Pietro Baraldi Since 1986 he has been an Associate Professor of Physics at the Universities of Modena and Reggio Emilia. His research is based on the application of infrared spectroscopy and Raman microscopy to cultural heritage. In collaboration with the Superintendence for Archeological Cultural Heritage of Emilia Romagna and Pompei he has done research on Pompeian and Emilia wall paintings in the works of Giotto, Caravaggio, Goya, Leonardo, Tiepolo, Ceresa, Pagani, Modigliani, De Chirico.



GUIDO BISCONTIN

Professore ordinario di Chimica del restauro presso l'UniversitàCa' Foscari di Venezia. Si occupa di problematiche relative alla diagnostica, alla definizione di prodotti e tecnologie per il restaurodi superfici architettoniche. Ha prodotto oltre ducento lavori pubblicati su riviste italiane e straniere. Ha realizzato studiapplicativi, coordinandone i piani diagnostici, su numerosi edifici tra i quali: il tempio di Amenophis IV (Luxor), il Teatro Municipal (Rio de Janeiro), la cinta muraria di Rodi, la grotta dell'Annunciazione (Nazareth), Palazzo Nicolaci (Noto), Palazzo della Ragione (Padova), la Libreria del Sansovino (Venezia), la cappella guariniana della Sacra Sindone (Torino).

Guido Biscontin is professor of Chemistry of Restoration at Ca' Foscari University, in Venice. His work deals with problems of diagnostics, definition of products and technologies for the restoration of architectural surfaces. He has authored over two hundred papers published in Italian and foreign periodicals. He has carried out applicative studies and coordinated the relative diagnostic plans on numerous buildings, including the Temple of Amenophis IV (Luxor), the Teatro Municipal (Rio de Janeiro), the Rodi city walls, the Grotto of the Annunciation (Nazareth), the Palazzo Nicolaci (Noto, Sicily), the Palazzo della Ragione (Padua), the Sansovino Library (Venice), the Guarini Chapel of the Shroud (Turin).



CARLO BLASI

Professore ordinario di Restauro architettonico presso la facoltà di Architettura dell'Università di Parma. Si è occupato, tra l'altro, della stabilità delle cupole di Santa Maria del Fiore a Firenze, di Santa Sofia a Istanbul e del Panthéon di Parigi. È consulente Unesco, ha seguito per la World Bank la ricostruzione del ponte di Mostar ed è stato capogruppo del progetto di restauro del Teatro Petruzzelli di Bari e di parte della Cittadella di Damasco. È autore di numerose pubblicazioni nel settore della conservazione delle strutture storiche.

Carlo Blasi is professor of Architectural Restoration at the University of Parma. Among other projects, he was involved in the stabilization of the cupolas of Santa Maria del Fiore in Florence, Santa Sofia in Istanbul, and the Panthéon in Paris. He is a Unesco consultant and, for the World Bank, monitored the reconstruction of the Mostar Bridge in Bosnia and Herzegovina; in addition, he was the team leader of the restoration of the Teatro Petruzzelli in Bari and of part of the Citadel of Damascus. He is the author of numerous publications in the area of the preservation of historical structures.



ROSSELLA CADIGNANI

Architetto, dirigente del Servizio edilizia storica del Comune di Modena. Ha diretto per anni il Servizio di pianificazione urbanistica occupandosi della redazione del piano regolatore e di progettazione del paesaggio. Dal 2004 si occupa del restauro degli edifici storico-monumentalidi proprietà comunale. È coordinatrice del Comitato scientifico per il restauro della Ghirlandina.

Rossella Cadignani Rossella Cadignani is an architect who manages the Registry of Historical Buildings for the City of Modena. For many years, she has been the director the Urban Planning Division, where her work includes landscape planning and the preparation of the city's master plan. Since 2004, she has been involved in the restoration of Modena's historical buildings and monuments. She is the coordinator of the Scientific Committee for the restoration of the Ghirlandina Tower.



ALESSANDRO CAPRA

Nato a Bologna nel 1961, si è laureato in Ingegneria mineraria. Professore ordinario di Topografia e cartografia presso la facoltà di Ingegneria di Modena dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Coordinatore del gruppo delle *Geosciences* dello SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). Presidente del Consiglio scientifico della SIFET (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia). Editor-in-chief della rivista "Applied Geomatics".

Alessandro Capra was born in Bologna in 1961 and holds an undergraduate degree in Mine Engineering. He is professor of Topography and Cartography in the EngineeringDepartment of the University of Modena and Reggio Emilia and coordinator of theGeosciences group of the Scientific Committee on Antarctic Research. He is also president ofthe Scientific Counsel of the Italian Society for Phototopography and Topography (SIFET)and the editor-in-chief of the journal *Applied Geomatics*.



EVA COISSON

Nata a Firenze nel 1977, si è laureata con lode a Parma in Ingegneria civile nel 2001. Ha conseguito un dottorato di ricerca in Ingegneria strutturale con una tesi su storia e dissesti del Duomo di Parma. Dal 2006 è ricercatrice universitaria in Restauro architettonico e consolidamento degli edifici storici. La sua attività di ricerca riguarda principalmente la diagnostica e l'analisi statica delle strutture storiche, finalizzata alla loro conservazione.

Eva Coisson was born in Florence in 1977. In 2001, she was awarded an undergraduate degree with honors in Civil Engineering by the University of Parma. She received her PhD in Structural Engineering with a dissertation on the history and instability of Parma's Duomo. Since 2006 she has been a university research fellow with a focus on the restoration and consolidation of historical buildings. Her research principally involves the diagnosis and static analysis of historical buildings for purposes of preservation and conservation.



CAMILLA COLLA

Laureata a Milano in Architettura nel 1993, ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria civile presso l'Università di Edimburgo, seguito da un post-doc presso il Bam a Berlino dove nel 2001 è divenuta Project Leader. Dal 2004 presso l'Università di Bologna, è ricercatrice nell'ambito dello sviluppo di tecniche diagnostiche non distruttive di strutture storiche murarie e lignee. Ha pubblicato più di settanta lavori scientifici e ha partecipato a cantieri diagnostici di strutture e infrastrutture in vari Paesi europei.

Camilla Colla was born in Piacenza and got her Architecture Degree in Milan in 1993. After the PhD in Civil Engineering from Edinburgh University, a post-doc in BAM, Berlin, has brought her to become Project Leader in 2001. Since 2004 at Bologna University, she researches in development and application of non-descructive techniques, mainly for masonry and timber. She has over 70 scientific publication. She has been active in a number of diagnostic site works of structures and infrastructures in various european Countries.



CARLA DI FRANCESCO

Direttore regionale per i beni culturali e paesaggistici dell'Emilia Romagna, Ministero per i beni e le attività culturali.
Ha ricoperto analogo incarico in Lombardia, ed è stata Soprintendente per i beni architettonici e paesaggistici di Milano. Ha avuto una lunga esperienza di architetto nella Soprintendenza di Ravenna e Ferrara, dove ha realizzato numerosi lavori di restauro, tra i quali quelli al palazzo dei Diamanti, all'abbazia di Pomposa, a Casa Romei. È docente a contratto nelle facoltà di Architettura delle Università di Bologna e Ferrara.

Carla Di Francesco Regional Director for Cultural Heritage and Landscape of Emilia Romagna, Ministry of National Heritage and Cultural Activity. She held the same office in Lombardy and was Superintendent for Archeological Heritage and Landscape in Milan. She has had a long experience as an Architect in the Superintendence of Ferrara and Ravenna, where she made several restorations, including those at Palazzo dei Diamanti, the Abbey of Pomposa and Casa Romei. She is a lecturer in the Faculty of Architecture of the University of Bologna and Ferrara.



ANGELO DI TOMMASO

Ingegnere civile e professore ordinario di Scienza delle costruzioni in Italia dal 1976. È stato titolare di corsi presso le Università di Napoli, Firenze e Bologna. Ha tenuto corsi per post-laurea nelle Università di Rosario (Argentina), di Wroclaw (Polonia) e UPC di Barcellona. Attualmente insegna all'Università IUAV di Venezia ed è direttore scientifico del LabSCo, laboratorio di Scienza delle costruzioni. Autore di più di cento memorie scientifiche e tre volumi di Statica e scienza delle costruzioni.

Angelo Di Tommaso is a civil engineer and has been a professor of ConstructionSciences in Italy since 1976. He has offered courses at the universities of Naples,Florence, and Bologna and has taught post-graduate students at the Universityof Rosario (Argentina), the University of Wrocaw (Poland), and UPC-Barcelona.He currently teaches at IUAV University (Venice) and is the scientificdirector of Construction Sciences Laboratory (LabSCo). He is the authorof more than a hundred scientific publications as well as of three books dedicatedto Statics and the Construction Sciences.



GUIDO DRIUSSI

Direttore delle attività di ricerca e sperimentazione della ArcadiaRicerche con particolare riguardo alla diagnostica, alla proposizionee messa a punto di nuovi prodotti, al supporto alla progettazione, alla redazione di piani di manutenzione nonché all'assistenza a operazionidi restauro. Ha scritto oltre cinquanta pubblicazioni e partecipato a convegni internazionali. Attualmente si sta occupando dello studio diagnostico di edifici pubblici a Tripoli e Benghazi (Libia), dellaredazione del Piano di manutenzione delle Gallerie dell'Accademia (Venezia), della sperimentazione, progettazione e assistenza agli interventi di restauro della Loggia dei Viretti (abbazia Sacra San Michele, Torino).

Guido Driussi, Guido Driussi, Director of research and experimentation of Società Arcadia Ricerche Srl, with particular regard to the diagnostics, proposal and implementation of new products, design support, the drawing up of mantenance plans, as well as assistance to restoration projects. He has published over fifty papers and taken part in international conferences. Guido Driussi is currently involved in the diagnostic study of public buildings in Tripoli and Benghazi (Libya), in the drafting of the Maintenance Plan of the Accademia Galleries (Venice), in the experimentation, design and support of the restoration measures at the Loggia dei Viretti (San Michele Abbey, Turin).



FRANCESCO FOCACCI

Ingegnere, dottore di ricerca in Materiali compositi per l'ingegneria civile (Università di Lecce, Bologna, Palermo). Ha partecipato, presso l'Università IUAV di Venezia, a diversi progetti di ricerca sull'utilizzo dei materiali compositi per il rinforzo di strutture. Dal 2002 al 2008 è stato docente a contratto del corso di Problemi strutturali dell'edilizia storica presso l'Università IUAV di Venezia. Attualmente è ricercatore in Scienza delle costruzioni presso l'Università telematica e-Campus di Novedrate (Co).

Francesco Focacci is a Civil Engineer, Ph.D. in Composite materials for Civil Engineering (Universities of Lecce, Bologna, Palermo). He has participated in numerous research projects regarding the use of composite materials for strengthening reinforced concrete, masonry and wood structures. From 2002 to 2008 he has taught a course in Structural Problems of Historical Buildings. Actually he is an Assistant Professor at the e-Campus University in Novedrate.



DONATO LABATE

Laureato presso l'Università di Bologna, con una tesi in Topografia dell'Italia antica. Ha condotto numerose ricerche archeologiche soprattutto nel Modenese e in Puglia. Lavora presso la Soprintendenza per i beni archeologici dell'Emilia-Romagna. È autore di numerose pubblicazioni di carattere scientifico e divulgativo. I suoi campi d'interesse sono la topografia, la storia del popolamento antico, la produzione ceramica e l'archeologia dell'edilizia storica.

Donato Labate graduated at the University of Bologna with a thesis on the Topography of Ancient Italy. He has carried out widespread architectural research, particularly in the Modena area and in Puglia, and is currently employed at the Archaeological Heritage Bureau of Emilia-Romagna. He is the author of numerous published papers of scientific and popular nature. His fields of interest are topography, history of ancient settlements, ceramics production and archaeology of the historical building industry.



RENATO LANCELLOTTA

È docente di Geotecnica al Politecnico di Torino. Ha svolto studi sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione di importanti monumenti, quali la Torre di Pisa e la Cappella della Sindone di Torino, ed è attualmente membro del Comitato scientifico del Duomo di Modena. È autore di *Geotecnica* (Zanichelli, Bologna), *Geotechnical Engineering* (Taylor & Francis, Londra) e *Fondazioni* (McGraw-Hill, Milano).

Renato Lancellotta teaches Geotechnics at the Turin Polytechnic. He has carried out studies on the geotechnical characterization of the foundation subsoils of important monuments, such as the Leaning Tower of Pisa and the Chapel of the Shroud, in Turin, and is a member of the Scientific Committee of the Duomo of Modena. He is the author of *Geotecnica* (Zanichelli, Bologna), *Geotechnical Engineering* (Taylor & Francis, London), and *Fondazioni* (McGraw-Hill, Milan).



SIMONA MARCHETTI DORI

Laureata in Scienze geologiche presso l'Università di Modena nel 2002, ha conseguito un dottorato di ricerca in Scienze della terra nel 2006 (Università di Modena e Reggio Emilia, con la collaborazione del Comune e della Provincia di Modena). Dal 2007 è tecnico laureato di laboratorio presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università di Modena. Le sue attività di ricerca sono finalizzate alla ricostruzione della provenienza e alla caratterizzazione di materiali da costruzione (malte e intonaci) in edifici storici (tra i diversi esempi, il Castello di Vignola e la Rocca di Formigine).

Simona Marchetti Dori graduated in Geology at the University of Modena and Reggio Emilia in 2002. In 2006, she received her PhD in Earth Science (University of Modena and Reggio Emilia with the cooperation of Comune di Modena and Provincia di Modena). Since 2007 she has been Graduate Laboratory Technician at the Department of Earth Science of University of Modena and Reggio Emilia. Her research activities aim the reconstruction of provenance and characteristics of building materials (mortars and plasters) in ancient buildings (Formigine and Vignola castles for examples).



SAVERIO LOMARTIRE

Saverio Lomartire insegna Storia dell'arte medievale presso la facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università del Piemonte Orientale. I suoi campi di ricerca sono principalmente l'architettura e la scultura del Medioevo, ma si è interessato anche di pittura, miniatura, arti suntuarie ed epigrafia. A Modena ha compiuto ricerche su alcune sculture del XII secolo, sull'epigrafia, sul cantiere e sulla scultura della cattedrale lanfranchiano-wiligelmica e sui successivi interventi campionesi.

Saverio Lomartire, teaches Medieval Art History at the Faculty of Arts and Philosophy at the University of East Piemont in Vercelli. His fields of research are mainly architecture and sculpture of the Middle Ages, but he is also interested in painting, miniature, luxurious arts and epigraphy. In Modena he carried out researches on some sculptures of XII century, on the epigraphy and the sculpture of the Lanfranco-Wiligelmo cathedral and on subsequent Campionesi interventions.



FABRIZIO LUGLI

Architetto, dirigente del settore Lavori pubblici del Comune di Modena. Ha diretto per anni il Servizio edilizia sociale occupandosi di nuova edilizia scolastica ed edifici storici, progettando il restauro di parti del Palazzo comunale e del convento benedettino di San Pietro. È membro del Comitato scientifico della Ghirlandina e faparte del gruppo tecnico di progettazione del restauro.

Fabrizio Lugli, Architect, is Public Works Director in the Municipality of Modena. For years he was in charge of the Public Building Service, dealing with new schools and historical buildings, and planning the restoration of parts of the Town Hall and the Benedictine Convent of San Pietro. He is a member of the Ghirlandina Scientific Committee and is in the technical group involved in planning the restoration work.



STEFANO LUGLI

Professore associato di Stratigrafia e sedimentologia presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia. È membro del Comitato scientifico per i restauri del Duomo di Modena. Si è occupato dello studio dei materiali da costruzione del Palazzo di Cnosso e di Festo a Creta, del Santuario di Lot in Giordania, del Palazzo Ducale di Sassuolo, del Castello di Vignolae della Rocca di Formigine (Modena). È co-curatore editoriale del volume *Evaporites through time and space* (Geological Society, Londra 2007).

Stefano Lugli is associate professor of Stratigraphy and Sedimentology in the Department of Earth Sciences at the University of Modena and Reggio Emilia. He is a member of the Scientific Committee for the restoration of Modena's Duomo. In addition, he has studied construction materials at the Knossos Palace and the Palace of Phaistos in Crete, the Sanctuary of Lot in Jordan, the Palazzo Ducale in Sassuolo (Modena), and the castle-fortresses of Vignola and of Formigine (both in the Province of Modena). He is the co-editor of *Evaporites Through Time and Space* (London: Geological Society, 2007).



GIAN MARIA MANVATI

Direttore tecnico di cantiere e legale rappresentante de La Maddalena Restauri d'arte Snc, che opera dal 1987 nel settore del restauro conservativo di monumenti d'arte, beni architettonici e beni mobili d'interesse storico, artistico o archeologico. Tra gli interventi principali realizzati: il restauro conservativo degli affreschi dell'abside e del presbiterio della Chiesa di San Bernardino a Villatico (Lc), il restauro e conservazione delle facciate ala est del Castello Mediceo di Melegnano (Mi), il restauro conservativo della facciata principale e del portico del Palazzo Municipale di Bozzolo (Mn).

Gian Maria Manvati Technical Director of construction and legal representative of The Maddalena Restoration Art Snc, operating since 1987 in the field of restoration of monuments of art, architecture and property of historical, artistic or archaeological value. Among the main interventions carried out: the restoration of the frescoes in the apse and presbytery of the Church of San Bernardino Villatico (LC) the restoration and preservation of the facades of the east wing of Castle Medici in Melegnano (MI), the restoration of the main facade and the portico of the Town Hall of Bozzolo (MN)



ZENO MORABITO

Laureato in chimica industriale con specializzazione in chimica del restauro, lavora dal 1998 presso Arcadia Ricerche Srl dove cura la redazione e la realizzazione di progetti diagnostici nel campo dei beni culturali. Si è occupato tra i vari monumenti del progetto per la Cappella della Sacra Sindone a Torino, delle indagini conoscitive e diagnostiche per il Ponte dei Sospiri a Venezia, della realizzazione di prove non distruttive sulla Statua del Nettuno in Piazza della Signoria a Firenze. Si occupa anche di sviluppo e ottimizzazione di materiali e processi produttivi nel campo dell'edilizia civile, nonché di formazione professionale.

Zeno Morabito, with a university degree in industrial chemistry, with a specialization in restoration chemistry, has been working since 1998 at Arcadia Ricerche Srl, where he is in charge of drawing up and implementing diagnostic plans in the cultural heritage field. He has been involved, among the various monuments, with the project of the Chapel of the Shroud of Turin, with the investigative and diagnostic surveys for the Venice Bridge of Sighs, with the implementation of non-destructive tests on the Statue of Neptune, in Piazza della Signoria, in Florence. Zeno Morabito's work also deals with the development and optimization of production materials and processes in the civil construction field, as well as with professional development.



CESARE ANDREA PAPAZZONI
Ricercatore confermato presso l'Università di Modena e Reggio Emilia per il SSD GEO/01 (paleontologia e paleoecologia). L'attività di ricerca è focalizzata principalmente sui macroforaminiferi del Paleogene e sulle ricostruzioni paleoecologiche; si occupa inoltre di vertebrati, in particolare dei rettili marini dell'Appennino settentrionale.

Cesare Andrea Papazzoni is a research fellow in paleontology and paleoecology at the University of Modena and Reggio Emilia. His research is primarily focused on Paleogene macroforaminifers and on the reconstruction of their paleoenvironments. His work also involves vertebrate paleontology – in specific, the marine reptiles of the northern Apennines.



GIOVANNI PASCALE
Professore associato di Scienza delle costruzioni presso l'Università di Bologna. Ha svolto la sua attività di ricerca principalmente nei settori della meccanica sperimentale dei materiali e delle strutture, delle prove non distruttive sulle strutture civili, del monitoraggio, dei materiali innovativi e della riabilitazione strutturale. È stato coordinatore di progetti di ricerca nazionali ed europei. Ha coordinato campagne di indagine su strutture civili e beni culturali.

Giovanni Pascale is Associate Professor of Structural Mechanics at the University of Bologna. He carried out his research activity in the fields of experimental mechanics of materials and structures, non-destructive tests on civil structures, monitoring, innovative materials and structural rehabilitation. He was coordinator of national and European research projects. He conducted campaigns for assessing and monitoring civil structures and cultural heritage.



ADRIANO PERONI
Professore emerito dell'Università di Firenze, dove ha insegnato Storia dell'arte medievale per più di vent'anni, dopo avere svolto attività presso i musei di Brescia e diretto quelli di Pavia (1957-1977), e avere insegnato nelle Università di Monaco di Baviera (1977) e di Pavia (1977-1980). Membro del Consiglio direttivo del Centro italiano di studi sull'alto Medioevo di Spoleto, si dedica a ricerche sull'arte medievale.

Adriano Peroni Honourable Professor of the University of Florence, where he has been teaching Medieval Art History for more than twenty years, after having worked in museums in Brescia and having directed the one in Pavia (1957-1977), and having taught at the Universities of Munich (1977) and Pavia (1977-1980). Member of the Board of the Italian Centre for Late Medieval Studies where he dedicates his research to medieval art.



FRANCESCA PICCININI
Dirige il Museo Civico d'Arte di Modena. Ha curato diverse iniziative espositive, tra le quali *"cui Civitas Geminiana. La città e il suo patrono"* (1997-98), *"Nicolò dell'Abate. Storie dipinte nella pittura del Cinquecento tra Modena e Fontainebleau"* (2005) e *"Romanica. Arte e liturgia nelle terre di san Geminiano e Matilde di Canossa"* (2006-2007). Dal 2005 coordina il Comitato di pilotaggio del Sito Unesco di Modena e in questa veste ha seguito la redazione del primo piano di gestione del Sito (2008-2009).

Francesca Piccinini is the director of Modena's Museo Civico d'Arte. He has curated a wide variety of exhibits, including *Civitas Geminiana: La Città e il suo Patrono* (1997-1998), *Nicolò dell'Abate: Storie Dipinte nella Pittura del Cinquecento tra Modena e Fontainebleau* (2005), and *Romanica: Arte e Liturgia nelle Terre di San Geminiano e Matilde di Canossa* (2006-2007). Since 2005, she has coordinated Modena's Unesco Site Steering Committee and, in that capacity, was responsible for the first site-management plan (2008-2009)



FEDERICA ROMARO
Architetto, dottoranda in Modellazione, conservazione e controllo dei materiali e delle strutture (Università di Trento). Dal 2006 svolge attività di ricerca presso il Dipartimento di costruzione dell'architettura dell'Università IUAV di Venezia.

Federica Romaro is an architect. She is currently a doctoral student in Modeling Preservation, and Structural/Materials Analysis (University of Trento). Since 2006 she has been engaged in research in the Department of Architectural Engineering at IUAV University (Venice).



MAURO TONON
Laureato in Scienze e tecnologie dei materiali, lavora dal 2001 presso Arcadia Ricerche srl, nell'ambito della diagnostica e della sperimentazione scientifica nel campo dei beni culturali. Ha collaborato, tra gli altri, alla realizzazione di studi diagnostici presso la Basilica di S. Marco di Venezia, alla consulenza scientifica e formazione del personale per l'intervento di restauro del Tribunale Elettorale Superiore di Rio de Janeiro e tenuto lezioni presso l'Università di Padova.

Mauro Tonon graduated in materials sciences and technology, and has been working at Arcadia Ricerche srl since 2001 in diagnostics and scientific experimentation in the cultural heritage field. Among other activities, he has worked in diagnostic surveys at Saint Mark's Basilica, in Venice, in scientific consulting and training of personnel for the restoration of the Higher Electoral Court of Rio de Janeiro, and has held lessons at the University of Padua.



FRANCO VALLI
Dirigente tecnico al settore Lavori pubblici-Edilizia storica, dipendente del Comune di Modena dal 1972, ha collaborato ai progetti di restauro conservativo di importanti edifici storici di Modena quali il Teatro Comunale, il Teatro Storchi, il Palazzo dei Musei, il Palazzo Santa Margherita ed è attualmente impegnato nel progetto di restauro della Torre Ghirlandina.

Franco Valli is technical director for the Registry of Historical Buildings, Department of Public Works. He has worked for the City of Modena since 1972, and has been involved in the restoration and preservation of such important historical buildings as Modena's Teatro Comunale, Teatro Storchi, Palazzo dei Musei, and Palazzo Santa Margherita. Currently, his efforts are focused on the restoration of the Ghirlandina Tower.



SIMONA PEDRAZZI
Laureata in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico, è dottoranda presso la School in Earth System Sciences del Dipartimento di Scienze della terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Collabora con il Museo Civico d'Arte di Modena per le attività inerenti il Sito Unesco.

Simona Pedrazzi Graduated in Sciences of Recovery and Preservation of the Archaeological Heritage, she is a PhD student of the PhD School in Earth System Sciences at the Department of Earth Sciences of the University of Modena and Reggio Emilia. She is working also in collaboration with the Civic Museum of Art of Modena on the Unesco Site.

GRAZIA LANZONI, CARLOTTA MELLONI
Laureate all'Università di Modena e Reggio Emilia in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico. Hanno collaborato con docenti del Dipartimento di Scienze della terra per la caratterizzazione dei materiali lapidei e delle fasi di restauro della torre Ghirlandina.

Grazia Lanzoni, Carlotta Melloni Both graduated in Sciences of Recovery and Preservation of the Archaeological Heritage at the University of Modena and Reggio Emilia. They worked with the teachers of the Department of Earth Sciences in the characterization of the stone materials and on restoration works of the Ghirlandina Tower.

GIORGIO PALLOTTI
Laureato all'Università di Modena e Reggio Emilia in Scienze geologiche (laurea triennale e laurea specialistica), ha collaborato con i docenti del Dipartimento di Scienze della terra per la caratterizzazione dei materiali lapidei della torre Ghirlandina e del Duomo di Modena.

Giorgio Pallotti Graduated at the University of Modena and Reggio Emilia in Geological Sciences, he worked with the teachers of the Department of Earth Sciences in the characterization of the stone materials of the Ghirlandina Tower and the Cathedral of Modena.

KATIA ZOLLI, CRISTINA MAIORANO
Laureate all'Università di Modena e Reggio Emilia in Scienze dei beni culturali, frequentano il corso di laurea specialistica in Scienze per il recupero e la conservazione del patrimonio archeologico.

Katia Zolli, Cristina Maiorano Both graduated in Cultural Heritage Sciences at the University of Modena and Reggio Emilia, they are pursuing the course of Sciences of Recovery and Preservation of the Archaeological Heritage.



Ringraziamenti
Acknowledgments

HANNO LAVORATO
CON NOI
OUR COLLABORATING
PARTNERS

Le ditte
Contracting Firms

Consorzio ponteggi s.r.l. Gramigna di San Lazzaro di Savena, Bologna
Installazione ponteggi
Installation of scaffolding

Gruppo Masserdotti s.p.a., Brescia
Fornitura e installazione telo in rete microforata
Supply and installation of microperforated tarp

Sangalli s.r.l., Brusaporto (Bergamo) e 2B, Bassi Cristiano & c. s.n.c., Esine (Brescia)
Illuminazione telo Paladino
Lighting of the site-specific Paladino art-installation for the Ghirlandina Tower

Prove Penetrometriche, Castelnuovo (Modena)
Sondaggi meccanici e carotaggi
Mechanical and core sampling

Solgeo di Seriate, Bergamo e So.ge.tec. s.r.l.,Villa d'Adda (Bergamo)
Indagini geognostiche e geofisiche
Geological and geophysical studies

Agisco s.r.l., Liscate, (Milano)
Monitoraggio torre Ghirlandina
Monitoring of the Ghirlandina Tower

Società Arcadia Ricerche s.r.l., Marghera (Venezia)
Diagnostica e campionamento dell'apparato lapideo della torre a supporto degli interventi di restauro
Diagnosis and sampling of the Tower's stonework in support of restoration efforts

Ditta R&C Lab s.r.l., Altavilla Vicentina (Vicenza)
Verifiche tecniche e prove di laboratorio e analisi porosimetriche per valutare la microstruttura e le sequenze stratigrafiche da effettuarsi sulla struttura della torre Ghirlandina
Technical inspections, laboratory analysis, and testing and poro-symmetric analysis for the evaluation of the microstructural and stratigraphic sequences to be carried out on the Ghirlandina Tower

La Maddalena Restauri d'Arte s.n.c., Como
Lavori di restauro dei paramenti esterni e opere interne alla cuspide primo stralcio
Restoration of external walls and work on the interior of the first section spire

Ditta Borghi Franco, Castelfranco Emilia (Modena)
Monitoraggio dello stato di conservazione del paramento esterno della torre Ghirlandina
Monitoring of the state of conservation of the Ghirlandina Tower's external stonework

Ditta Tracce s.r.l., Modena
Telo per rivestimento recinzione e cartellonistica
Signage and tarpaulins for exterior covering of fencing

Ditta Guerrino Pivato s.p.a, Onè di Fonte (Treviso)
Lavori di restauro dei paramenti esterni primo stralcio
Second section of restoration interventions on the outer walls

Ditta Vetreria Crystalglass, Modena
Fornitura e installazione di vetro stampato nella scala della cuspide
Supply and installation of frosted glass on the stairs of the spire

Ditta Sicurpall s.r.l., Bomporto (Modena)
Installazione linea vita nella cuspide della Torre
Installation of the life line in the spire of the Tower

Ditta Elettro-in, Modena
Impianto d'illuminazione della Cuspide
Installation of lighting equipment in the spire

Ditta Carpenteria Paredi s.n.c., Canzo (Como)
Fornitura e installazione di mensole metalliche per rinforzo sostegni scala della cuspide
Supply and installation of metal brackets to reinforce the stairs of the spire

Ditta E.L.L.E. Metalli, Lurate Caccivio (Como)
Fornitura e installazione di lastre in piombo
Supply and installation of lead sheets

Cave Bonaldi, S. Ambrogio Valpolicella (Verona)
Fornitura materiale per ricostruzione colonnine balaustre
Supply of material for the reconstruction of balustade columns

Ditta Marmi Serafini, Chiampo (Vicenza)
Esecuzione colonnine balaustre
Production of balustrade columns

Ditta Enrico Ziche, Chiampo (Vicenza)
Fornitura colonnine balaustre ed altri lavorati
Aupply of balustrade columns and other materials

I professionisti/ Engineering, Architectural, and Other Professionals

Mimmo Paladino, artista
Rivestimento ponteggio con una opera d'arte contemporanea
Creation of a site-specific art-installation for the Ghirlandina Tower

Nicolino Fiorillo, architetto, Pago Veiano (Benevento)
Elaborazione tecnica alla progettazione preliminare telo Paladino
Technical schematics for the preliminary plan for the site-specific Paladino art-installation

Studio Cannata & Partners Lighting Design srl, Benevento
Elaborazione tecnica illuminazione telo Paladino
Lighting design and lighting for the site-specific Paladino art-installation

Sipral s.r.l., Modena, Marco Bruini e Sandro Menozzi, ingegneri
Coordinatori sicurezza in progettazione ed esecuzione
Coordination of safety measures during the planning and execution of the restoration project

Elisabetta Longega, Salgareda (Treviso), esperta
Test sperimentali sull'apparato lapideo della Torre a supporto degli interventi di restauro
Experimental surveys of the Tower's stonework in support of restoration efforts

Scaff Studio di Vigenza (Padova), Lucca Bergamin, ingegnere
Progettista e direttore tecnico del ponteggio metallico installato
Designer and technical director for the installation of metal scaffolding

Beccantini Gabriele Ditta L'A.R.C.A, Modena
Esecuzione sondaggi nel piano interrato della Torre
Surveys on the underground room of the Tower

Marco Greco, perito Settore lavori Pubblici, Comune di Modena
Progetto impianto elettrico interno alla cuspide della Torre
Plan of the electrical grid for the spire of the Tower

Chiappini Elisabetta, Professoressa Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza
Valutazione dello stato di conservazione della scala lignea della cuspide
Evaluation of the conditions of the wooden stairs in the spire

Francesca Fabiani, architetto Firenze
Consulenza per informatizzazione dati dei lavori di restauro della torre
Computer data consultancy for the restoration of the Tower

Convenzioni stipulate con le università
Universities

Università di Modena e Reggio Emilia
Dipartimento di Scienza della terra
Department of Earth Sciences
Indagini sulle caratteristiche chimico-fisiche e mineralogico -petrografica dei materiali di costruzione della torre Ghirlandina
Study of the chemical/physical and mineralogical/petrographical characteristics of materials used in the construction of the Ghirlandina Tower

Politecnico di Torino
Dipartimento di ingegneria strutturale e geotecnica
Department of Structural Engineering and Geotechnology
Ricerca sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione della torre Ghirlandina
Study of the geotechnical characteristics of the Ghirlandina Tower's foundation soils

Università di Parma
Dipartimento di Ingegneria civile
Department of Civil Engineering
Rilievi architettonici e valutazione statica e degrado della torre Ghirlandina
Architectural surveys and static and degradation analysis of the Ghirlandina Tower

Università di Modena e Reggio Emilia
Dipartimento di Ingegneria meccanica e civile
Department of Mechanical and Civil Engineering
Collaborazione nello studio e nel rilievo e monitoraggio dei movimenti verticali del suolo della città di Modena
Assistance in the study, surveying, and monitoring of vertical movement in the soils underlying the City of Modena

Università di Bologna
Dipartimento di Ingegneria delle strutture, dei trasporti, delle acque e del rilevamento del territorio – DISTART
Engineering Department for structures, transport, water and land surveying
Caratterizzazione meccanica della muratura interna ed esterna della torre Ghirlandina
Mechanical characterization of the interior and exterior walls of the Ghirlandina Tower

GLI AUTORI RINGRAZIANO
THE AUTHORS WOULD LIKE TO THANK

Maria Chiara Gallina e Cecilia Lazzeretti
Dottoresse della Fondazione Cassa di Risparmio di Modena, per la disponibilità sempre dimostrata e il fattivo contributo allo svolgimento dell'iniziativa
Of the Fondazione Cassa di Risparmio di Modena for their unfailing helpfulness and for their active contributions to our project

Daniele Venturelli
geometra del Comune di Modena per il competente contributo all'elaborazione delle cartografie generali.
Surveyor for the City of Modena, for the competence assistance he provided in the creation of site maps.

Maurizio Ferraresi, Mauro Ferri, Antonio Gelati
Servizio Veterinario Azienda USL di Modena per l'assistenza fornita all'intervento di mantenimento delle condizioni favorevoli al ritorno della colonia di rondoni comuni nelle buche pontaie della torre.
Veterinary Service of the Azienda USL of Modena for assistance provided in order to create favorable conditions for the return of a colony of common swifts to the Tower's putlog holes.

LA SALA DELLA SECCHIA E LE DECORAZIONI DIPINTE DELLA TORRE
THE SECCHIA ROOM AND THE TOWER'S PAINTED DECORATIONS

Un ringraziamento particolare, per le preziose segnalazioni e i suggerimenti, ad Hans Peter Autenrieth e ad Adriano Peroni; per la restituzione grafica della Sala della Secchia, a Giancarlo Palazzi.
Un sentito grazie anche a Lorenzo Lorenzini, Cristina Stefani e Tomas Fiorini del Museo Civico d'Arte di Modena, Giuseppe Bertoni e Franca Baldelli dell'Archivio Storico Comunale di Modena, Benedetta Riciputi della Biblioteca Poletti di Modena e Pierpaolo Bonacini della Deputazione di Storica patria di Modena.
Special thanks goes to Hans Peter Autenrieth and Adriano Peroni, for their precious news and suggestions; and to Giancarlo Palazzi for the graphic rendering of the Secchia Room.
Heartfelt thanks also to Lorenzo Lorenzini, Cristina Stefani and Tomas Fiorini of the Civic Museum of Art of Modena, Giuseppe Bertoni and Franca Baldelli of the Historical Archives of the City of Modena, Benedetta Riciputi of the Poletti Library of Modena and Pierpaolo Bonacini of Deputazione di Storica patria di Modena.



Photo Luca Lombroso

Allegati

Enclosures

LA CUSPIDE DELLA TORRE GHIRLANDINA
L'ANTICO SPLENDORE RITROVATO

Corso di laurea specialistica in Scienze per il Recupero e la Conservazione del Patrimonio Archeologico Anno Accademico 2008-2009

Tesi di Laurea di: Grazia Lanzoni

Relatore: Prof. Stefano Lugli - Correlatore: Arch. Rossella Cadignani

Un tratto della balconata inferiore dopo il restauro



La tesi di laurea intitolata *La Cuspide della Torre Ghirlandina: l'antico splendore ritrovato* rientra all'interno di un nuovo percorso di studi che riguarda la torre campanaria di Modena, iniziato in occasione del restauro, tuttora in corso.
Il valore artistico della Ghirlandina è stato riconosciuto in modo lineare nel tempo e per questo non sono mancati nei secoli cura e attenzione; e come ogni altro monumento è giunta a noi carica di una storia fatta di interventi, sostituzioni e manutenzioni intenzionali, giustificate dalla necessità di conservazione e trasmissione del bene ma anche dal gusto delle generazioni che si sono succedute nei secoli.

Oggi ci troviamo davanti ad un intervento di restauro finalizzato al recupero e consolidamento del paramento lapideo, operazione divenuta necessaria in seguito alla caduta di alcuni frammenti nel maggio 2007, distaccatisi dalla balconata collocata a 60 metri d'altezza.
Il primo stralcio del restauro ha riguardato esternamente la guglia, dalla croce (quota 89,34 metri) alla balconata inferiore (quota 60 metri) ed internamente tutto in volume da 48 metri in su.
Partendo dalla documentazione storica, attestando le ipotesi relative alle fasi costruttive proposte dai diversi studiosi, dalla ricostruzione dei restauri storici, dalle indagini preliminari che si son rese necessarie per l'elaborazione del progetto, ho creato una base su cui impostare i nuovi dati emersi dal restauro. Il restauro che è stato realizzato tiene conto della grande varietà di materiali presenti sulla torre, dei differenti processi di degrado e del loro grado di intensità.
Ho documentato quindi un intervento che si è basato su una grande quantità di studi interdisciplinari (discipline tanto diverse capaci di fondersi per un unico scopo comune), che hanno fatto maturare la consapevolezza delle concrete necessità di questo monumento e che si è realizzato con la priorità di intervenire in modo reversibile, seguendo criteri di minima invasività ed ecocompatibilità, limitandosi alle sole necessità di conservazione.
Il mio lavoro di tesi, svolto tra cantiere e università, ha contribuito principalmente al riconoscimento dei materiali e a determinare la provenienza di questi ultimi, per realizzare le integrazioni e sostituzioni relative alle due balconate, in modo coerente con la struttura originaria; ed in parte anche a compiere le analisi necessarie a fornire il corretto supporto scientifico per successivo intervento di restauro. Sono riassunte di seguito le tappe fondamentali, svolte per lo più in cantiere, che hanno contribuito in parte a determinare le scelte relative ai materiali necessari per realizzare le integrazioni, ed in parte a documentare tutti gli interventi realizzati sulla cuspide.
Il primo passo è stato l'elaborazione di una tabella che permettesse di determinare lo stato di degrado degli elementi che compongono le due balconate. Sono stati presi in considerazione diversi parametri tra cui: dimensioni degli elementi, stiloliti presenti sulla superficie in 10 cm^2, colore determinato in base alle Munsell Color Charts, tipologia di degrado riscontrata, e successivamente sono state integrate per completezza con l'intervento di restauro che è stato infine realizzato, la tipologia di prodotti utilizzati, il tutto corredato da una ricca documentazione fotografica. Le tipologie di degrado e il livello di gravità sono stati parametri indispensabili per la determinazione delle sostituzioni che dovevano essere attuate e per il tipo di consolidamento che era necessario per mettere in sicurezza le balconate.
È stata questa l'occasione per mappare i principali tipi i degrado ed i diversi livelli di gravità delle due balconate: croste nere, colonizzazione biologica, degradazione differenziale, macchie di ossidi e idrossidi di ferro, numerose mancanze e fratture degli elementi compositivi, scagliature, stuccature con resine epossidiche, integrazioni con elementi metallici per "risanare" situazioni di degrado. Durante questa fase ho avuto modo di osservare direttamente non solo i materiali, ma anche le tecniche di messa in opera adottate per gli elementi e il trattamento superficiale della pietra.

Nella seconda fase di lavoro si è proceduto alla scelta del materiale per realizzare i nuovi elementi dei parapetti. La determinazione è stata effettuata sia tramite i dati raccolti, sia grazie alla possibilità di prelevare frammenti di roccia direttamente dalle colonne fratturate, per realizzare delle indagini a livello microscopico. L'osservazione al microscopio delle sezioni sottili realizzate è stata seguita dalla compilazione di una scheda in cui si riporta l'elemento da cui è stato prelevato il campione, il litotipo di appartenenza e una breve descrizione della sezione sottile osservata al microscopio.

La valutazione delle caratteristiche microscopiche e del contenuto paleontologico presenti nel Rosso Ammonico utilizzato in origine, ha permesso di effettuare la scelta di un materiale idoneo per le sostituzioni, sia per peculiarità estetiche che materiche.

Sono state prese in considerazione diverse cave del veronese, ogni materiale preso in esame è stato campionato e analizzato sia a livello macroscopico che microscopico.

La scelta è ricaduta per le sue caratteristiche, su un blocco di Rosso Ammonitico proveniente dalle cave Bonaldi di Sant'Ambrogio di Valpolicella (Verona).

La realizzazione delle 18 colonnine, necessarie al restauro, è avvenuta a Chiampo (Vicenza), con macchinari a controllo numerico, che hanno utilizzato come modello la colonna numero 8 della balconata superiore. La superficie delle colonne è stata in ultima fase finita a gradina manualmente dagli operatori di Chiampo. Ogni nuova colonnina è stata resa riconoscibile tramite un'incisione sotto la base che segnala l'anno di creazione e messa in opera.

Le analisi puntuali sugli elementi che compongono le due balaustre hanno inoltre evidenziato quelle parti, che per caratteristiche dello stato di fatto, dovevano essere oggetto di particolare attenzione e monitoraggio, per prevenire alterazioni così significative da richiedere interventi straordinari per la messa in sicurezza.

Le fasi di rimontaggio delle balaustre sono state condotte con la massima attenzione per gli elementi, rispettando le originarie collocazioni di tutte le colonne e basamenti, e tutte le operazioni effettuate sono state riportate nel catalogo presente in appendice.

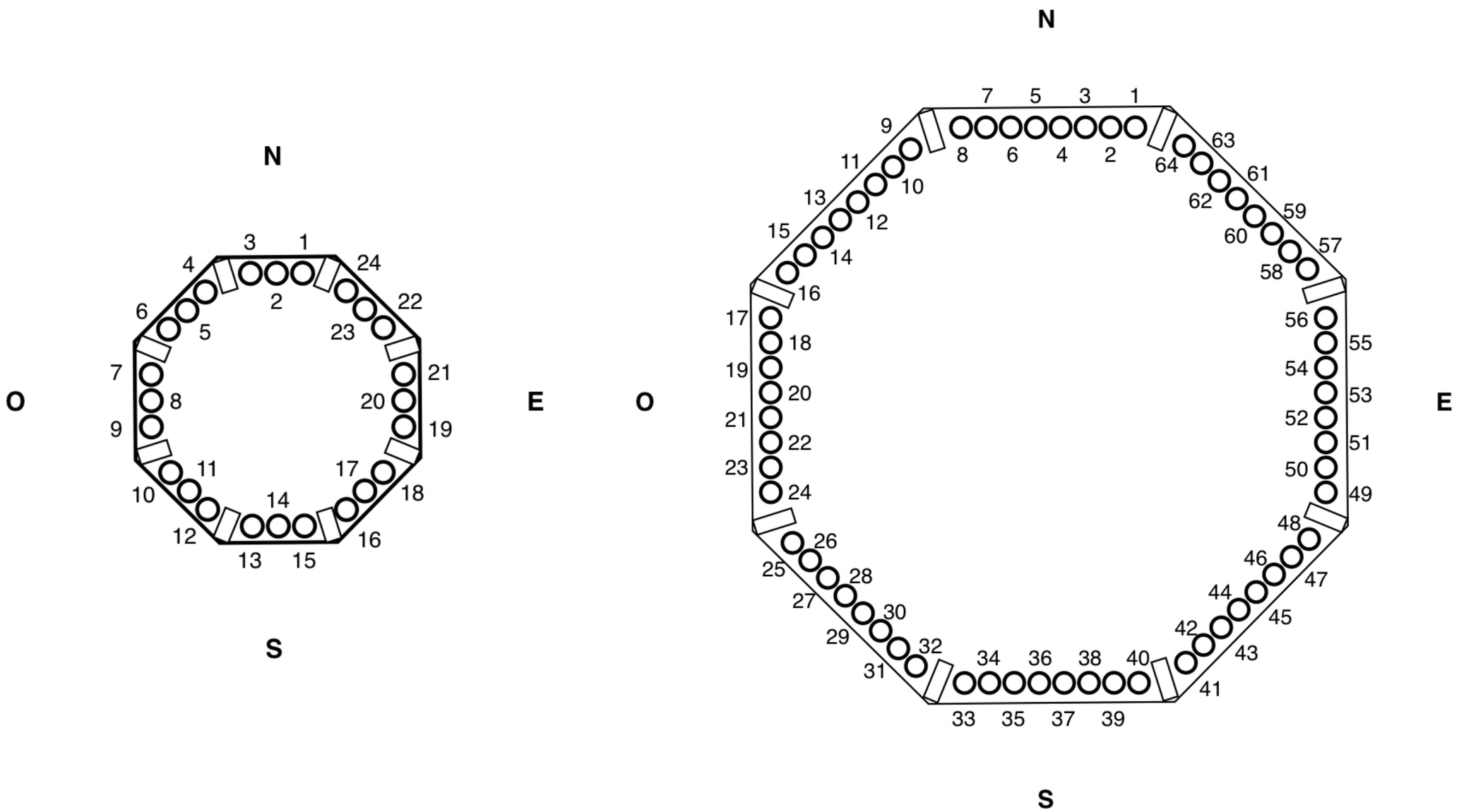
Dal restauro delle balconate siamo approdati all'ultima fase di questo lavoro, la documentazione di tutti gli interventi di consolidamento e protezione realizzati sulla cuspide: dalla pulitura del globo e della croce dorati, la sostituzione delle lastre di piombo deteriorate, le fasi di pulitura e consolidamento dei conci lapidei, la sigillatura dei giunti tra le lastre ed infine il trattamento protettivo. Tutta la documentazione creata e i dati ottenuti attraverso questa ricerca arricchiscono la bibliografia riguardante la Ghirlandina, fornendo dati di notevole importanza utili sia agli esperti del settore, che come punto di partenza per un futuro intervento di restauro.

Il restauro ha riportato all'originario splendore le due balconate e ha permesso la messa in sicurezza della parte sommitale della torre, ma gli interventi realizzati non sono definitivamente risolutivi, infatti, negli anni futuri, seguiranno opere di manutenzione ordinaria già da ora programmate, per il mantenimento dello stato di conservazione ad oggi ottimale.



Prove eseguite su ammonitico con gradina

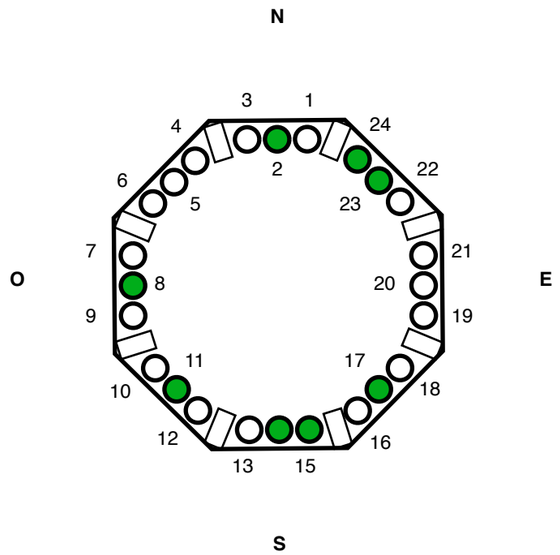
Rilevamento dello stato di degrado di elementi delle balconate (quota 78 m e 60 m) della torre campanaria Ghirlandina di Modena

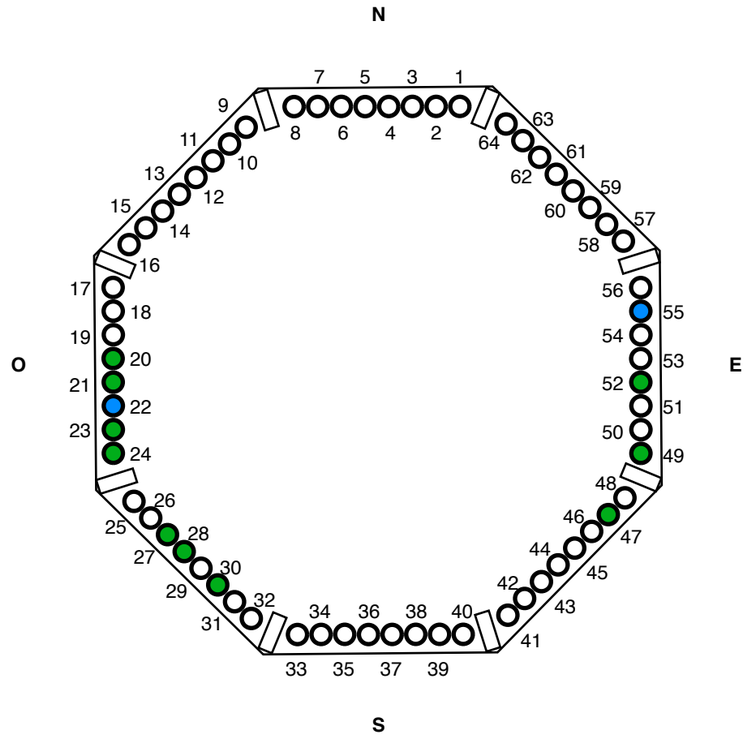


Figg. **a** e **b**: Schemi delle balconate a quota 78 m e 60 m.

Sostituzione con nuove colonne

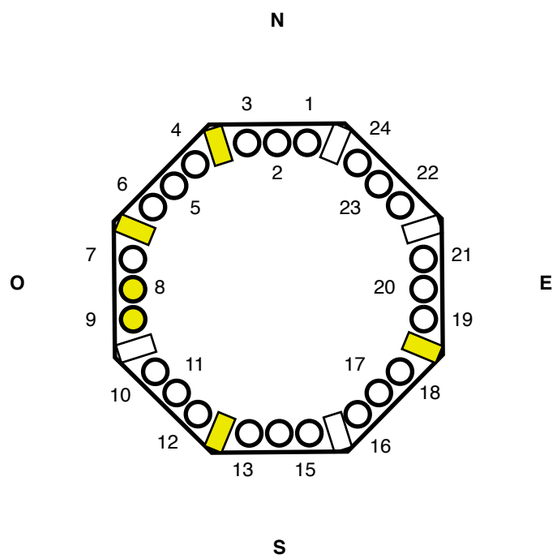
Sostituzione con colonne consolidate

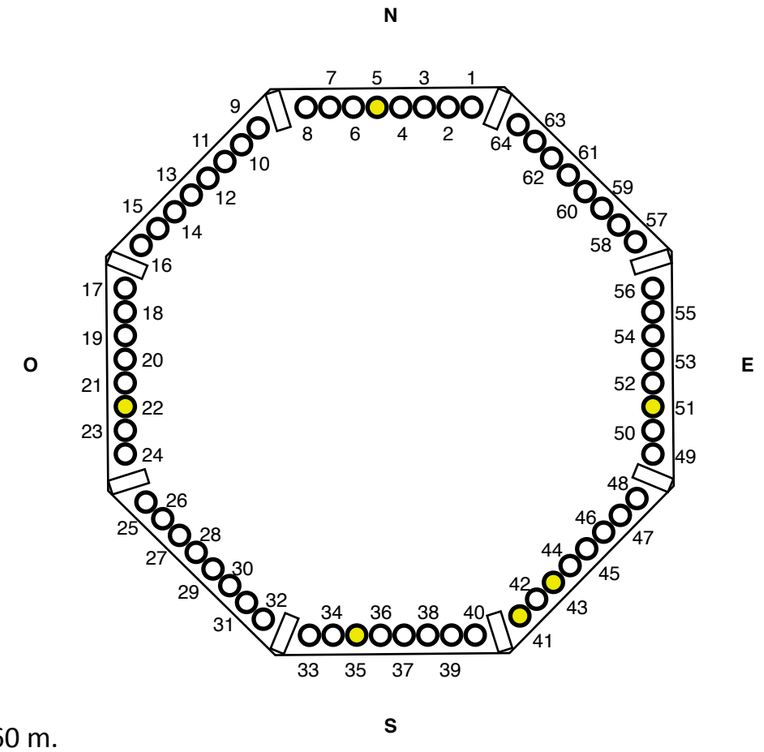




Figg. **c** e **d**: Schemi delle balconate a quota 78 m e 60 m.

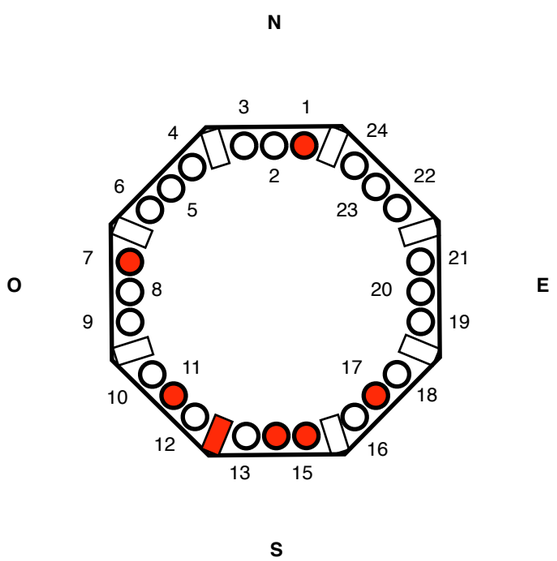
Indagini ultrasoniche

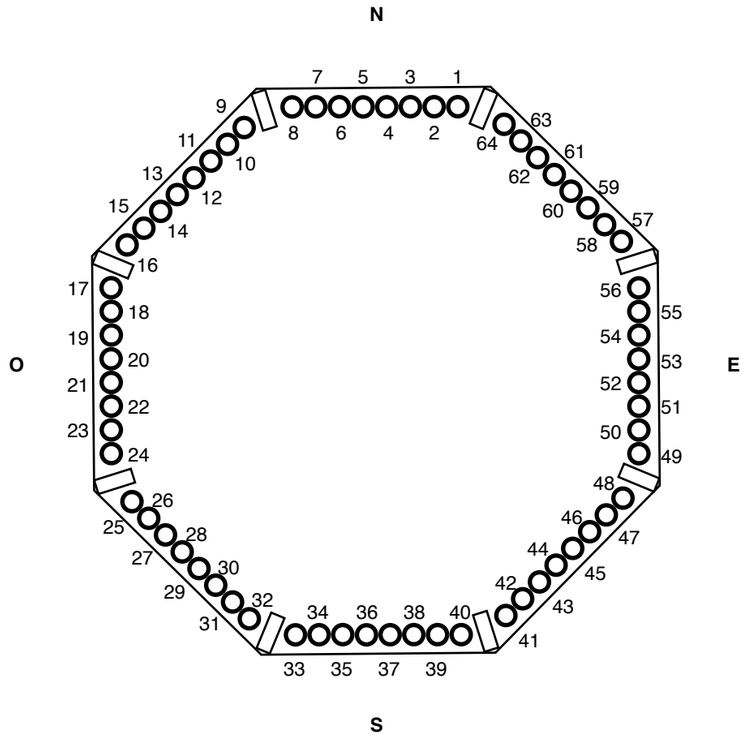




Figg. **e** e **f**: Schemi delle balconate a quota 78 m e 60 m.

Prelievo campioni

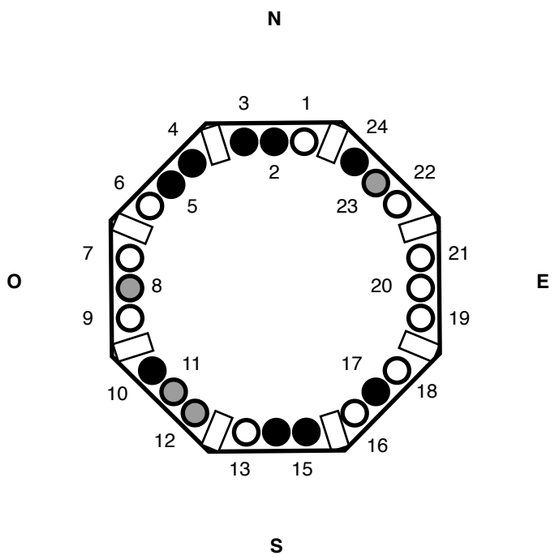


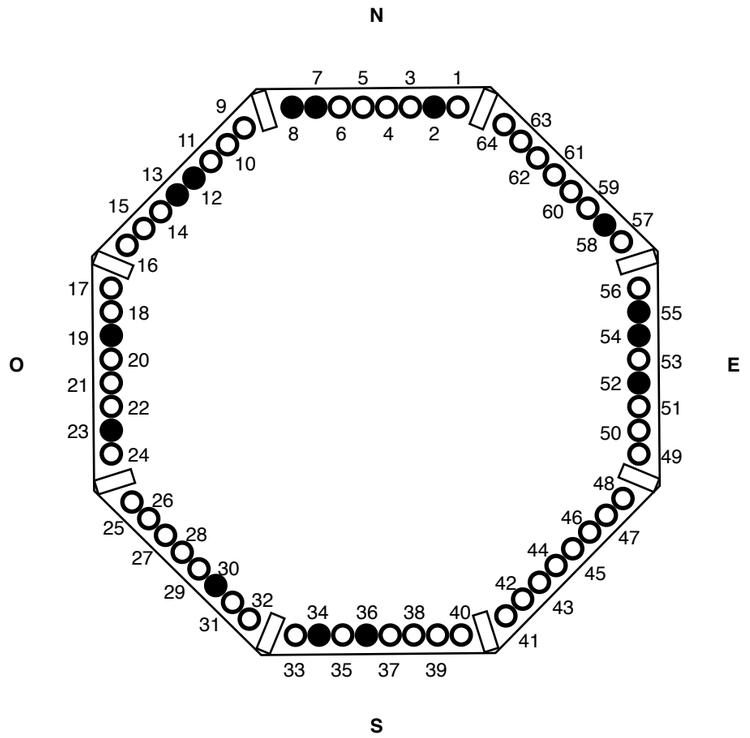


Figg. **g** e **h**: Schemi delle balconate a quota 78 m e 60 m.

Collari metallici

Gabbie metalliche

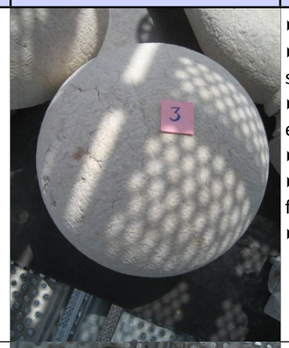
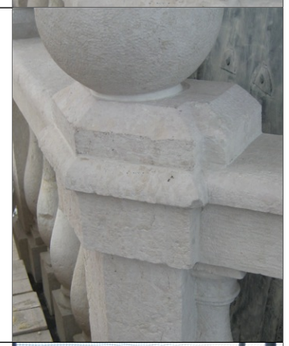


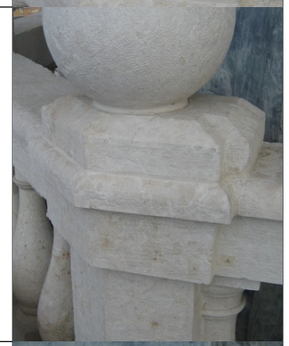


Figg. **i** e **j**: Schemi delle balconate a quota 78 m e 60 m.

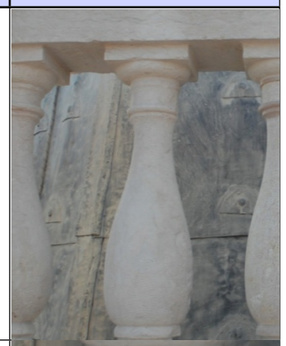
Rilevamento dello stato di degrado di elementi della balconata superiore (quota 78 m) della torre campanaria Ghirlandina di Modena

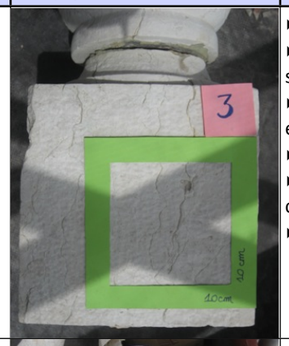
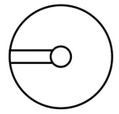
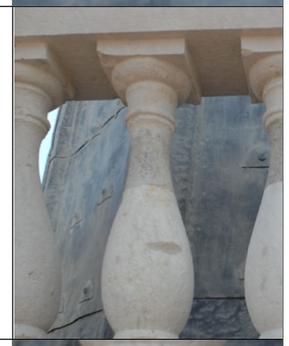
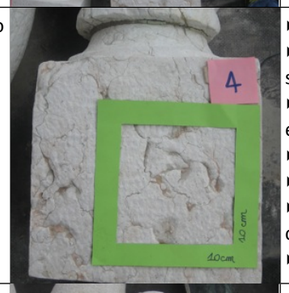
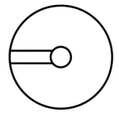
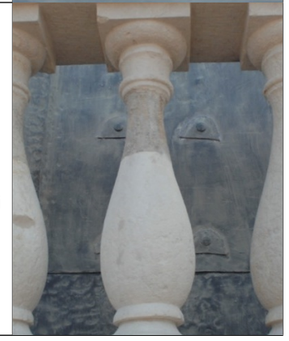
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Sfera 1:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: 5YR 7/4	2 (aspetto nodulare)	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 1:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/3 noduli: non visibili matrice: 2.5YR 6/6	7 suturate	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Sfera 2:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/3 noduli: non visibile matrice: non visibile	6 alcune suturate	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 2:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 7/3 matrice: 10YR 8/6	2 anastomizzate	fratturata in due parti		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame presenti ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in soluzione liquida ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

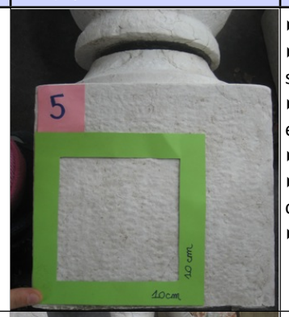
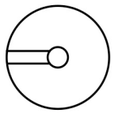
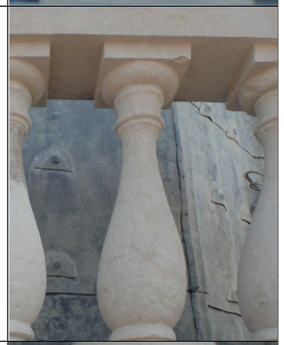
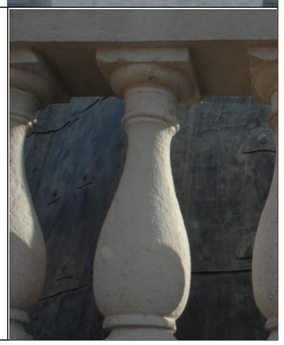
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Sfera 3:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 7/3 matrice: 5YR 7/6	9 sia anastomizzate che suturate	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 3:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 7/3 matrice: tra 2.5YR 6/8 e 5/8	3 poco visibili, orizzontali non suturate	buono stato di conservazione, frattura nello spigolo e frattura orizzontale con calcite di ricristallizzazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣imperniatura con rame e piombo ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente in pasta ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Sfera 4:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/3 noduli: non visibile matrice: 5YR 7/6	6	buono stato di conservazione. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 4:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 7/3 matrice: 5Y 7/1, 2.5YR 6/6 e 10YR 7/6	6 verticali	fratturata in tre parti. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame presenti ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in soluzione liquida ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

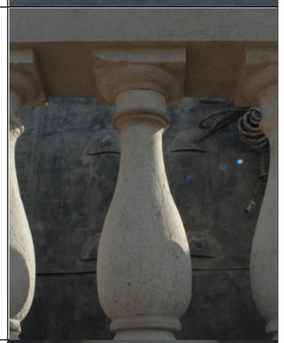
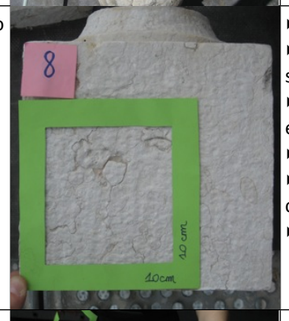
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Sfera 5:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5 YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 2.5YR 6/6	14 anastomizzate, verticali	discreto stato di conservazione, presenta una porzione distaccata di stuccatura. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 5:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	4 verticali e oblique	buono stato di conservazione, da notare uno spigolo che mostra fragilità. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Sfera 6:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	8 verticali	buono stato di conservazione. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 6:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 10YR 8/6 e 2.5YR 7/4	7 oblique	buono stato di conservazione. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

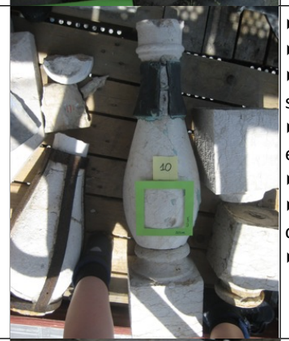
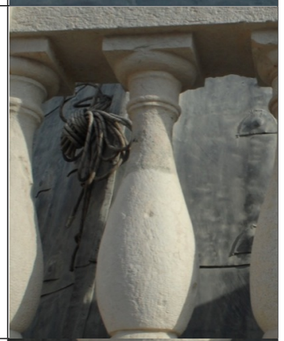
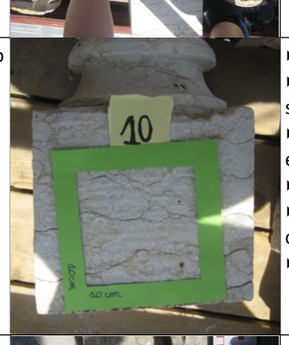
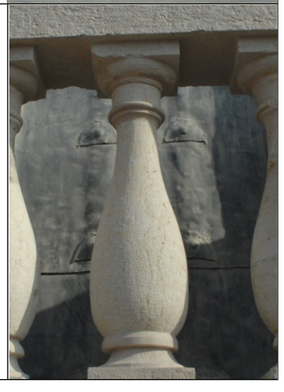
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Sfera 7:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 e 5YR 7/4 moduli: non visibile matrice: 5YR 7/6	9 suturate	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 7:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 5YR 7/6	11 anastomizzate	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Sfera 8:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	6	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base sfera 8:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: 10YR 7/2	aspetto nodulare	buono stato di conservazione. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣imperniatura con rame e piombo ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata alla base e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

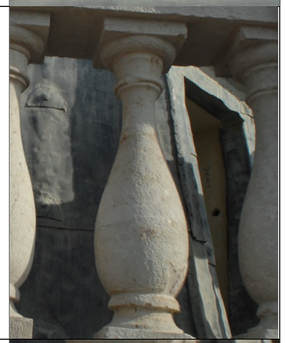
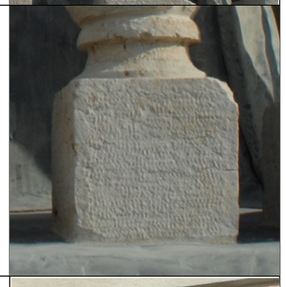
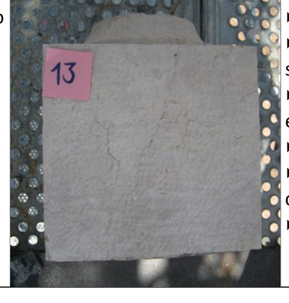
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 1 Nord:	29 cm	64,3 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6 e 7/4	6 verticali	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento. Scagliatura accentuata nella parte periferica della bombatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 1 Nord:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	6 oblique suturate	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 2 Nord:	collare metallico	65,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 7/2 e 5R 6/4 matrice: 5Y 7/1 e 2.5YR tra 6/8 e 5/8	7 verticali, suturate	colonna identificata come antica frattura verticale nella parte superiore e sulla base; frattura naturale riempita di calcite e noduli di ossidi e/o idrossidi di ferro naturali		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 3 Nord:	collare metallico	63,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: non visibile	2 verticali e suturate	fratturata nella parte superiore; la porzione di colonna sopra il collare mostra una colorazione rosa più accentuata. Si è notato che la presenza del collare in rame rende la parte inferiore della colonna completamente ripulita da attacco biologico. Nella parte mediana è presente una grossa stilolite Elemento da monitorare periodicamente		‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

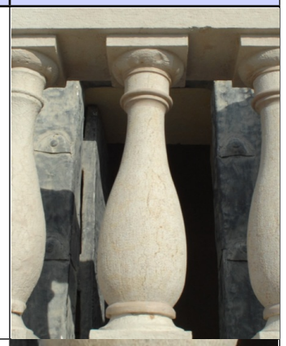
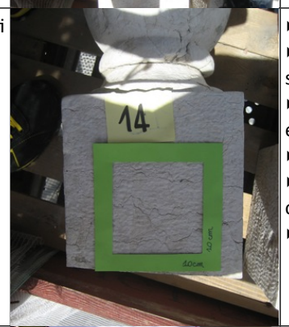
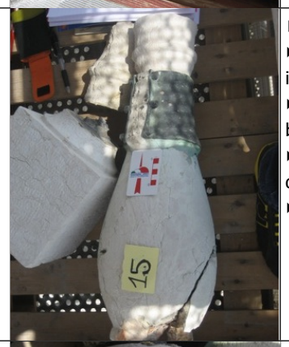
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 3 Nord:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 7/2 matrice: 5YR 7/6	6 verticali, suturate	discreto stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 4 Nord-Ovest:	collare metallico	65,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	10 verticali	situazione di gravità intermedia; la bombatura presenta mancanze; sono presenti fratture riempite con calcite naturale. Si nota una scanalatura di inserimento del perno di aggancio accanto al foro superiore. Inizio scagliatura 		‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 4 Nord-Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: tra 5YR 7/6 e 6/6	5 verticali, alcune suturate	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento per lo spigolo fratturato; uno spigolo è in procinto di staccarsi. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣incollaggio dello spigolo con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 5 Nord-Ovest:	collare metallico	64,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	5 verticali	situazione di gravità intermedia; sono visibili piccole stuccature. La porzione di colonna sopra il collare mostra una colorazione rosa più accentuata. Si è notato che la presenza del collare in rame rende la parte inferiore della colonna completamente ripulita da attacco biologico. Si nota una scanalatura di inserimento del perno di aggancio accanto al foro superiore 		‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

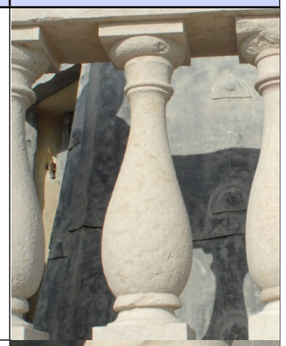
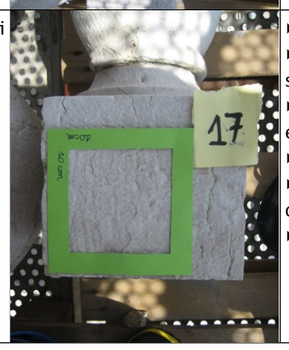
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 5 Nord-Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	2 verticali	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 6 Nord-Ovest:	25,5 cm	65,5 cm	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: 5YR 7/3	5 verticali o oblique rispetto l'asse	buono stato di conservazione. Si nota una scanalatura di inserimento del perno di aggancio accanto al foro superiore; scagliatura nella sommità 		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 6 Nord-Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: 5YR 7/6	8 verticali, suturate	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento per lo spigolo fratturato		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame presenti ‣incollaggio dello spigolo con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 7 Nord-Ovest:	29,7 cm	63,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: 5Y 7/2 e 5YR 8/4	4 alcune suturate	elevato stato di degrado. Il frammento che si può distaccare è di notevoli peso e dimensioni (1kg). Alcune scagliature nella parte più alta del collare sono aderenti ma di possibile distacco in fase di carico. La situazione è destinata a peggiorare ed è difficilmente consolidabile.		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣intervento di imperniatura centrale profonda 2 cm per lato ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

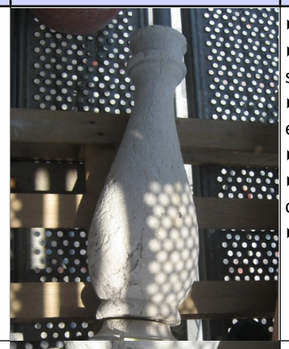
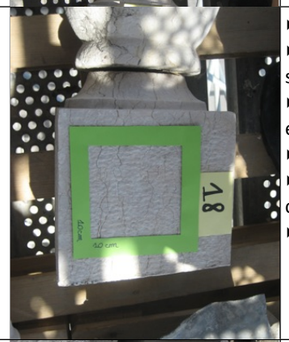
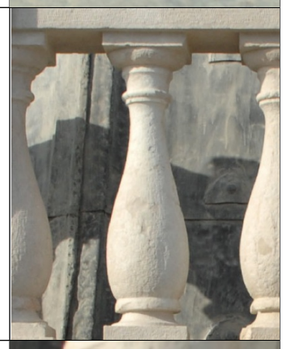
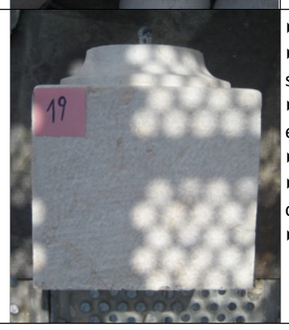
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 7 Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: 2.5Y 8/4 e 7/4	5 orizzontali non suturate	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento per lo spigolo fratturato		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣incollaggio dello spigolo fratturato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 8 Ovest:	25,2 cm	66,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/4 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5YR 7/6 e 6/6 – 5Y 8/2 e 7/2	3	la colonna era ingabbiata; sommità frantumata in più parti: frattura centrale orizzontale. Presenza di scagliatura. Inserito perno sull'asse longitudinale (2/3 dell'altezza). Si nota una scanalatura di inserimento del perno di aggancio accanto al foro superiore Si ipotizza che si tratti della colonna più antica ed è stata utilizzata come modello per quelle di nuova realizzazione		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 8 Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 7/3 matrice: non visibile	7 verticali	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 9 Ovest:	27,7 cm	63,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6 e 7/4	9 verticali e anastomizzate	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

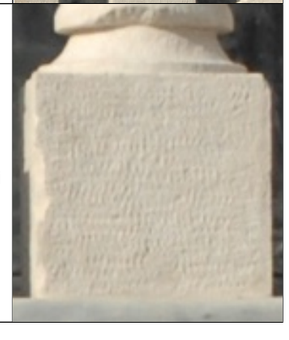
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 9 Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	7 alternate sia orizzontali che verticali	discreto stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 10 Sud-Ovest:	collare	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 7.5YR 7/4 matrice: 5YR 7/6	8 orizzontali o oblique, anastomizzate non molto suturate	colonna identificata come antica gravità intermedia. La porzione di colonna sopra il collare mostra una colorazione rosa più accentuata. Si è notato che la presenza del collare in rame rende la parte inferiore della colonna completamente ripulita da attacco biologico		‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 10 Sud-Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 10YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6	10 orizzontali	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento a causa dei noduli che tendono a distaccarsi. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 11 Sud-Ovest:	29 cm	ingabbiata	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 7/1 e 5YR 7/6	6	inserita in una gabbia metallica. Presenta tre fratture orizzontali e una verticale, la parte superiore è fratturata		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

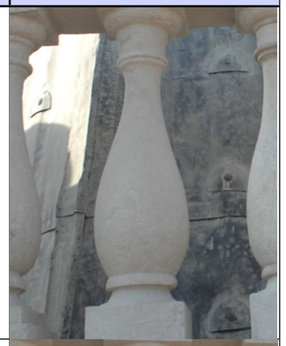
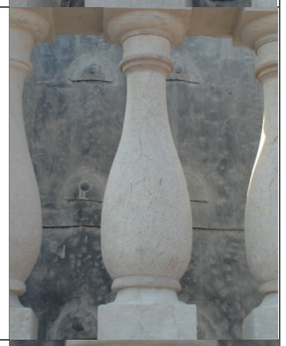
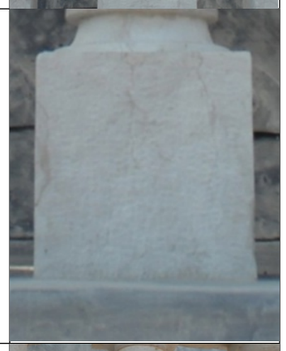
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 11 Sud-Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	11 verticali alcune suturate	discreto stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 12 Sud-Ovest:	24 cm	64,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 5YR 7/3	4	colonna identificata come antica inserita in una gabbia metallica. In passato è stata già consolidata con un perno in piombo. Nella parta inferiore si è distaccato un frammento di notevoli dimensioni		‣rimozione gabbia metallica ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 12 Sud-Ovest:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 10YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	11 orizzontali	base identificata come antica discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento. Due spigoli sono fratturati. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 13 Sud:	29,5 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	8	elevato stato di degrado a causa delle scagliature aperte		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 13 Sud:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	11 verticali	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

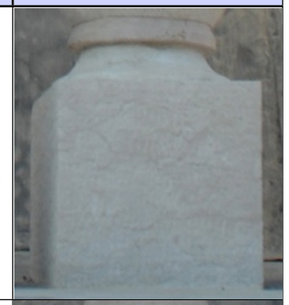
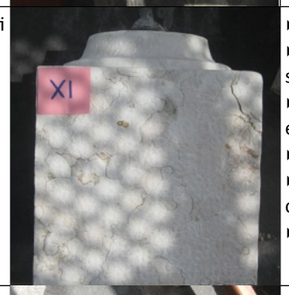
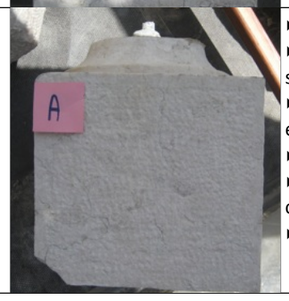
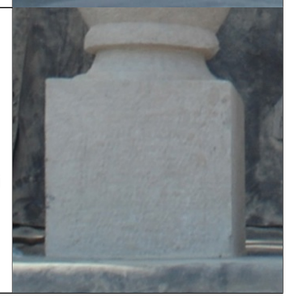
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 14 Sud:	collare	68 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 7.5YR 7/4	2	elevato stato di degrado. Presenza di un perno nella zona bombata (restauri precedenti). Si nota una grossa scagliatura verticale aperta e più volte stuccata. La parte sopra al collare metallico è fratturata in più pezzi.		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 14 Sud:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: 5YR 6/8	10 orizzontali e suturate	discreto stato di conservazione, piccoli frammenti che si distaccano ma che non causano problemi strutturali		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 15 Sud:	collare	67 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/4 matrice: 2.5YR 6/8	8 verticali	colonna identificata come antica elevato stato di degrado. Presenza di due perni e una zanca nella bombatura, e collare metallico nella parte alta		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 15 Sud:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	14 orizzontali e suturate	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 16 Sud-Est:	26,5 cm	64,5 cm	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	5 anastomizzate	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 16 Sud-Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	8 orizzontali	discreto stato di conservazione, piccoli frammenti che si distaccano ma che non causano problemi strutturali		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 17 Sud-Est:	collare	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 7.5YR 7/6	8 suturate	colonna identificata come antica elevato stato di degrado. Si nota una frattura trasversale al collare e una lacuna nella parte inferiore		**‣colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 17 Sud-Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	7 suturate e verticali	discreto stato di conservazione, piccoli frammenti che si distaccano ma che non causano problemi strutturali		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 18 Sud-Est:	25,5 cm	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	8 suturate	colonna identificata come antica discreto stato di conservazione, già precedentemente stuccata a calce e gesso		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 18 Sud-Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	6 suturate	discreto stato di conservazione, presenta una lavorazione diversa		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 19 Est:	27 cm	fratturata	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5Y 7/1	assenti	elevato stato di degrado. Si nota una grossa mancanza laterale (scagliatura progressiva verso la base), la base è compromessa. È presente una ammonite sul corpo della colonna.		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento con Nanorep 10	
Base colonna 19 Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	3	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

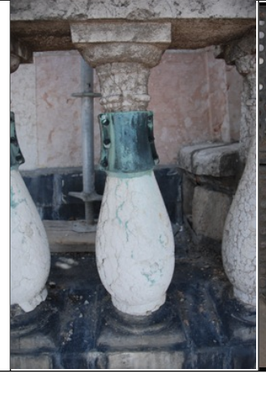
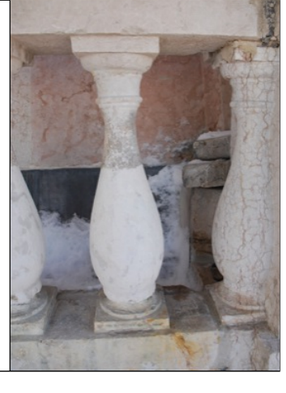
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 20 Est:	26 cm	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: 2.5Y 8/4 e 7/4	7 verticali, alcune suturate	elevato stato di degrado. Sono già inseriti nella bombatura due perni.		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame presenti ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 20 Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: non visibile	3 orizzontali	discreto stato di conservazione, da valutare il tipo di intervento di consolidamento. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 21 Est:	28 cm	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/6 e 5Y 7/1	8 alcune suturate	discreto stato di conservazione. Presenta una mancanza alla base e piccole stuccature distaccate. Si nota una grossa ammonite sul corpo della colonna		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame presenti ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 21 Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	8	buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 22 Nord-Est:	26 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: non visibile	3 (aspetto nodulare)	buono stato di conservazione, si notano stuccature alla base		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 23 Nord-Est:	ingabbiata	ingabbiata	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 7.5YR 7/6 e 5GY 7/1	2 (aspetto nodulare)	elevato stato di degrado. La colonna è inserita in una gabbia metallica e fratturata in sei parti		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 23 Nord-Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 7.5YR 7/6 e 5GY 7/1	2 (aspetto nodulare)	discreto stato di conservazione. Si nota uno spigolo fratturato		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 24 Nord-Est:	collare	64,8 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/4	7 suturate	colonna identificata come antica discreto stato di conservazione, presenza di collare metallico. Fortemente dilavata nella parte esposta, si notano scagliature aperte sulla sommità, ha una serie di stuccature a base di gesso, è stato inserito un perno in vetroresina nella parte inferiore durante il tentativo di consolidamento		‣**colonna sostituita** ‣ancoraggio e messa in sicurezza alla base e alla mantavola mediante inserimento di perni in rame ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

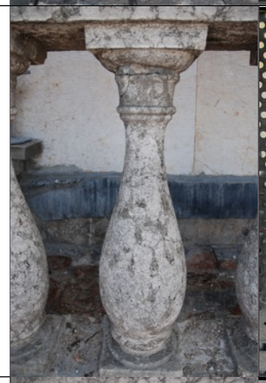
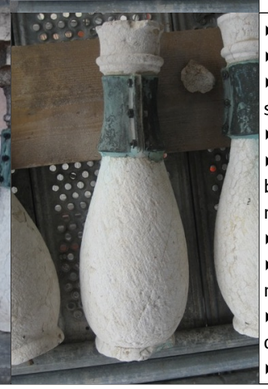
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 24 Nord-Est:	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: 5Y 7/1	11 orizzontali	buono stato di conservazione. Inizio scagliatura		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna IX o XI (vecchia numerazione)	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	8 sia anastomizzate che suturate	discreto stato di conservazione, piccoli frammenti che si distaccano ma che non causano problemi strutturali		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base A (mancava la numarazione)	non rilevabili	non rilevabili	alterazione: 5YR 8/2 noduli: non visibile matrice: non visibile	4	buono stato di conservazione. Spigolo fratturato		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣pulitura dei fori di imperniatura a piombo e dei perni in rame esistenti ‣stuccature con malta di calce ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Rilevamento dello stato di degrado di elementi della balconata inferiore (quota 60 m) della torre campanaria Ghirlandina di Modena

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 1 Nord:	26 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 7/3 matrice: 2.5YR 8/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 2 Nord:	26 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: non visibile	4 (aspetto nodulare)	stato di degrado rilevante, collare metallico Elemento da monitorare periodicamente			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 3 Nord:	26 cm	62 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 10YR 7/6	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, presenta una frattura naturale rinsaldata			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 4 Nord:	26 cm	64,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: non visibile	aspetto nodulare	elevato stato di degrado. Si nota una frattura orizzontale a metà del corpo			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

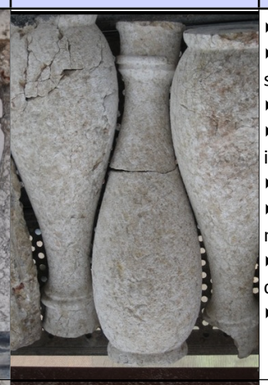
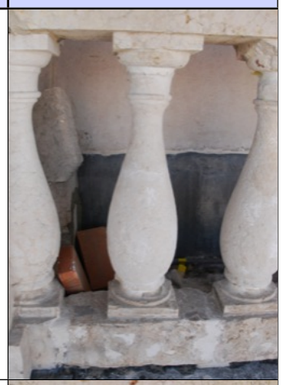
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 5 Nord:	26 cm	63,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5YR 6/8 e 5Y 7/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, presenta mancanze da valutare con le prove soniche			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione del perno sup. in rame e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti in fase di distacco mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 6 Nord:	26 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/4	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 7 Nord:	collare	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6	4 verticali	elevato stato di degrado, il collo è tenuto da un collare metallico Elemento da monitorare periodicamente			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 8 Nord:	collare	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5Y 7/2	6 verticali	elevato stato di degrado, presenza di collare metallico. Da notare una frattura aperta Elemento da monitorare periodicamente			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti in fase di distacco mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

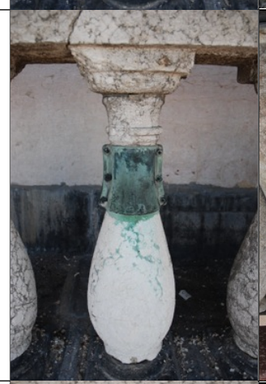
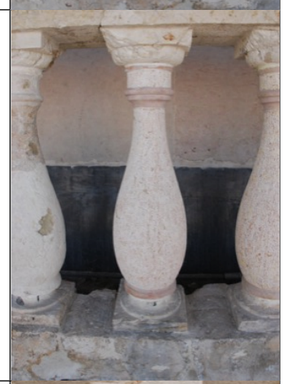
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Basi colonne 1-6 Nord	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/4	unico blocco scolpito per 6 basi (basamento diviso in due segmenti: 1-6 e 7-8), buono stato di conservazione. Sono presenti lacune sulle basi di supporto delle colonne		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 7-8 Nord	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/6 matrice: 5YR 7/3	unico blocco scolpito per 2 basi (basamento diviso in due segmenti: 1-6 e 7-8), in buono stato di conservazione. Sono presenti lacune sulle basi di supporto delle colonne		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 9 Nord-Ovest:	22,5 cm	60,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/4 e 7.5YR 7/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 10 Nord-Ovest:	24,5 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2	aspetto nodulare	rilevante stato di degrado, è fratturata e la sommità compromessa Elemento da monitorare periodicamente			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione del perno inferiore in rame e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 11 Nord-Ovest:	25 cm	63,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5 YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 12 Nord-Ovest:	collare	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	7 verticali	rilevante stato di degrado, il collo è tenuto da un collare metallico Elemento da monitorare periodicamente			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente, intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 13 Nord-Ovest:	collare	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6	3 verticali	rilevante stato di degrado, il collo è tenuto da un collare metallico Elemento da monitorare periodicamente			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente, intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 14 Nord-Ovest:	26 cm	63 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6 e 5Y 8/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, stuccata con resina, da verificare se è attaccata. Il basamento è fratturato.			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione del perno inferiore in rame e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 15 Nord-Ovest:	25 cm	64 cm	alterazione: 7. 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6 e 5Y 8/2	6 verticali	discreto stato di conservazione, con una frattura sulla sommità, stuccata a piombo.			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 16 Nord-Ovest:	24 cm	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5YR 7/4	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, con una parte distaccata sulla sommità da riposizionare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

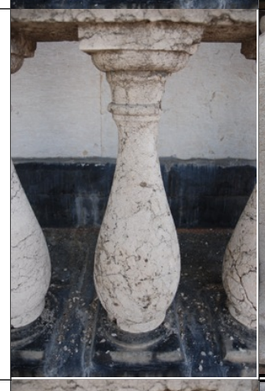
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Basi colonne 9-10-11 Nord-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2 e 7.5YR 7/4	unico blocco scolpito per 3 basi (basamento diviso in 5 segmenti: 9-11, 12, 13-14, 15,16), pessimo stato di conservazione. Manca la base di supporto della colonna nº9		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 12 Nord-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2 e 7.5YR 7/4	unico blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 9-11, 12, 13-14, 15,16), pessimo stato di conservazione. Presenta frattura nello spigolo inferiore		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 13-14 Nord-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2 e 7.5YR 7/4	unico blocco scolpito per 2 basi (basamento diviso in 5 segmenti: 9-11, 12, 13-14, 15,16), pessimo stato di conservazione. Sono presenti lacune sulle basi di supporto delle colonne. Spigoli fratturati		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 15-16 Nord-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2 e 7.5YR 7/4	blocco fratturato in due parti (basamento diviso in 5 segmenti: 9-11, 12, 13-14, 15,16), pessimo stato di conservazione con spigoli fratturati		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

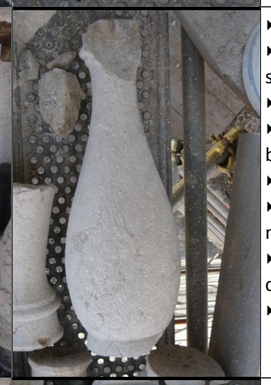
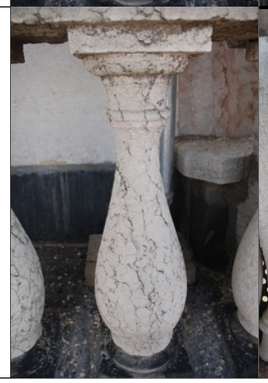
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 17 Ovest:	24 cm	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: non visibile	aspetto nodulare	elevato stato di degrado, è spezzata in due parti. La frattura è aperta e le parti sono mobili. Verificare se può essere stabilizzata con un perno. Elemento da monitorare periodicamente			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti in fase di distacco mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 18 Ovest:	24 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 7.5YR 8/4 e 2.5Y 8/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione con collare compromesso			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 19 Ovest:	collare	68 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 7.5YR 6/6 e 5Y 7/2	3 verticali	elevato stato di degrado con fratture sotto il collare, il collo è tenuto da un collare metallico			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente, intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 20 Ovest:	24,5 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/1 matrice: 5YR 8/4 e 5Y 8/2	aspetto nodulare	elevato stato di degrado con una grossa mancanza laterale			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 21 Ovest:	25 cm	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 5YR 8/1 matrice: 5YR 8/4 e 5Y 8/2	5 verticali	elevato stato di degrado, spaccata in tre parti			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 22 Ovest:	27 cm	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/2 matrice: 5YR 7/4 e 5Y 7/3	aspetto nodulare	elevato stato di degrado, in procinto di frammentarsi in più parti. Da verificare con le prove soniche Elemento da monitorare periodicamente			‣**colonna sostituita** con la nº24 (lato nord-est) della balconata a 78 metri ‣trattamento con biocida Keocid, pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti in fase di distacco con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti in fase di distacco mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 23 Ovest:	collare	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5YR 7/4 e 5Y 7/2	6 verticali	elevato stato di degrado. Si nota scagliatura in distacco e tre fratture nel collare			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 24 Ovest:	26 cm	65,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli:2.5YR 8/2 matrice: 5YR 8/2	aspetto nodulare	elevato stato di degrado con il lato interno fratturato			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 17 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5YR 7/4 e 5Y 8/3	blocco scolpito, pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 18 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 2.5YR 6/6 e 5Y 7/2	blocco scolpito, pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 19 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 2.5YR 6/6 e 5Y 7/2	blocco scolpito, pessimo stato di conservazione. Fratture multiple		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 20 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 2.5YR 6/6 e 5Y 7/2	blocco scolpito, pessimo stato di conservazione. Fratture multiple		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 21-22 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5Y 7/2	unico blocco scolpito per 2 basi, pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

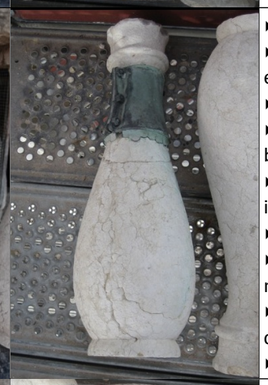
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 23 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/4 e 5Y 8/2	blocco scolpito, pessimo stato di conservazione. Manca completamente la base di innesto della colonna		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 24 Ovest	alterazione: 8YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5Y 7/2	blocco scolpito, pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 25 Sud-Ovest:	24,5 cm	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli:non visibile matrice: non visibile	5	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 26 Sud-Ovest:	27 cm	66,5 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/4	5 orizzontali	discreto stato di conservazione. Sono presenti distacchi sulla base e sulla sommità			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 27 Sud-Ovest:	26 cm	66,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6	3	elevato stato di degrado, fratturata dalla base fino a metà corpo e anche nella sommità			**‣colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 28 Sud-Ovest:	25 cm	65,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/6	4	elevato stato di degrado, è fortemente danneggiata da una frattura che parte dal basamento ed arriva fino a metà corpo			**‣colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

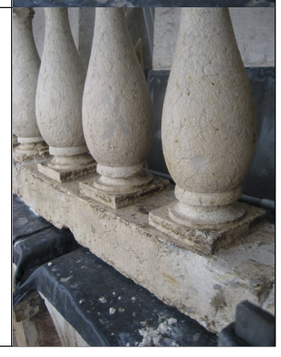
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 29 Sud-Ovest:	25 cm	fratturata	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/2 matrice: non visibile	3 verticali	elevato stato di degrado a causa delle mancanze sul retro. La colonna e' fratturata in due parti Elemento da monitorare periodicamente			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 30 Sud-Ovest:	collare	fratturata	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5Y 7/2	3 verticali	elevato stato di degrado a causa delle fratture e mancanze nella zona del collarino e sul retro.			**‣colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 31 Sud-Ovest:	25,5 cm	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 7.5YR 7/4 e 5Y 8/2	5 verticali	elevato stato di degrado, sommità fratturata in più parti. Verificare possibilità di fissaggio			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 32 Sud-Ovest:	25,5 cm	65,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	5 verticali	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

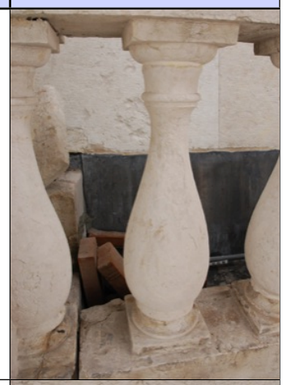
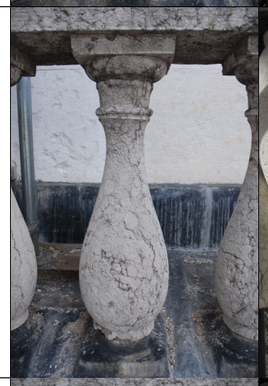
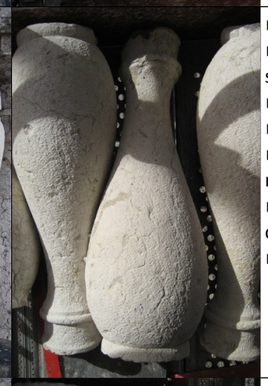
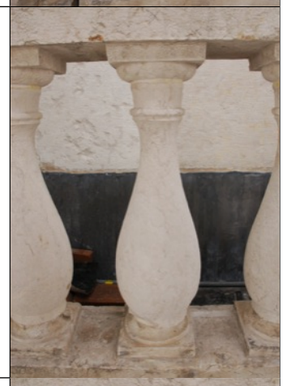
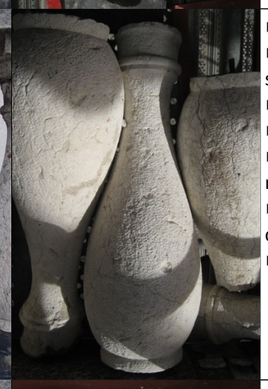
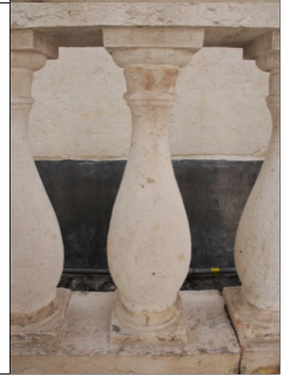
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 25 Sud-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 7.5YR 7/4 e 5Y 7/2	blocco scolpito (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), discreto stato di conservazione. Spigolo fratturato		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 26-27 Sud-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/3	unico blocco scolpito per 2 basi (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), pessimo stato di conservazione. La base 26 e' spezzata a meta'		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 28 Sud-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), pessimo stato di conservazione. Parte della base e' mancante		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 29-30 Sud-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 5Y 8/2 e 5YR 7/4	unico blocco scolpito per 2 basi (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 31 Sud-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 2.5YR 5/8 e 5Y 7/2	blocco scolpito (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), pessimo stato di conservazione. Fratture sugli spigoli		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

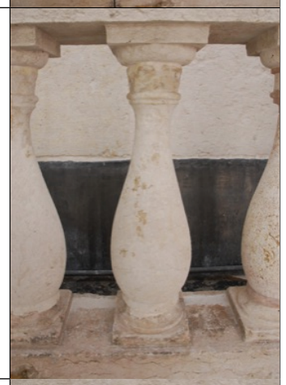
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Base colonna 32 Sud-Ovest	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 2.5YR 5/8 e 5Y 7/2	blocco scolpito (basamento diviso in 6 segmenti: 25, 26-27, 28, 29-30, 31, 32), pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 33 Sud:	26,5 cm	65 cm	alterazione: 10YR 8/3 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/6	3	discreto stato di conservazione con stuccature			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 34 Sud:	collare	63 cm	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 10YR 7/6	4	elevato stato di degrado, sommità frammentata e fratture sul corpo Elemento da monitorare periodicamente			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid, pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti in fase di distacco con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti in fase di distacco mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 35 Sud:	23,5 cm	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: non visibile	4	discreto stato di conservazione. Da verificare con le prove soniche			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 36 Sud:	collare	65 cm	alterazione: 7.5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/1	3	elevato stato di degrado a causa dei numerosi frammenti che si distaccano			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

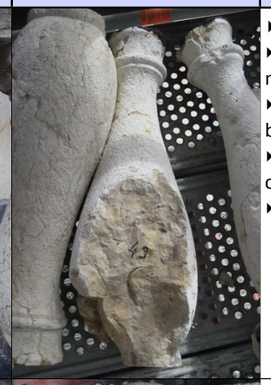
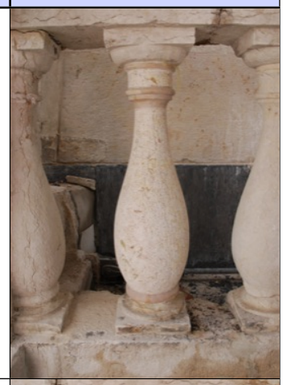
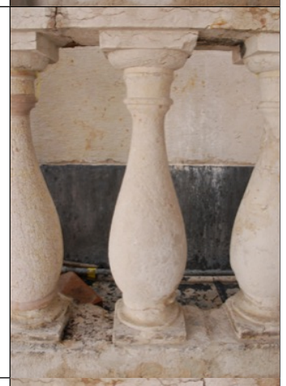
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 37 Sud:	27,5 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	4	discreto stato di conservazione con frammento distaccato sulla sommità			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 38 Sud:	24,5 cm	67,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	4	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 39 Sud:	24 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	5	discreto stato di conservazione, fratturata alla sommità			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 40 Sud:	24,5 cm	63,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	4 verticali	discreto stato di conservazione, presenta un distacco nella parte di aggancio alla mantavola			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

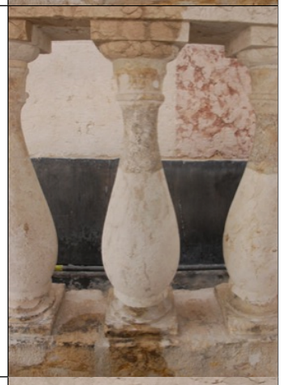
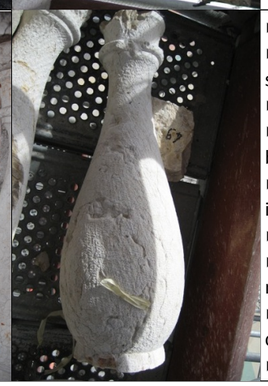
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini elementi restaurati
Basi colonne 33-34-35-36 Sud	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 7/3 matrice: 7.5YR 7/6	unico blocco scolpito per 4 basi (basamento diviso in 3 segmenti: 33-36, 37, 38-40), discreto stato di conservazione. Presenta fratture sugli spigoli		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 37 Sud	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5Y 8/1	blocco scolpito (basamento diviso in 3 segmenti: 33-36, 37, 38-40), discreto stato di conservazione. Presenta fratture sugli spigoli		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 38-39-40 Sud	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5Y 8/1	unico blocco scolpito per 3 basi (basamento diviso in 3 segmenti: 33-36, 37, 38-40), discreto stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

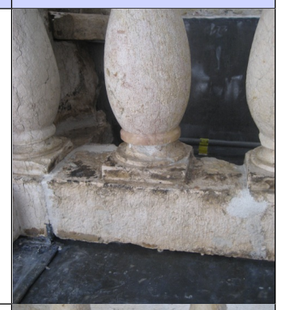
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 41 Sud-Est:	26 cm	67 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: non visibile	2 verticali	discreto stato di conservazione, da verificare con prove soniche			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 42 Sud-Est:	26,5 cm	68 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/4	6 oblique	discreto stato di conservazione, piccolo frammento distaccato alla base			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 43 Sud-Est:	27 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/4 e 5Y 8/2	6	discreto stato di conservazione, da verificare con prove soniche			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 44 Sud-Est:	25,5 cm	67 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 8/6	4	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

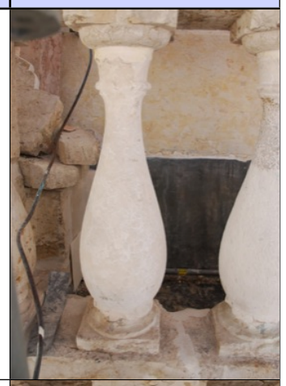
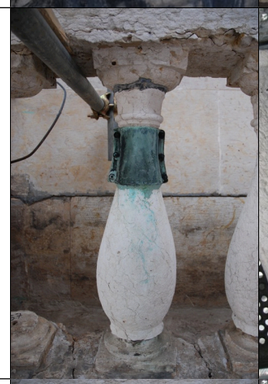
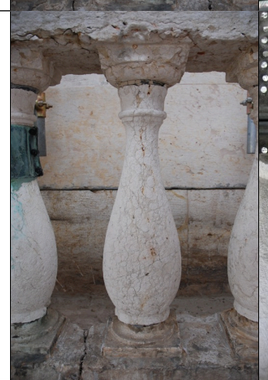
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 45 Sud-Est:	25 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/6	7	rilevante stato di degrado, due fratture sulla sommità e una verticale alla base			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio del frammento distaccato con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 46 Sud-Est:	25 cm	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5YR 7/4	7 oblique	discreto stato di conservazione, sommità fratturata			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 47 Sud-Est:	25 cm	66,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 10YR 8/3 matrice: 10YR 7/6 e 5Y 8/3	6	elevato stato di degrado, sommità gravemente fratturata, verificare come stabilizzare			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 48 Sud-Est:	26,5 cm	65,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/1	4	elevato stato di degrado, fratturata in due parti Elemento da monitorare periodicamente			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

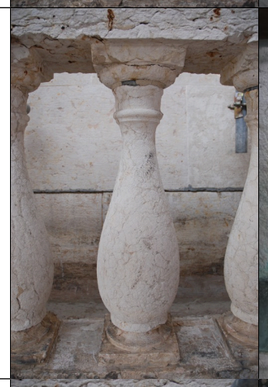
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini elementi restaurati
Basi colonne 41-42-43-44 Sud-Est	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 7.5YR 8/4 matrice: 5Y 8/2	unico blocco scolpito per 4 basi (basamento diviso in 2 segmenti: 41-44, 45-48), buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 45-46-47-48 Sud-Est	alterazione: 7.5YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2 e 7.5YR 7/6	unico blocco scolpito per 4 basi (basamento diviso in 2 segmenti: 41-44, 45-48), buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 49 Est:	24 cm	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 7.5YR 8/2 matrice: 5Y 8/1 e 7.5YR 7/6	aspetto nodulare	elevato stato di degrado, lacuna alla base			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 50 Est:	24 cm	64,5 cm	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6 e 5Y 8/2	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti in fase di distacco con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 51 Est:	23,5 cm	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6	5	discreto stato di conservazione, stuccatura sulla sommità e una mancanza alla base. Da valutare con prove soniche Elemento da monitorare periodicamente			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 52 Est:	collare	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6 E 5Y 8/4	6	elevato stato di degrado, presenza di collare metallico, da notare frammenti che tendono a distaccarsi.			‣**colonna sostituita** ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con stucco di vetroresina bicomponente ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 53 Est:	23 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 10YR 7/6	7	discreto stato di conservazione, frammenti distaccati da riposizionare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 54 Est:	collare	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5Y 8/2	4	discreto stato di conservazione, presenza di collare metallico			‣rimozione del collare metallico ‣trattamento con biocida Keocid, pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 55 Est:	collare	65 cm	alterazione: 10YR 8/2 noduli: 5YR 8/3 matrice: 10YR 6/8	4	elevato stato di degrado, presenza di collare metallico. La sommità è fratturata e ormai compromessa Elemento da monitorare periodicamente			‣**colonna sostituita** con la nº17 (lato sud-est) della balconata a 78 metri ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 56 Est:	24 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5YR 7/6 e 5Y 8/2	9	discreto stato di conservazione, frammenti distaccati da riposizionare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣intervento di rinforzo strutturale delle parti distaccate mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini elementi restaurati
Base colonna 49 Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 49, 50-51, 52, 53, 54-56) pessimo stato di conservazione. Manca completamente la base di innesto della colonna		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 50-51 Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	unico blocco scolpito per 2 basi (basamento diviso in 5 segmenti: 49, 50-51, 52, 53, 54-56), pessimo stato di conservazione. Manca parte della base di innesto della colonna		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 52 Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 49, 50-51, 52, 53, 54-56), discreto stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 53 Est	alterazione: 10YR 7/1 noduli: 5YR 7/3 matrice: 10YR 7/4	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 49, 50-51, 52, 53, 54-56), pessimo stato di conservazione. Manca completamente la base di innesto della colonna		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 54-55-56 Est	alterazione: 10YR 7/1 noduli: 10YR 7/3 matrice: 10YR 8/2	unico blocco scolpito per 3 basi (basamento diviso in 5 segmenti: 49, 50-51, 52, 53, 54-56), discreto stato di conservazione. Manca parte della base		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente, ricostruzione con resina liquida ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

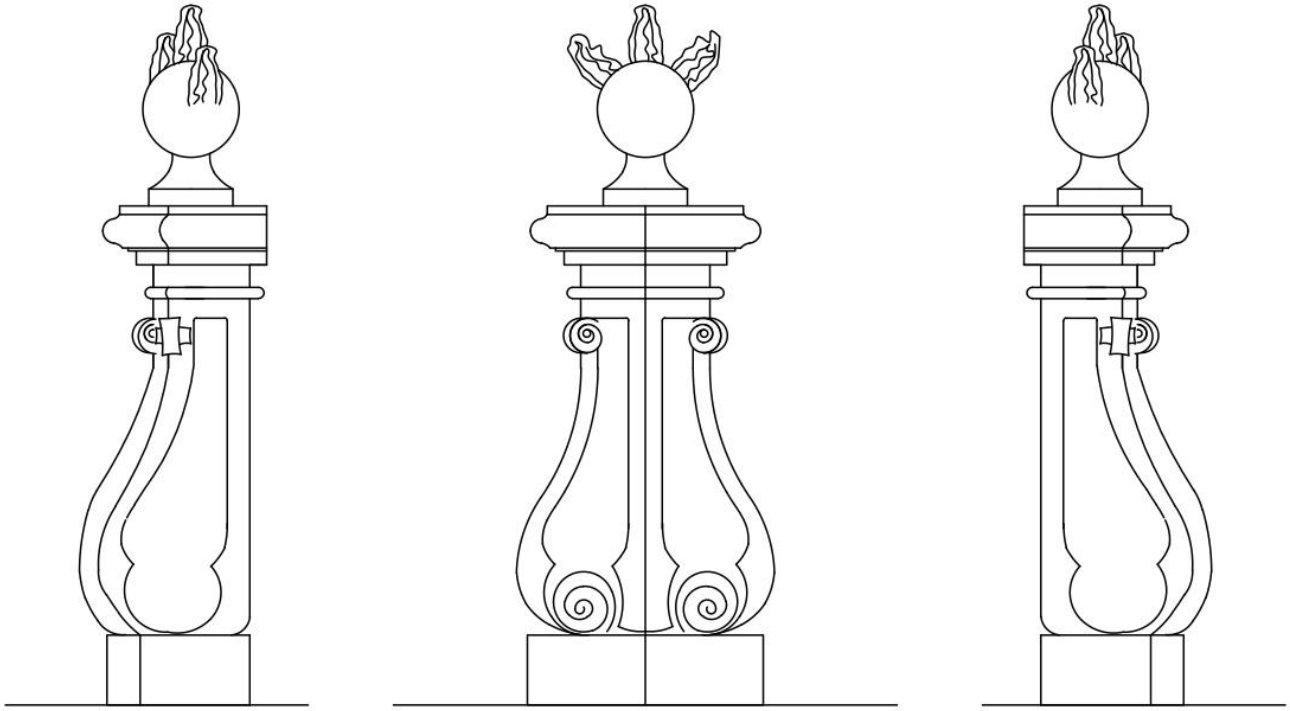
Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 57 Nord-Est:	23,5 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: non visibile	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, zone da stuccare, sommità fratturata			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti in fase di distacco con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 58 Nord-Est:	collare	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2 e 5YR 7/6	4	discreto stato di conservazione, presenza di collare metallico			‣rimozione collare ‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 59 Nord-Est:	25 cm	64,5 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: non visibile matrice: non visibile	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, frattura a metà del corpo da stuccare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti in fase di distacco con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 60 Nord-Est:	25 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/2 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 7/2	6 (aspetto nodulare)	discreto stato di conservazione con zone da stuccare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣incollaggio dei frammenti in fase di distacco con stucco di vetroresina bicomponente ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Elemento	Circonferenza collo	Circonferenza bombatura	Colore (Munsell Color Charts)	Nº stiloliti in 10 cm²	Descrizione	Immagini pre-restauro (a pulitura effettuata)	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini post-restauro
Colonna 61 Nord-Est:	27 cm	65 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	5 (aspetto nodulare)	discreto stato di conservazione, zone da stuccare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 62 Nord-Est:	25,5 cm	66 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 10YR 7/6	6 (aspetto nodulare)	discreto stato di conservazione, zone da stuccare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 63 Nord-Est:	26 cm	64 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 7.5YR 7/6	aspetto nodulare	discreto stato di conservazione, zone da stuccare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Colonna 64 Nord-Est:	26 cm	63 cm	alterazione: 5YR 8/1 noduli: 5YR 8/3 matrice: 5Y 8/2	7 (aspetto nodulare)	discreto stato di conservazione, zone da stuccare			‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣stuccature con malta di calce ‣inserimento di perno a molla bloccato con resina, di aggancio alla mantavola ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

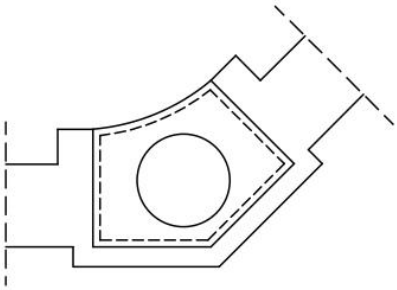
Elemento	Colore (Munsell Color Charts)	Descrizione	Immagini elementi smontati	Intervento di restauro	Immagini elementi restaurati
Base colonna 57 Nord-Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6 e 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 57, 58, 59, 60, 61-64), pessimo stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 58 Nord-Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6 e 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 57, 58, 59, 60, 61-64), pessimo stato di conservazione. Frattura trasversale sul lato lungo		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 59 Nord-Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6 e 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 57, 58, 59, 60, 61-64), pessimo stato di conservazione. Fratture sugli spigoli		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣incollaggio frammenti distaccati con stucco di vetroresina bicomponente ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Base colonna 60 Nord-Est	alterazione: 5YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 7.5YR 7/6 e 5Y 8/2	blocco scolpito (basamento diviso in 5 segmenti: 57, 58, 59, 60, 61-64), discreto stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione patina rilasciata dalla copertura in piombo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	
Basi colonne 61-62-63-64 Nord-Est	alterazione: 10YR 7/1 noduli: 5YR 8/2 matrice: 5Y 8/2	unico blocco scolpito per 4 basi (basamento diviso in 5 segmenti: 57, 58, 59, 60, 61-64), buono stato di conservazione		‣trattamento con biocida Keocid ‣pulitura preliminare con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida ‣rimozione dei perni in rame esistenti e pulitura dei fori di imperniatura ‣impacchi con soluzione di carbonato d'ammonio per rimozione della patina rilasciata dalla copertura in piombo che chiudeva completamente lo zoccolo ‣inserimento di barre in vetroresina e resina epossidica in pasta per congiungere il tratto contiguo ‣stuccature con malta idraulica fibrata ricoperta con malta di calce ‣inserimento di perni a molla per aggancio delle colonne ‣sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata nei punti di contatto e finiture con malta di calce ‣consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10	

Fiamme - Prospetto generale

Vista in Prospetto

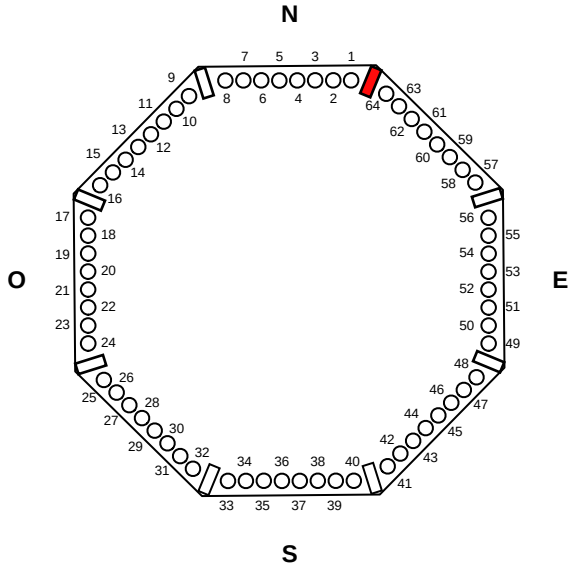


Vista in Pianta



Vista in prospetto e in pianta di una delle sculture angolari poste sulla balconata a 60 m.

Fiamma 1



DESCRIZIONE:

- ossidi di ferro e stuccature di resina epossidica sulla tutta la superficie del corpo ma non sulla fiamma
- presenza di scagliature con distacchi di materiale
- nella metà inferiore, degrado differenziale accentuato e stiloliti profonde aperte
- fessurazione sulla fiamma

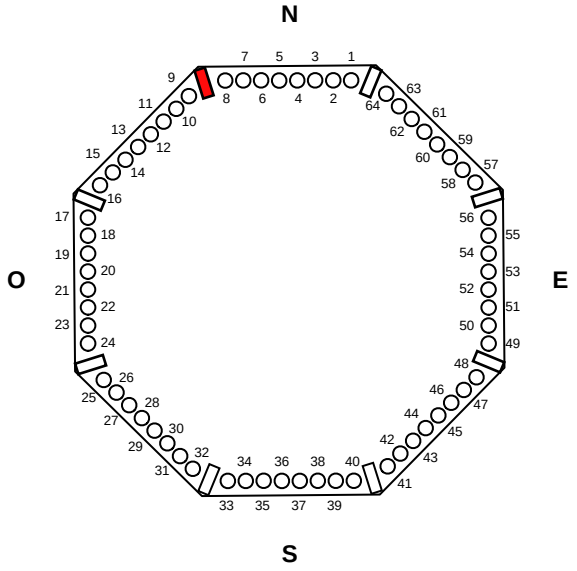
INTERVENTO DI RESTAURO:

- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di 2 barre in vetroresina e resina epossidica in pasta nella base della fiamma per il consolidamento della fessurazione
- realizzazione di 2 cerchiature sulla fiamma con rete di fibra di vetro, isolata dalla pietra con pellicola in PVC, e ricoperta in successione con pasta di vetroresina, vernice all'acqua e boiacca per fornire protezione dai raggi UV e la corretta cromia
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10



Fiamma 1: a sinistra: dettaglio di macchie di ossidi di ferro e distacco di materiale; al centro: fessurazione sul basamento della fiamma; a destra: scagliature sul corpo (foto: novembre 2009).

Fiamma 2



DESCRIZIONE:

- base del corpo degradata e con stuccature di resina epossidica
- scagliature profonde negli spigoli
- presenza di fratture e di lievi macchie di ossido di ferro nella parte centrale del corpo (superficie ingiallita)
- fessurazioni ampie e stuccature di resina epossidica
- parte alta fortemente degradata con stiloliti profonde aperte e scagliature
- base della fiamma fratturata

INTERVENTO DI RESTAURO:

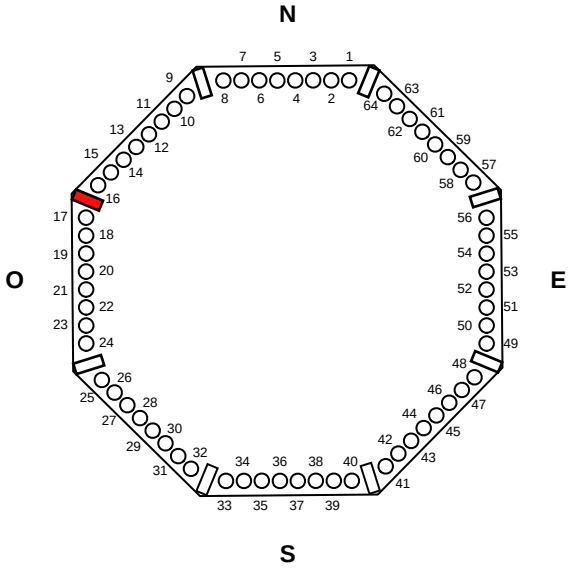
- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- intervento di rinforzo strutturale del pezzo distaccato mediante inserimento di 3 barre in vetroresina e resina epossidica in pasta nella base della fiamma
- realizzazione di 2 cerchiature sulla fiamma con rete di fibra di vetro, isolata dalla pietra con pellicola in PVC, e ricoperta in successione con pasta di vetroresina, vernice all'acqua e boiacca per fornire protezione dai raggi UV e la giusta cromia
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10





Fiamma 2: a sinistra: base della fiamma fratturata; al centro: degrado differenziale che porta a distacchi; a destra: variazione cromatica della pietra (foto: novembre 2009).

Fiamma 3



DESCRIZIONE:

- presenza di ossidi di ferro (aree estese) e scagliature verticali, ampia stuccatura dell'angolo alla base con resina epossidica
- degrado differenziale alla base del corpo
- stiloliti verticali
- base della fiamma fortemente degradata, con fratture e stuccature
- collare metallico in ferro sulla fiamma e presenza di ampie stuccature in resina epossidica

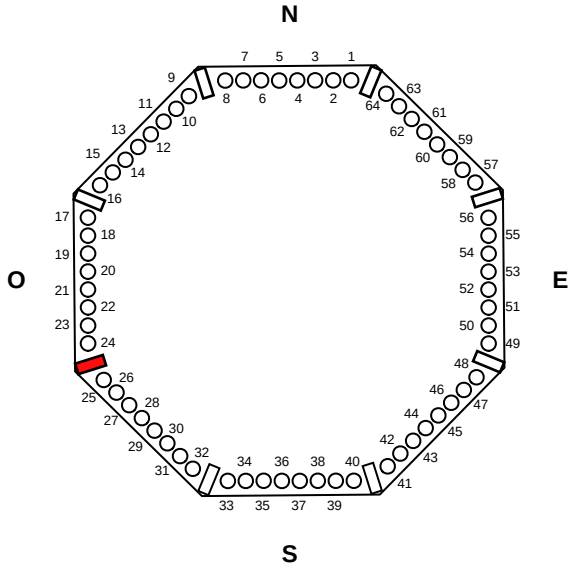
INTERVENTO DI RESTAURO:

- rimozione del collare metallico
- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di 2 barre in vetroresina e resina epossidica in pasta nel corpo dell'elemento
- realizzazione di 2 cerchiature sulla fiamma con rete di fibra di vetro, isolata dalla pietra con pellicola in PVC, e ricoperta in successione con pasta di vetroresina, vernice all'acqua e boiacca per fornire protezione dai raggi UV e la giusta cromia
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10



Fiamma 4: a sinistra: base della fiamma tenuta da un collare in ferro e stuccature ; al centro: integrazione della parte mancante con resina epossidica; a destra: macchie di ossidi di ferro (foto: novembre 2009).

Fiamma 4

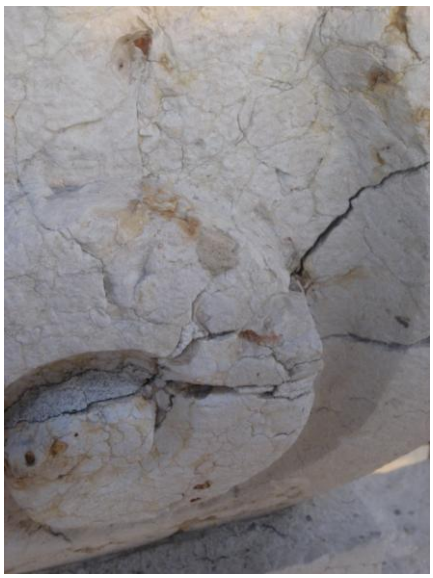


DESCRIZIONE:

- base del corpo fortemente danneggiata da stiloliti profonde orizzontali
- presenza di ossidi di ferro su tutto il corpo
- degrado differenziale nella parte inferiore con fratture orizzontali
- lacuna della modanatura
- parti in fase di distacco alla base della fiamma
- presenza ossidi di ferro sulla fiamma

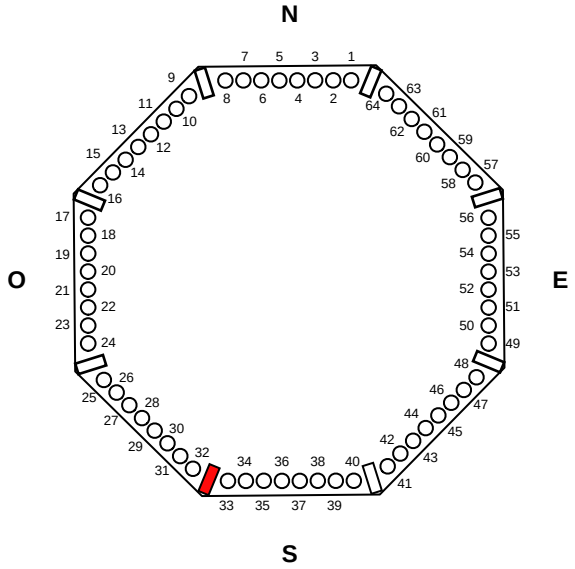
INTERVENTO DI RESTAURO:

- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di 4 barre in vetroresina e resina epossidica in pasta nel corpo dell'elemento
- realizzazione di 2 cerchiature sulla fiamma con rete di fibra di vetro, isolata dalla pietra con pellicola in PVC, e ricoperta in successione con pasta di vetroresina, vernice all'acqua e boiacca per fornire protezione dai raggi UV e la giusta cromia
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10


Fiamma 4: a sinistra: lacuna della modanatura; al centro: frattura del corpo; a destra: basamento fortemente degradato con presenza di stuccature in resina epossidica (foto: novembre 2009).

Fiamma 5



DESCRIZIONE:

- presenza di fratture profonde alla base del corpo
- mancanza nella bombatura alla base
- presenza di stuccature e stiloliti verticali abbastanza profonde
- degrado differenziale non eccessivo nella parte bassa con qualche traccia di ossidi di ferro
- mancanza nella modanatura superiore
- presenza di ossidi di ferro sulla base della fiamma
- stiloliti sulla fiamma

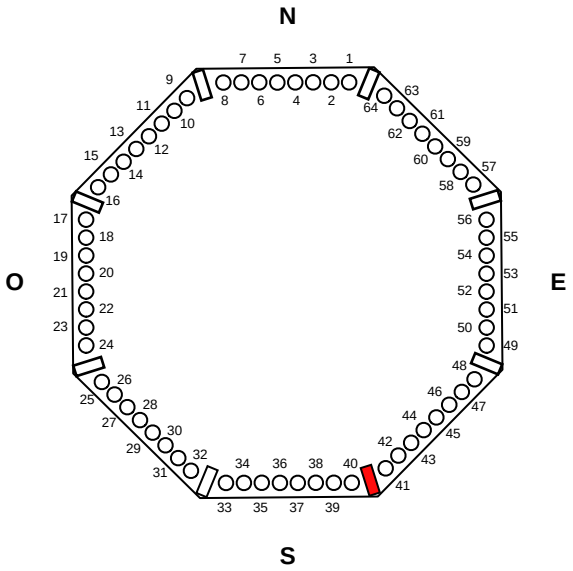
INTERVENTO DI RESTAURO:

- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di una barra in vetroresina e resina epossidica in pasta nel corpo dell'elemento; è stata mantenuta una barra in piombo inserita durante i precedenti restauri
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10



Fiamma 5 : a sinistra: lacuna della modanatura; al centro: frattura del corpo con presenza di stuccature in resina epossidica; a destra: distacchi di materiale dalle modanature (foto: novembre 2009).

Fiamma 6



DESCRIZIONE:

- alla base del corpo degrado differenziale accentuato e spigolo fratturato e mancante
- scarsa presenza di ossidi di ferro
- stiloliti verticali
- degrado differenziale sulla parte alta del corpo
- scagliature molto profonde nella parte sottostante la base della fiamma
- fiamma distaccata dalla base

INTERVENTO DI RESTAURO:

- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- applicazione di resina bicomponente in pasta nella fessura tra la fiamma e il suo basamento
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10

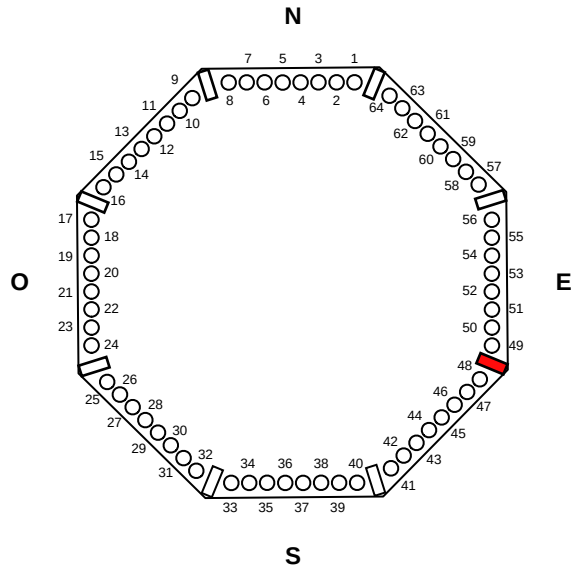






Fiamma 6: a sinistra: fiamma distaccata dalla sua base; al centro: degrado differenziale; a destra: distacchi di materiale dal corpo (foto: novembre 2009).

Fiamma 7



DESCRIZIONE:

- stiloliti verticali profonde
- degrado differenziale accentuato su tutto il corpo
- presenza di ossidi di ferro
- frattura e mancanza alla base del corpo
- graffa di ferro sulla bombatura a sostegno del corpo
- porzione della bombatura ripristinata
- collare metallico in ferro sulla fiamma
- porzione della fiamma mancante

INTERVENTO DI RESTAURO:

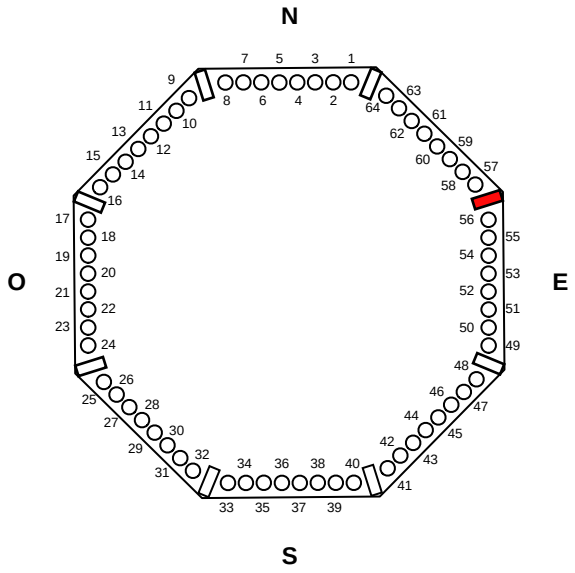
- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- intervento di rinforzo strutturale mediante inserimento di 7 barre in vetroresina e resina epossidica in pasta nel corpo dell'elemento
- realizzazione di una cerchiatura sulla fiamma e di una sul corpo con rete di fibra di vetro, isolate dalla pietra con pellicola in PVC, e ricoperte in successione con pasta di vetroresina, vernice all'acqua e boiacca per fornire protezione dai raggi UV e la corretta cromia
- mantenuto il collare metallico, ripristino della catena metallica posizionata a metà del corpo, con la sostituzione di una delle parti spezzate, con microperni (no piombo fuso)
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10





Fiamma 7: a sinistra: porzione della bombatura ripristinata (si nota la graffa metallica fratturata); al centro: fiamma con collare metallico; a destra: frattura alla base del corpo (foto: novembre 2009).

Fiamma 8



DESCRIZIONE:

- alla base del corpo degrado differenziale accentuato con presenza di ossidi di ferro
- fratture profonde alla base del corpo
- stuccature con resina epossidica
- modanatura ricostruita da un lato, mentre dall'altro è ricostruita ma fratturata

INTERVENTO DI RESTAURO:

- trattamento con biocida Keocid
- pulitura con vaporjet a bassa pressione e bassa temperatura con spazzola morbida
- sigillature di rinforzo strutturale con malta fibrorinforzata e finiture con malta di calce
- consolidamento e trattamento protettivo con Nanorep 10







Fiamma 8: a sinistra: dettaglio della modanatura; al centro: fiamma in buono stato di conservazione; a destra: degrado differenziale e presenza di ossidi di ferro (foto: novembre 2009).

PIETRE CHE RACCONTANO LA STORIA
LA TORRE GHIRLANDINA: NUOVI DATI SUL PARAMENTO LAPIDEO

Corso di laurea specialistica in Scienze per il Recupero e la Conservazione del Patrimonio Archeologico Anno Accademico 2008- 2009
Tesi di laurea di: Carlotta Melloni
Relatore: Prof. Stefano Lugli
Correlatore: Arch. Rossella Cadignani e Dott. Cesare Andrea Palazzoni

La guglia prima del restauro, livello della balconata superiore



La città di Modena è famosa nel mondo per il complesso monumentale del Duomo e della Torre Ghirlandina, questi due monumenti, storicamente legati, rappresentano un patrimonio prezioso, che deve essere assolutamente preservato.
È con questo spirito che il Comune di Modena, con il contributo della Cassa di Risparmio ha iniziato un percorso di conservazione e recupero della Torre Ghirlandina, che è stato seguito da una commissione scientifica eletta dal Comune per monitorare a tutto tondo le problematiche della Ghirlandina. Lo studio dei materiali impiegati nella torre è già stato oggetto di tesi e approfondimenti, ma grazie all'imponente ponteggio presente sulla torre per eseguire il restauro, si è potuto approfondire con precisione le caratteristiche delle pietre e il loro utilizzo nella torre.

Il mio contributo ha fornito nuove informazioni riguardanti l'apparato lapideo esterno, che riveste la torre, fornendo strumenti per il restauro ma anche sviluppando riflessioni sulla storia e la vita del monumento stesso. I materiali infatti sono espressione di scelte, tecniche e commerci, in particolare per il nostro territorio che, a causa della carenza di materiale in loco, ha spesso sfruttato rocce provenienti da cave anche molto lontane. Osservando da vicino tutti i conci (circa diecimila) presenti sulla torre è stato possibile caratterizzare i litotipi presenti, accertando nuove tipologie di rocce, prendendo in esame le caratteristiche e interrogandosi sulle provenienze di quest'ultime, rivelando in modo definitivo le tante tipologie di pietre messe in opera in un solo edificio. La roccia maggiormente utilizzata, prendendo in considerazione la torre nella sua interezza, è l'Ammonitico veronese. Nel caso della sola parte quadrata, più antica, il litotipo prevalente è la pietra d'Aurisina nella sue due varietà. Anche la Trachite e la pietra di Vicenza risultano ben rappresentate nella mappatura.

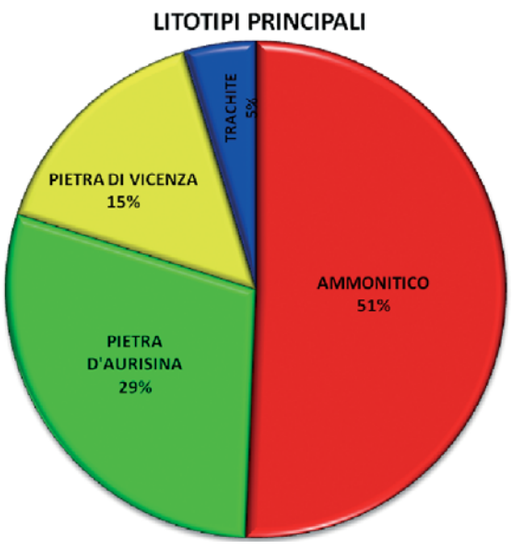


Fig. A:
Percentuale dei litotipi principali presenti nella torre Ghirlandina.

Durante il restauro è stata rimossa una parte della copertura in piombo posta sulla cuspide che ha messo in luce, dopo molti anni, il paramento lapideo sottostante permettendo la mappatura e la caratterizzazione di quest'ultimo. Durante questo studio sono state mappate in dettaglio le sei cornici marcapiano presenti nella torre operazione che non era stata possibile in precedenza a causa della mancanza del ponteggio.

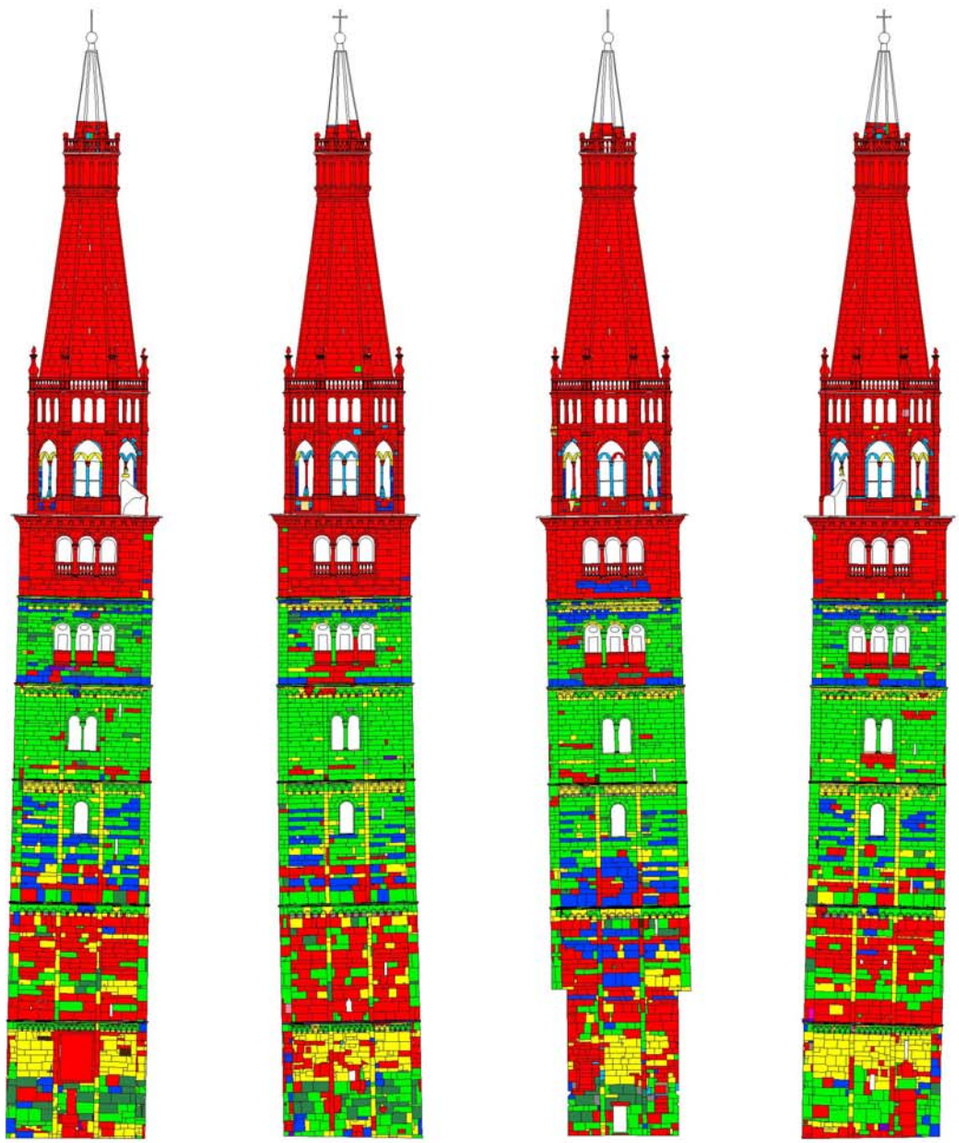
È stato accertato che la distribuzione dei litotipi, varia a seconda del piano di costruzione.
Il primo piano della torre resta quello litologicamente più vario, dove la dimensione e la disposizione dei conci è più irregolare e dove la cornice assume caratteri stilistici propri al Maestro delle Metope. Anche se molti elementi nel tempo sono stati probabilmente sostituiti durante i frequenti restauri, il primo piano ha una serie di caratteristiche che indicano un'indipendenza costruttiva databile ipoteticamente al 1106 (Salvini 1966). Per il secondo, terzo e quarto piano si può pensare a un'unica fase edificatoria, dove però entra in scena l'intervento campionese che mette in risalto l'influenza stilistica di questi maestri pur rispettando l'impostazione lanfranchiana della torre: tenendo conto dell'alternanza tra archetti ogivali e a tutto sesto, della costruzione delle lesene e dal mantenimento delle proporzioni del piano. La costruzione del quarto piano non viene cronologicamente molto dopo, lo si può intuire dall'omogeneità della dimensione dei conci passando dal terzo al quarto piano e dall'inserimento delle finestre (monofora e bifora). Nel costruire il quarto piano si mantengono le lesene, ma cessa la produzione di sculture angolari e viene persa la forma cubica della costruzione per passare a quella prismatica, questo cambiamento probabilmente è anche dovuto alla volontà di alleggerire la struttura dati i noti problemi di stabilità. Il quinto piano, di forma prettamente rettangolare, presenta una continuità rispetto ai materiali impiegati in precedenza ma la scomparsa delle lesene e la scelta di ripetere la cornice ad archetti a tutto sesto può far pensare a un innalzamento in un'unica fase di questo piano. Per quanto riguarda la parte sommitale della torre si può affermare che a livello litologico e stilistico presenta una generale omogeneità riferita ad un'ultima fase costruttiva che portò la torre ad essere conclusa nel 1319, sempre per opera dei maestri Campionesi.



Fig. B:
Esempio di grafico di distribuzione dei litotipi per piano.

Si è così delineato un panorama più chiaro dei materiali favoriti dai costruttori della *Mutina* romana e dai grandi maestri medievali, che hanno reso questo campanile uno dei più affascinanti del territorio italiano. Grazie all'insieme di studi riguardanti la Torre Ghirlandina, si è tentato chiarire il più possibile la storia e l'origine di questo pregevole monumento, che è patrimonio del Comune e dei suoi cittadini, che è il Comune e i suoi cittadini.

Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Modena e Reggio Emilia
Stefano Lugli, Cesare Andrea Papazzoni, Silvia Gavioli, Carlotta Melloni



Rosso Ammonitico
Scaglia Rossa
Granitello
Pietra di Aurisina fiorita
Pietra di Vicenza
Pietra d'Istria
Trachite

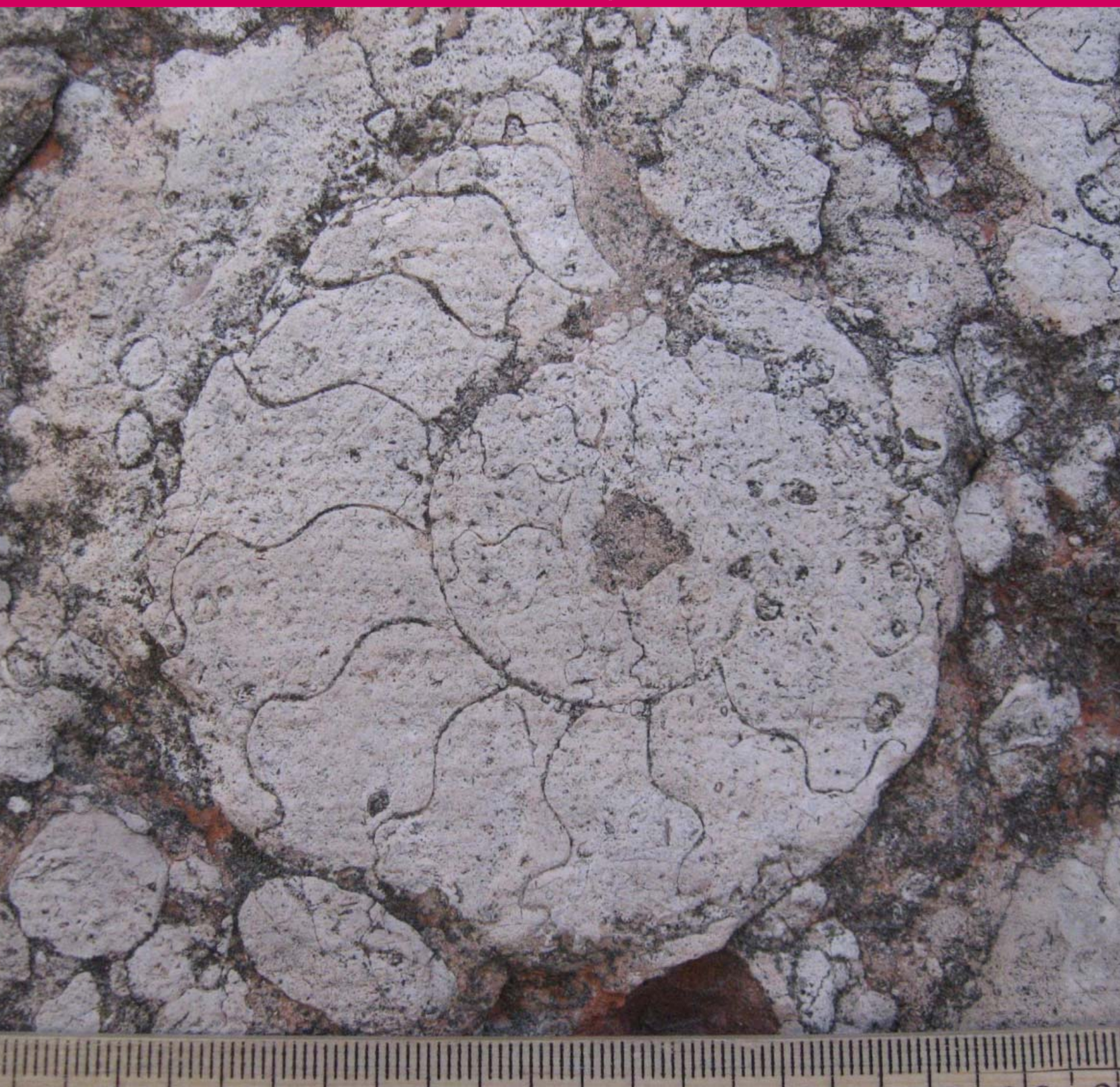
Marmo Proconnesio
Marmo di Carrara
Marmo Alpino
Arenaria di Pantano
Arenaria di Scabiazza
Arenaria di Monte Pastore

Pietra di Chiampo
Bronzetto
Travertino
Biancone
Indeterminato
Marmo Indeterminato

ANALISI MICROPALEONTOLOGICA DELLA PIETRA DI VICENZA DEL DUOMO DI MODENA E DELLA TORRE GHIRLANDINA: IMPLICAZIONI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE LOCALITÀ DI ESTRAZIONE

Corso di laurea specialistica in Scienze Geologiche
Anno Accademico 2008- 2009
Tesi di laurea di: Giorgio Pallotti
Relatore: Dott. Cesare Andrea Papazzoni Correlatore: Prof. Stefano Lugli

Belemnite lato nord sesto piano



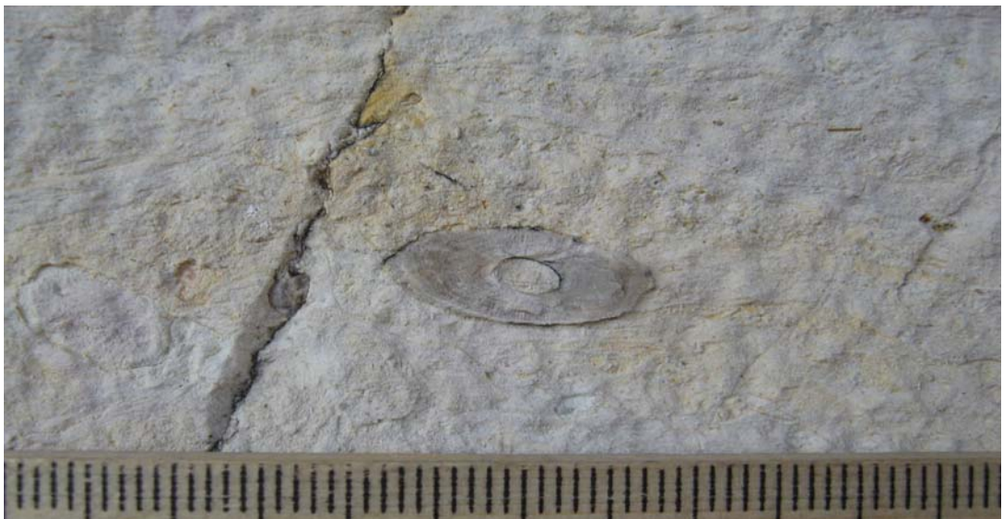
A partire dal 2005, in concomitanza con l'inizio dei lavori di restauro del Duomo di Modena e della Torre Ghirlandina resi necessari per risolvere il problema dei distacchi di materiale, del degrado e del deterioramento generalizzato delle strutture, sono incominciati anche studi scientifici del rivestimento esterno, a cura del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia.

Per consultare la le tavole dei Fossili consultare l'omonima cartella in questo cd

Grazie a tali studi, è stato possibile individuare e distinguere ben 17 tipi di rocce (litotipi) diverse usati nel tempo per il rivestimento del Duomo e della Torre. Tra queste rocce, una delle più abbondanti è la cosiddetta pietra di Vicenza, nome che comprende alcune varietà di calcari paleogenici di provenienza alpina. Questo litotipo è molto ben rappresentato soprattutto nel paramento lapideo del Duomo, mentre sulla Torre Ghirlandina l'uso di queste rocce è stato più limitato. Lo studio svolto per il presente lavoro di tesi si è concentrato sulle associazioni fossili (soprattutto a macroforaminiferi) delle diverse varietà di pietra di Vicenza, al fine di determinarne in modo preciso origine e provenienza geografica. L'osservazione di dettaglio delle superfici esposte, unita quando possibile all'analisi delle sezioni sottili, ha permesso la determinazione del contenuto micropaleontologico. Sulla base di questo, è stato possibile distinguere 4 gruppi litologici (**facies**) caratteristici, corrispondenti ad altrettanti paleoambienti deposizionali che vanno dalla parte più interna e meno profonda della piattaforma/rampa carbonatica (associazioni ricche di macroforaminiferi e altri fossili come bivalvi, echinodermi ecc.), fino al margine della stessa, dove la granulometria è più fine, sono prevalenti i macroforaminiferi orbitoidali (discociclinidi, orbitoclipeidi) e inizia a diventare rilevante la quantità di foraminiferi planctonici.

Inoltre, la presenza in alcuni campioni di fossili-guida a distribuzione stratigrafica limitata (ad es. *Nummulites cf. fabianii*, *N. cf. fichteli*, *Asterigerina rotula haeringensis* ecc.), ha permesso di individuare le età corrispondenti con un discreto grado di approssimazione. Le età così determinate sono comprese tra l'Eocene e l'Oligocene inferiore. Le rocce corrispondenti affiorano nell'area veneta, essendo costituenti importanti dei gruppi montuosi dei Lessini e dei Berici. In tali aree l'estrazione di queste rocce è attestata dall'epoca romana e in alcuni casi anche pre-romana. Diversi sopralluoghi nelle suddette aree hanno permesso di individuare le **facies** corrispondenti a quelle riscontrate nei monumenti modenesi e di localizzarle con buona precisione. L'analisi micropaleontologica è stata eseguita inoltre su materiali archeologici provenienti da antichi monumenti romani rinvenuti nell'area della città di Modena. In questi materiali sono state riconosciute soltanto 2 delle 4 **facies** suddette, pertanto, si può ragionevolmente ipotizzare che queste siano caratteristiche dell'epoca romana. Il ritrovamento di tali **facies** nelle pietre di rivestimento permetterebbe perciò di individuare le pietre romane riutilizzate in epoca medievale. La distribuzione delle diverse **facies** nei monumenti fornisce indizi utili per lo studio delle fasi costruttive di Duomo e Torre, nonché per individuare le parti soggette a restauri e rimaneggiamenti successivi.

Ammonite lato nord secondo piano.

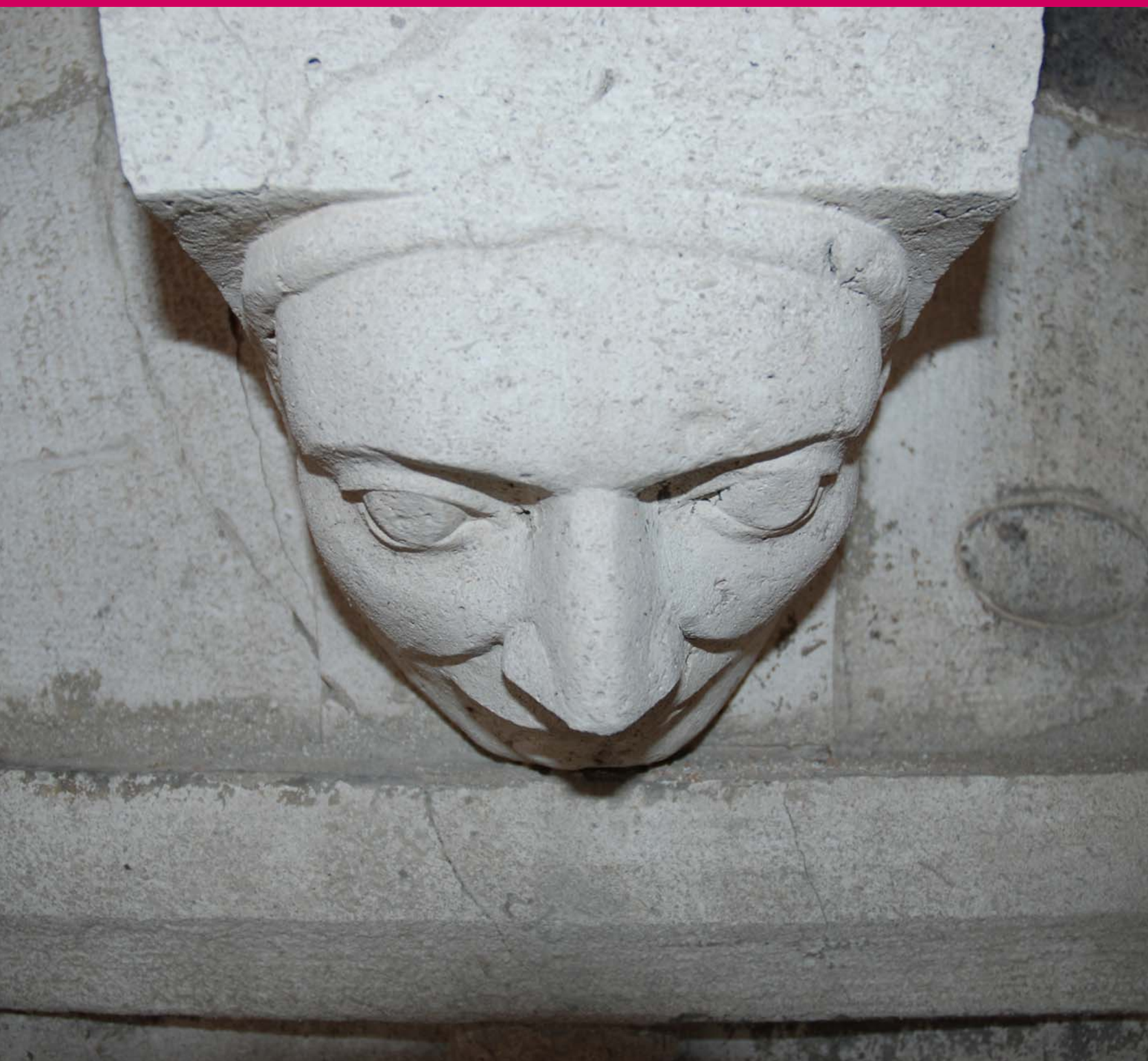


LE SCULTURE RITROVATE
ANALISI STORICO-ARTISTICA E LITOLOGICA DELL'APPARATO SCULTOREO DELLA GHIRLANDINA

Corso di Laurea Specialistica in Scienze per il Recupero e la Conservazione del Patrimonio Archeologico.

Tesi laurea di Simona Pedrazzi

Capitello lato nord quinto livello



Obiettivi e metodi

Lo scopo principale della tesi è stato eseguire per la prima volta uno studio organico dell'apparato scultoreo della Ghirlandina approfondendo aspetti inerenti a diversi settori disciplinari. Infatti, le impalcature montate nel mese di febbraio del 2008 per il restauro del paramento lapideo esterno della torre hanno offerto un'occasione unica per analizzare da vicino le oltre trecento sculture presenti, grazie alla collaborazione tra il Comune di Modena e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena.
In particolare, gli obiettivi sono stati quattro: effettuare un'analisi storico-storico artistica delle centinaia di sculture della torre e una possibile ricostruzione degli interventi di restauro che queste hanno subito nel corso dei secoli; eseguire la mappatura dei litotipi utilizzati per realizzare le decorazioni e descrivere i fenomeni di degrado che queste presentano. Inoltre, è stato fatto per la prima volta un rilievo fotografico dettagliato di ogni singola scultura della Ghirlandina.
Gli strumenti che ho utilizzato per raggiungere i primi due obiettivi sono stati una ricerca bibliografica e di archivio e l'analisi di materiale fotografico, anche se i documenti, le pubblicazioni e le fotografie della torre sono molto scarse perché è sempre stata messa in secondo piano rispetto al Duomo a fianco. La mappatura litologica e l'individuazione delle tipologie di degrado sono state fatte tramite un'analisi visiva eseguita direttamente dai ponteggi, dal momento che non è possibile stato prelevato alcun campione, vista l'importanza delle decorazioni.

L'apparato scultoreo della Ghirlandina

Le decorazioni si trovano esclusivamente nella parte a sezione quadrata della torre, su tutte e quattro le facciate, ad eccezione del lato sud del primo pseudopiano dove vi sono gli arconi che collegano Duomo e Ghirlandina. In particolare, nelle protomi delle prime cinque cornici marcapiano, nei rilievi angolari delle prime tre cornici (tavv. 38, 39, 40, 41 e 42), nei capitelli e nelle protomi figurate delle bifore e delle due serie di trifore e negli otto capitelli scolpiti conservati nella *Stanza dei Torresani* all'interno della Ghirlandina. L'analisi storico-artistica delle decorazioni è stata affrontata in maniera completa da Lomartire nel saggio pubblicato su questo volume.

Caratterizzazione geologica dell'apparato scultoreo

A differenza del rivestimento del Duomo per il quale sono stati fatti anche in passato numerosi studi scientifici sui materiali utilizzati, per la torre mancava un'analisi di questo tipo, per cui nel 2006 è stata fatta una prima mappatura tramite le fotografie ad alta risoluzione. Il prof. Stefano Lugli del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena, in collaborazione con il prof. Cesare Andrea Papazzoni ed alcuni studenti, si sta occupando da anni dello studio dei litotipi presenti sul paramento esterno della Ghirlandina.
Dei 17 litotipi presenti sulla torre, solo 6 sono stati utilizzati per eseguire le decorazioni. In particolare per gli elementi geometrici sono stati scelti l'ammonitico veronese con delle varianti che vanno dal bianco al rosa, la Pietra d'Istria (tipo Orsera), il marmo di Carrara grigio chiaro e molto chiaro e la trachite euganea. Per le sculture figurate, invece, sono stati utilizzati principalmente la pietra di Vicenza di quattro *facies* diverse e la pietra di Aurisina, nella variante del granitello sia a grana fine che a grossa, con numerosi esempi di Roman Stone. Nella prima cornice marcapiano vi è un'abbondanza di marmo di Carrara grigio molto chiaro impiegato per le mensole geometriche e di granitello e pietra di Vicenza per le protomi figurate (tav. 9).

Nella seconda cornice i conci geometrici sono prevalentemente in Ammonitico veronese, pietra d'Istria e marmo di Carrara grigio, mentre le uniche sei protomi scolpite sono in granitello e pietra di Vicenza (tav. 10). Nella terza e nella quarta cornice quasi la totalità delle mensole geometriche sono in Ammonitico, invece le sculture figurate sono tutte in pietra di Vicenza (tavv. 11 e 12). Nella quinta cornice ricompare l'abbondante utilizzo di granitello insieme alla pietra di Vicenza per le protomi scolpite, mentre per i conci geometrici sono state utilizzate la pietra d'Istria e l'Ammonitico (tav. 13). I rilievi angolari sono scolpiti su blocchi unici lavorati su due facce costituiti per la maggior parte di granitello. Le uniche due eccezioni sono il blocco nord-ovest della seconda cornice che è in pietra di Vicenza e il leone-mensola di reimpiego, nella parte destra della prima cornice sul lato settentrionale, il quale è in marmo Proconnesio (tavv. 14, 15, 16 e 17). Nelle bifore con elementi doppi in profondità, basi, colonne, capitelli e protomi sia anteriori che posteriori sono in granitello. Lo stesso litotipo è stato utilizzato anche nella prima serie di trifore, ad eccezione di alcuni pezzi di probabile restauro ovvero tre fusti di colonne in ammonitico veronese e una lastra di una base in pietra di Vicenza. Nella seconda serie di trifore, tutti gli elementi sono in Ammonitico, a eccezione di una protome in pietra di Vicenza probabilmente sostituita nell'ultima campagna di restauri degli anni '70 (tavv. 18, 19, 20 e 21).

Il problema delle mensole sostituite e la ricostruzione dei restauri

Uno degli aspetti più interessanti di questa tesi è stato lo studio degli elementi sostituiti (tavv. 27, 28, 29, 30 e 31). Infatti, durante i vari sopralluoghi fatti sulle impalcature, è stato notato che delle 254 protomi totali presenti nella cinque cornici della Ghirlandina, 130 hanno un aspetto geometrico: in particolare, sono state individuate 9 tipologie differenti di mensole geometriche. Circa il 50% delle protomi della prima, terza e quarta cornice sono geometriche, il 90% di quelle della seconda cornice e il 30% nella quinta. Di fronte a questo aspetto singolare dell'apparato scultoreo della torre, è sorto l'interrogativo circa il fatto che queste mensole fossero pezzi originali o se invece fossero state sostituite durante i vari restauri che la Ghirlandina ha subito. A causa dei numerosi incendi di l'Archivio Comunale di Modena è stato protagonista nel corso del Medioevo, le fonti scritte delle prime fasi di costruzione della torre sono andate perdute, di conseguenza i documenti più antichi che possono essere analizzati risalgono al Rinascimento. Nonostante ciò, i riferimenti alle sculture e agli interventi sulle parti decorate sono molto scarsi e iniziano a essere presenti solo nei manoscritti dell'Ottocento. In particolare, nella perizia dell'ingegnere comunale Manetti del 1813 e in una risposta del Ministero della Pubblica Istruzione a un progetto di restauro redatto dall'Ufficio Tecnico del Comune di Modena del 1892, si afferma che sono stati sostituiti numerosi *modiglioni* nelle varie cornici. Con il termine *modiglione* in architettura vengono indicati degli elementi geometrici al di sotto degli archetti che fungono da sostegno o decorazione, quindi verosimilmente si potrebbe trattare dei conci geometrici che oggi vediamo sulla Ghirlandina. Anche in alcune relazioni tecniche redatte durante i restauri fatti tra il 1972 e il 1974, conservati presso l'Archivio di Deposito del Comune di Modena, si parla spesso della sostituzione di sculture figurate originali con elementi geometrici. Ancora più interessanti sono i dati emersi dall'analisi del materiale fotografico conservato presso l'Archivio Fotografico Panini e pubblicato su diversi volumi (fig. 1). Le foto Orlandini, scattate direttamente dalle impalcature negli anni '70, dimostrano l'asportazione fisica di numerose protomi: varie erano scolpite con figure zoomorfe e antropomorfe, alcune delle quali sembravano in buono stato di conservazione; altre avevano già un aspetto geometrico ma sono state sostituite con mensole di tipo diverso; altre erano andate perdute in epoche precedenti.





Fig. 1 Modena, Archivio Fotografico Panini, Fotografie Orlandini scattate dalle impalcature durante i restauri degli anni '70. Sono evidenti le opere di sostituzione delle sculture con l'asportazione delle protomi precedenti

Infine, vi è un caso molto singolare sul lato orientale della quinta cornice marcapiano (fig. 2): nell'ottava protome vi è scolpito un fiore molto simile all'originale. Questo è l'unico caso documentato che ho reperito di questo tipo: infatti, a differenza delle mensole figurate del Duomo che sono state sostituite durante i restauri con delle copie fedeli, nella Ghirlandina si è scelto di utilizzare delle mensole geometriche al posto delle sculture originali, le quali ben si distinguono dalle protomi figurate.





Fig. 2 Protome 8, V cornice, lato est. Confronto tra una fotografia Orlandini scattata durante i restauri degli anni '70 e l'attuale scultura

In base ai confronti tra il materiale fotografico d'epoca e lo stato attuale dell'apparato scultoreo rilevato direttamente dai ponteggi, sono stata in grado di individuare nove tipologie di mensole geometriche sicuramente sostituite nella campagna di restauri del 1972 – 1974. Il primo tipo è un concio schematico convesso in marmo di Carrara grigio molto chiaro caratteristico solo della prima cornice (Fig. 3); il secondo tipo è costituito da una serie di mensole in Pietra d'Istria e ammonitico veronese divise longitudinalmente in due o tre lastre a volte di varietà o litotipi differenti (fig. 4); il terzo tipo è un concio geometrico convesso in marmo di Carrara grigio e ammonitico (fig. 5); il quarto tipo è un concio concavo in Pietra d'Istria e ammonitico, con una mensolina aggiuntiva al di sopra spesso di una litologia differente (fig. 6); il quinto tipo è una serie di mensole in ammonitico con numerosi chiodi metallici (fig. 7); il sesto e ultimo tipo è rappresentato da varie mensole con il profilo più o meno rettilineo, in pietra di Vicenza, Pietra d'Istria e ammonitico (fig. 8).

Fig. 3 Protome 1, I cornice, nord.
Fig. 4 Protome 1, II cornice, est.
Fig. 5 Protome 9, II cornice, est.
Fig. 6 Protome 6, III cornice, est.
Fig. 7 Protome 2, IV cornice, est.
Fig. 8 Protome 2, V cornice, est.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

Inoltre, in base alle caratteristiche visive e al litotipo, ho individuato altri due gruppi di mensole. La prima serie è costituita dalle mensole sostituite probabilmente in poche precedenti agli anni '70: si tratta di conci schematici concavi in granitello (figg. 9 e 10) e di mensole convesse in pietra di Vicenza e ammonitico con delle staffe metalliche al di sotto, tipiche dei restauri ottocenteschi (fig. 11). Il secondo gruppo, invece, è costituito da tre tipologie di mensole geometriche per le quali non vi sono abbastanza dati per determinare una sicura epoca di sostituzione (figg. 12, 13 e 14). In base a tutte queste considerazioni ho concluso che quasi il 50% delle mensole geometriche nelle prime quattro cornici marcapiano è stato sostituito durante la campagna di restauri degli anni '70.

Fig. 9 Protome 3, I cornice, ovest.
Fig. 10 Protome 4, IV cornice, est.
Fig. 11 Protome 12, V cornice, nord.
Fig. 12 Protome 2, I cornice, ovest.
Fig. 13 Protome 2, V cornice, ovest.
Fig. 14 Protome 14, V cornice, est.


Fig. 9


Fig. 10


Fig. 11


Fig. 12


Fig. 13


Fig. 14

I fenomeni di degrado

Successivamente alla mappatura dei litotipi, è stato effettuato il rilevamento dei fenomeni di degrado che interessano le sculture: vi sono differenti tipologie e gradi di intensità a causa dei numerosi litotipi che sono stati utilizzati per eseguire queste decorazioni.

Le tipologie dei fenomeni di degrado sono state individuate seguendo le raccomandazioni UNI11182:2006 13/04/06 Beni culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali - Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni, che in alcuni casi sono state adattate alla situazione particolare della torre.

I fenomeni di degrado sono stati mappati utilizzando una scala di intensità che prevede tre gradi relativi: il grado 3 rappresenta la massima intensità di degrado rilevata sulla torre. Una prima classe di degrado è legata alla natura della roccia. Numerose sculture presentano una disgregazione granulare legata alla dissoluzione del cemento carbonatico dei granuli con conseguente disgregazione alla scala dei singoli componenti di rocce granulari come la pietra di Vicenza. I conci geometrici in ammonitico veronese sono interessanti, invece, dalla disgregazioni nodulare e dalle fratture: infatti, la presenza di stiloliti e di noduli micritici compatti immersi in una matrice di ossidi e/o idrossidi di ferro e minerali argillosi che assumono una consistenza terrosa, provoca il distacco dei noduli per il dilavamento della matrice.

Vi è poi un tipo di degrado legato alla colonizzazione biologica: erbe, muschi, licheni e alghe sono presenti prevalentemente sul lato settentrionale della torre e coinvolgono in modo particolare la pietra di Vicenza a causa della elevata porosità (fig. 15). Altro fenomeno molto diffuso è quello


Fig. 15


Fig. 16


Fig. 17


Fig. 18

Fig. 15 Archetti intrecciati della III cornice marcapiano della Ghirlandina. L'attacco biologico sulla Pietra di Vicenza è molto spinto.

Fig. 16 Particolare della coppia che danza, III cornice, lato sud, sinistra. Il rilievo è quasi interamente coperto da croste nere.

Fig. 17 Particolare dell'uomo con scudo, III cornice, lato est, destra. Si nota la spada che nel tempo si è spezzata a metà.

Fig. 18 Sansone che smascella il leone, I cornice, lato ovest, destra. La scultura è molto degradata e presenta una frattura in cui è stata inserita della resina negli anni '70.

delle croste nere che si presentano come uno strato superficiale di alterazione del materiale lapideo legato principalmente alla solfatazione e localizzato nelle zone protette dal dilavamento delle acque meteoriche (fig. 16).

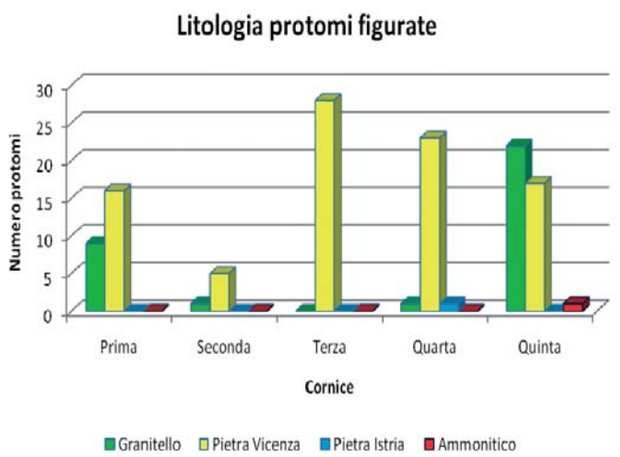
Inoltre, numerose parti dell'apparato scultoreo presentano delle fratture e delle mancanze di alcuni pezzi di decorazioni che in alcuni casi interessano l'intera scultura che oggi è andata perduta (fig. 17). Altro fenomeno di degrado è legato alla presenza di elementi metallici: si tratta di grappe e staffe istallate principalmente durante i restauri ottocenteschi, le quali sono presenti soprattutto nei piani bassi della torre. Infine, l'ultima tipologia di degrado riguarda l'utilizzo delle resine (fig. 18). Difatti, durante i restauri completati nei primi anni '70 quasi tutti i giunti tra le lastre sono stati stuccati utilizzando resine epossidiche caricate con polvere di marmo, biancone e ammonitico veronese.

Oltre a ciò, numerosi blocchi sono stati completamente rivestiti di resina e numerose integrazioni di archetti e sculture sono stati realizzate in resina. Il problema è che questo materiale aderisce tenacemente alla roccia e tende a strapparne delle scaglie per contrazione, quindi ampie porzioni di stuccature e integrazioni si sono distaccate o sono fratturate.

Conclusioni

I documenti più antichi che attestano le varie fasi di costruzione e gli interventi di restauro sulla Ghirlandina, sono andati perduti nei numerosi incendi che l'Archivio Comunale ha subito nel corso del Medioevo. Questo studio dell'apparato scultoreo, ha cercato di fornire dei dati in più e di confermare alcune ipotesi avanzate in passato sulla possibile cronologia della torre. L'analisi delle sculture da un punto di vista storico-artistico, ha permesso di individuare vari stadi costruttivi. La costruzione della Ghirlandina è iniziata verosimilmente insieme al Duomo ovvero nel 1099 e si è fermata alla prima cornice marcapiano tra il 1120 e 1150, in base ai confronti stilistici e iconografici delle sculture di questa cornice e quelle del Duomo, opera del Maestro delle Metope. Se le caratteristiche della seconda cornice rappresentano una fase di transizione, a partire dalla terza fino alle quinta cornice lo stile è abbastanza uniforme e sembrerebbe ricollegarsi alle Maestranze Campionesi. Si può ipotizzare, dunque, che la costruzione della torre fino alla quinta cornice sia terminata entro il 1169, così come conferma un'iscrizione medievale su un blocco di reimpiego al di sotto della seconda cornice sul lato orientale.

Per quanto riguarda la mappatura dei litotipi, si è notato che per le protomi figurate sono stati utilizzati esclusivamente due tipi di roccia: la pietra di Vicenza in tutte le cornici e il granitello soprattutto nella prima e nella quinta cornice (Grafico 1). Quindi, è stato confermato che anche per l'apparato scultoreo, così come per il rivestimento lapideo di tutta la torre fino al quinto piano, è stato utilizzato del materiale di reimpiego proveniente dai resti della Mutina romana sepolta sotto diversi strati alluvionali.



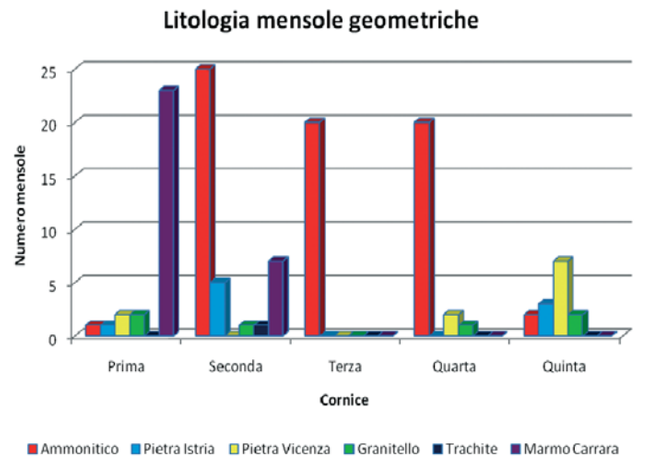


Grafico 1 viene mostrata la distribuzione delle litologie nelle protomi figurate in ogni cornice della Ghirlandina.

Grafico 2 viene mostrata la distribuzione delle litologie nelle mensole geometriche in ogni cornice della Ghirlandina.

I litotipi utilizzati, invece, per le mensole geometriche sostituite nel corso dei vari secoli, sonoprincipalmente ammonitico veronese e marmo di Carrara, in misura molto minore Pietra d'Istria, pietra di Vicenza, granitello e trachite euganea (Grafico 2). Infine, in base ai confronti fotografici, alla litologia e alle caratteristiche formali, è stato possibile per ogni mensola geometrica ipotizzare una possibile epoca di sostituzione, distinguendo tra i conci sostituiti certamente negli anni '70, quelli probabilmente sostituti nella stessa epoca per analogia con quelli di sicuro restauro, le mensole presumibilmente opera di interventi precedenti agli anni '70 e quelle per le quali non è possibile fornire alcuna datazione a causa dei pochi dati a disposizione (Tavv. 32, 34, 35, 36 e 37).

Capitello delle bifora nell'ottagono



Bibliografia essenziale

DIEGHI C., 2007, La Torre Ghirlandina. Ricerca storico – documentaria sulla costruzione e i restauri, Comune di Modena, Modena.

GRANDI R., 1984, I Campionesi a Modena, in Lanfranco e Wiligelmo. Il Duomo di Modena, Edizioni Panini, Modena, pp. 545 – 570.

LOMARTIRE S., 1992, I Campionesi al Duomo di Modena, in Bossaglia S., Dell'Acqua G.A. (a cura di), I Maestri Campionesi, Edizioni Bolis, Bergamo, pp. 37 – 82.

LUGLI S., 2008a, Relazione II fase: controllo della mappatura dei materiali lapidei dal ponteggio, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, 5 settembre 2008, relazione interna.

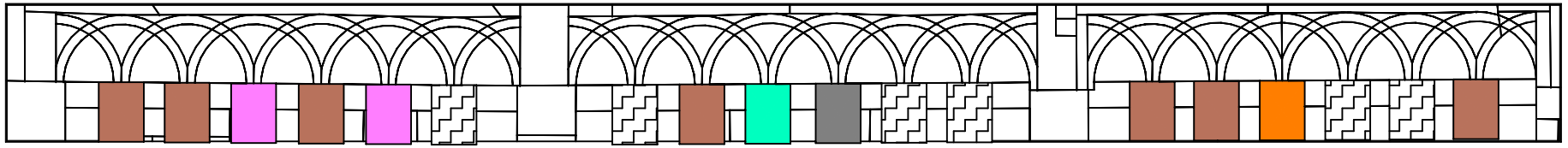
LUGLI S., 2008b, Relazione III fase: controllo della mappatura dei fenomeni di degrad dal ponteggio, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, 5 settembre 2008, relazione interna.

ORLANDINI M. G., CECCARELLI C., 1975, La Torre di Modena. La Ghirlandina, Artioli Editori, Modena.

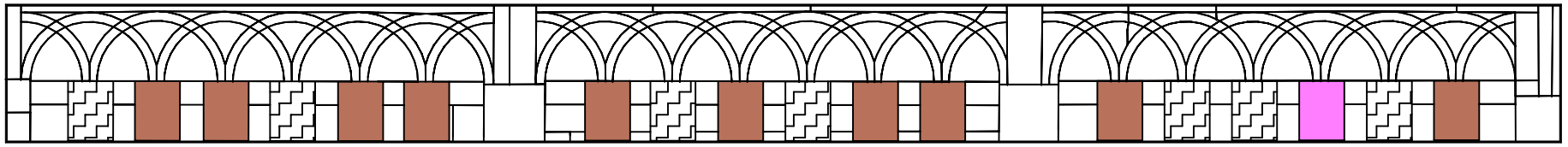
TIPOLOGIA PROTOMI

PRIMA CORNICE

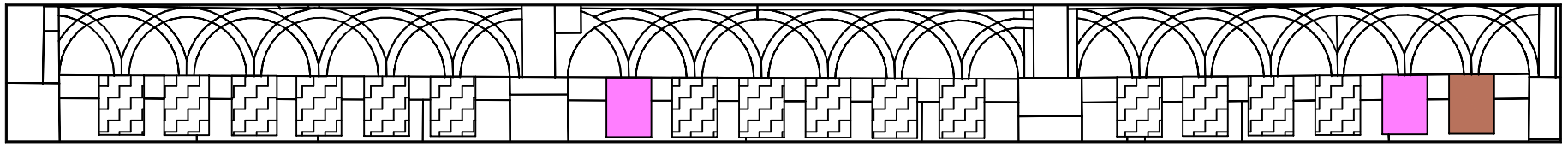
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD

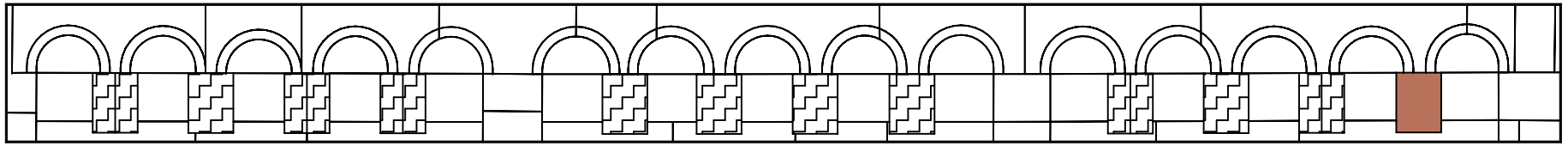
FIGURA ANTROPOMORFA
FIGURA ZOOMORFA
FIGURA FITOMORFA
FIGURA FANTASTICA
FIGURA GEOMETRICA
FIGURA INDETERMINABILE

TAV.38

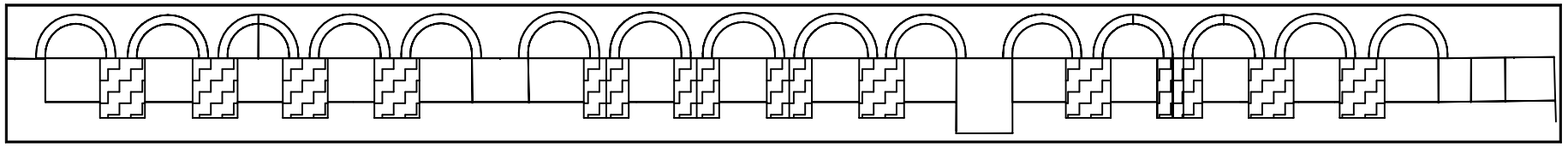
TIPOLOGIA PROTOMI

SECONDA CORNICE

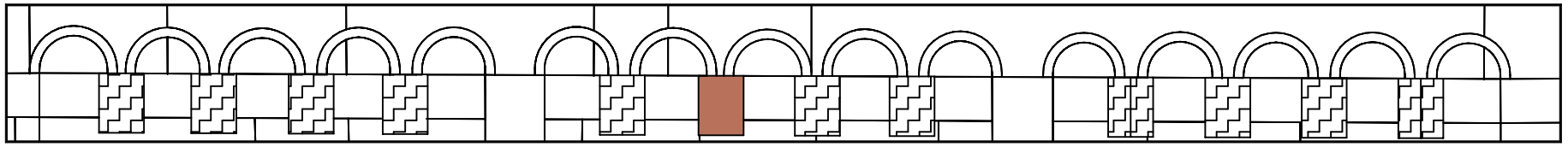
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD

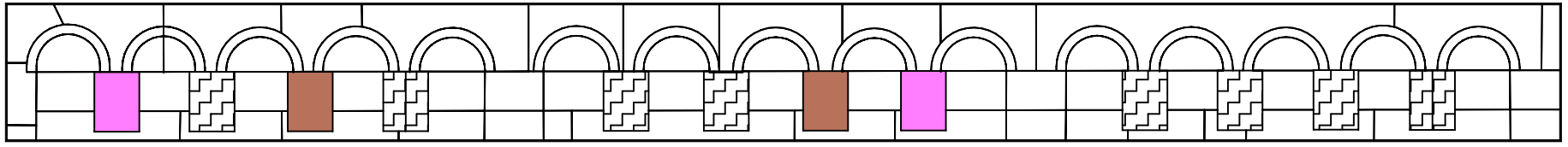
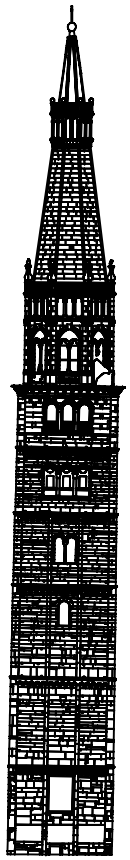


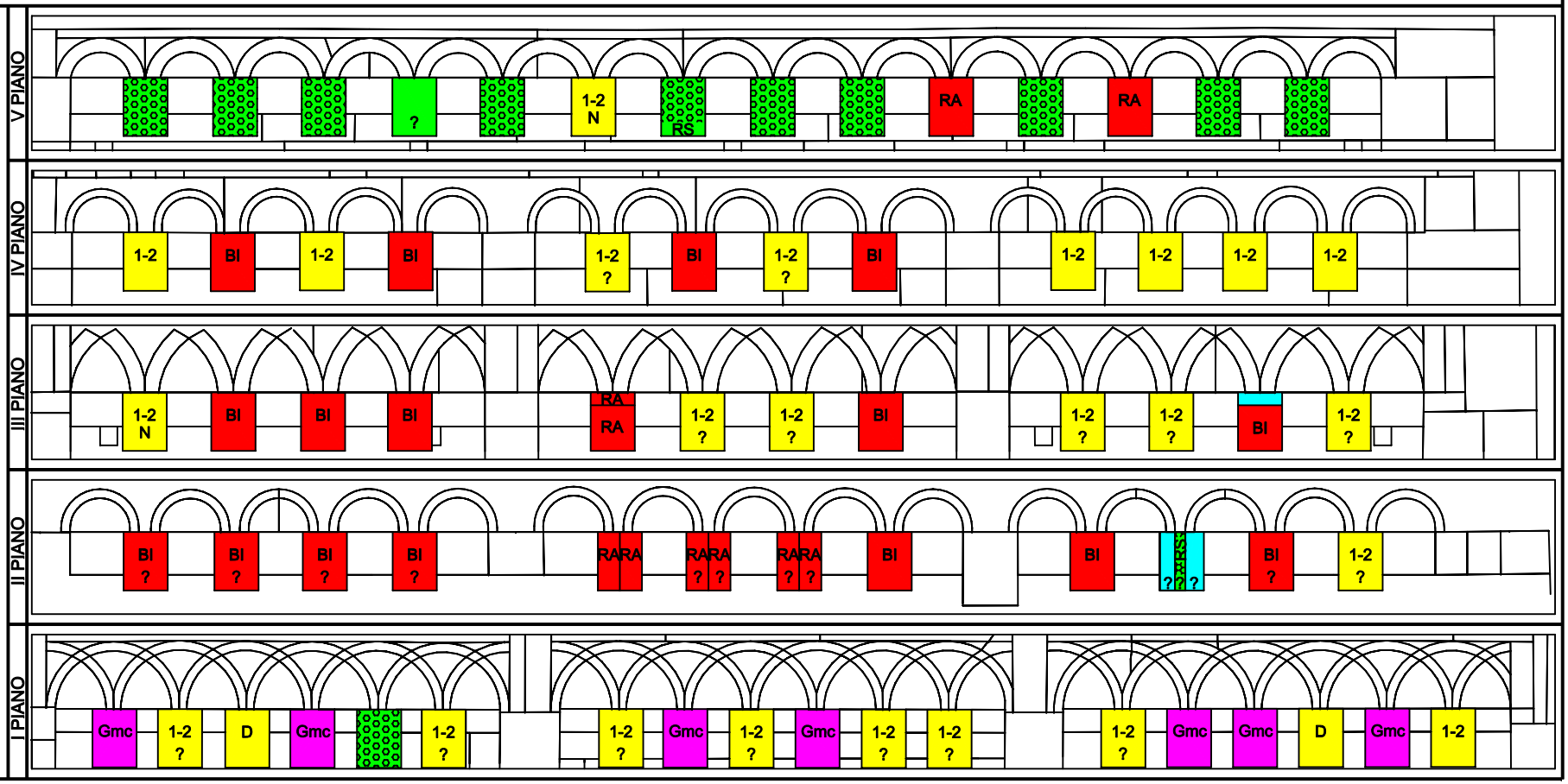
FIGURA ANTROPOMORFA
FIGURA ZOOMORFA
FIGURA FITOMORFA
FIGURA FANTASTICA
FIGURA GEOMETRICA
FIGURA INDETERMINABILE

TAV.39

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO NORD





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

- RA — Rosa
- BI — Bianco
- SV — Scaglia Veneta

PIETRA D'ISTRIA
Orsera

PIETRA DI VICENZA

- 1-2 — Facies 1-2
- 2-3 — Facies 2-3
- 3 — Facies 3
- N — Presenza di nummulite
- D — Presenza di discocicline

GRANITELLO

- Grana Grossa
- Grana Fine
- RS — Roman Stone

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

- G — Grigio
- Gmc — Grigio Molto Chiaro

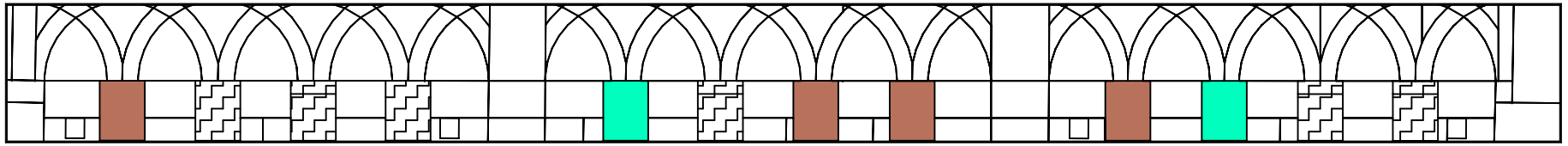
? — Da verificare dopo la pulitura

TAV.4

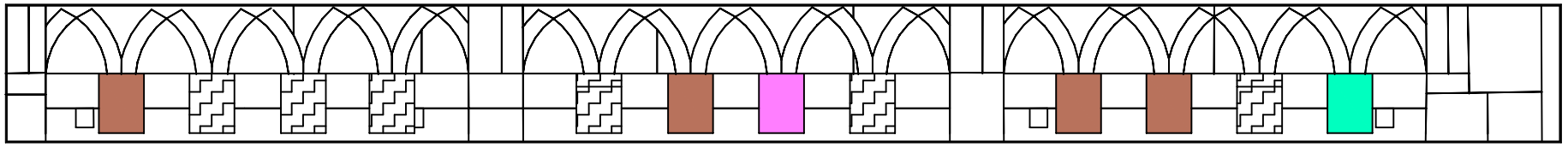
TIPOLOGIA PROTOMI

TERZA CORNICE

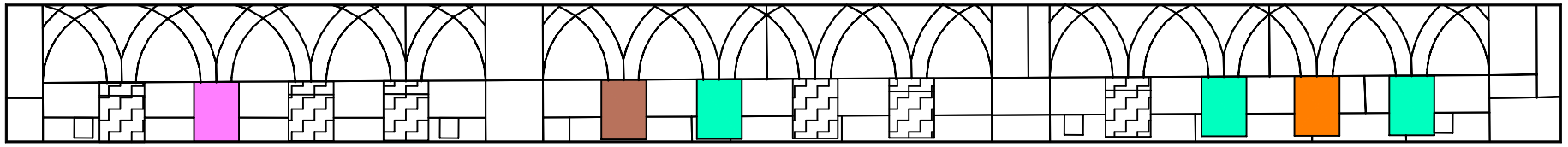
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD

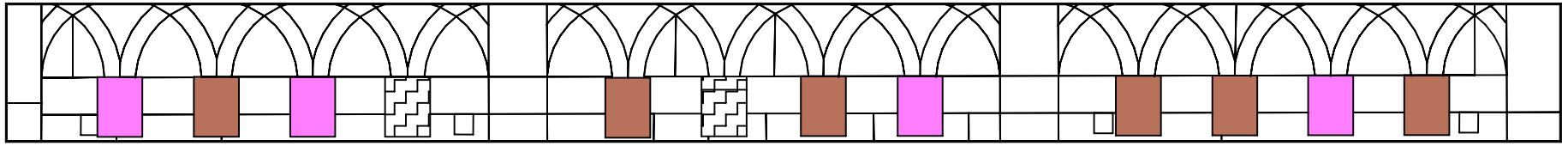


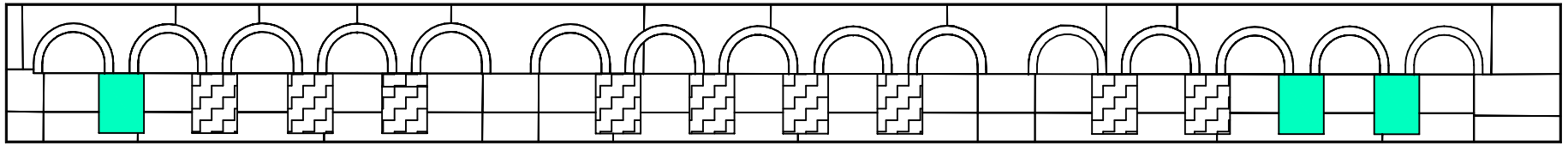
FIGURA ANTROPOMORFA
FIGURA ZOOMORFA
FIGURA FITOMORFA
FIGURA FANTASTICA
FIGURA GEOMETRICA
FIGURA INDETERMINABILE

TAV.40

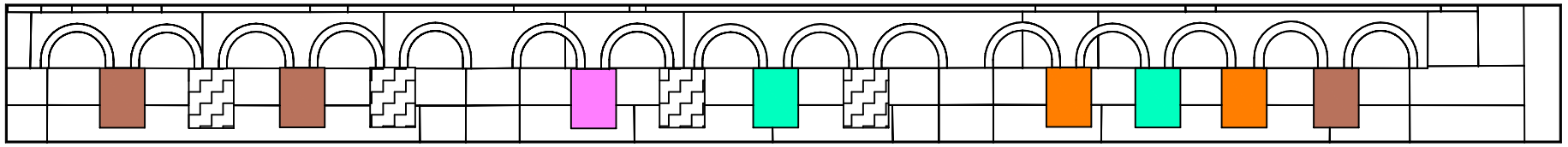
TIPOLOGIA PROTOMI

QUARTA CORNICE

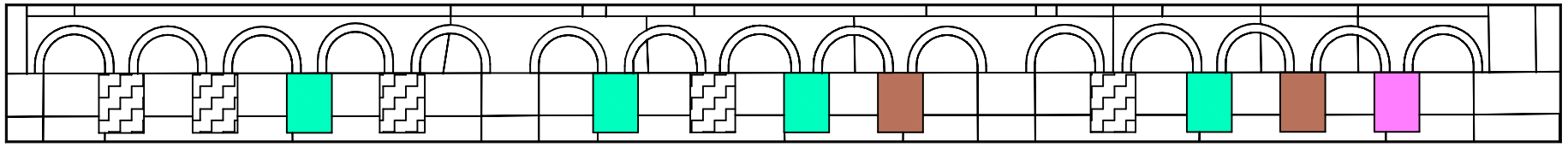
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD

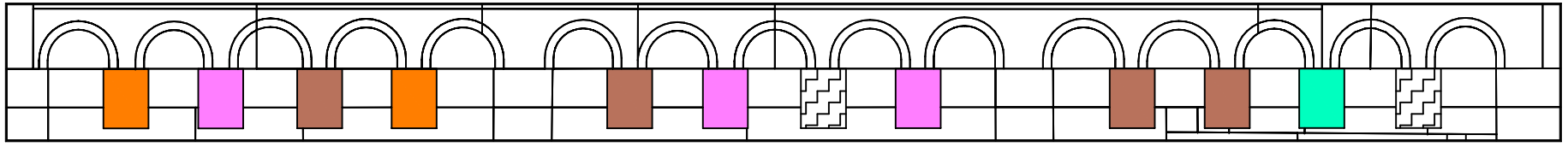


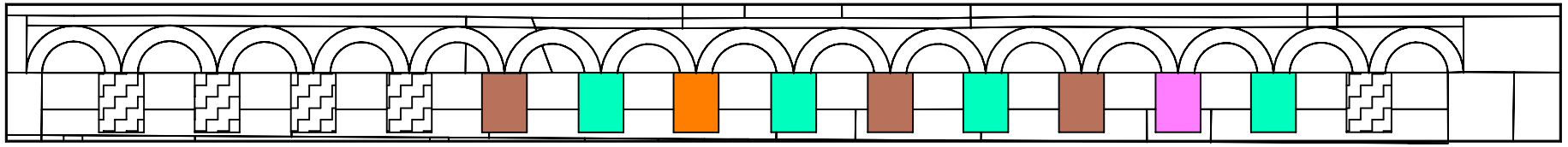
FIGURA ANTROPOMORFA
FIGURA ZOOMORFA
FIGURA FITOMORFA
FIGURA FANTASTICA
FIGURA GEOMETRICA
FIGURA INDETERMINABILE

TAV.41

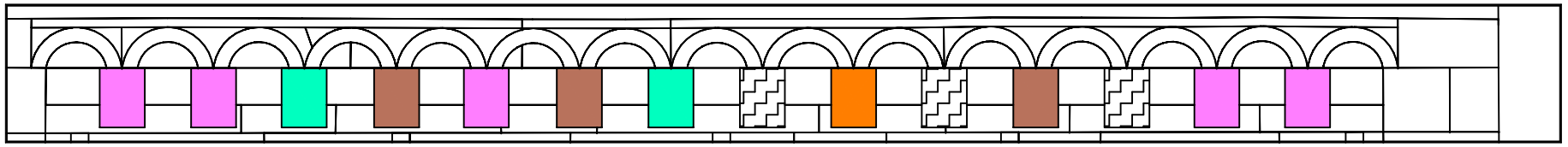
TIPOLOGIA PROTOMI

QUINTA CORNICE

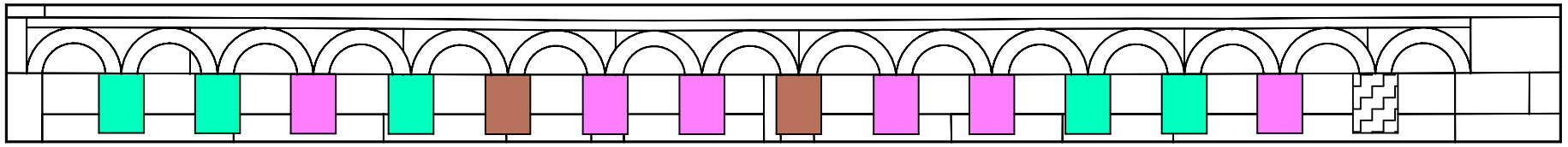
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD

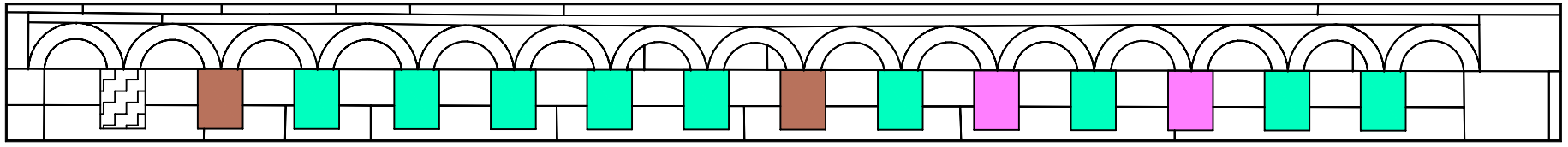
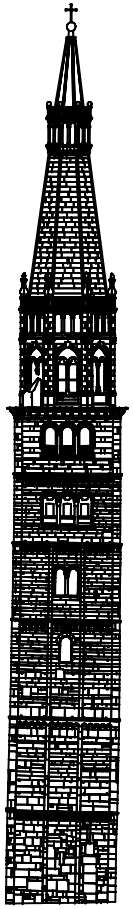


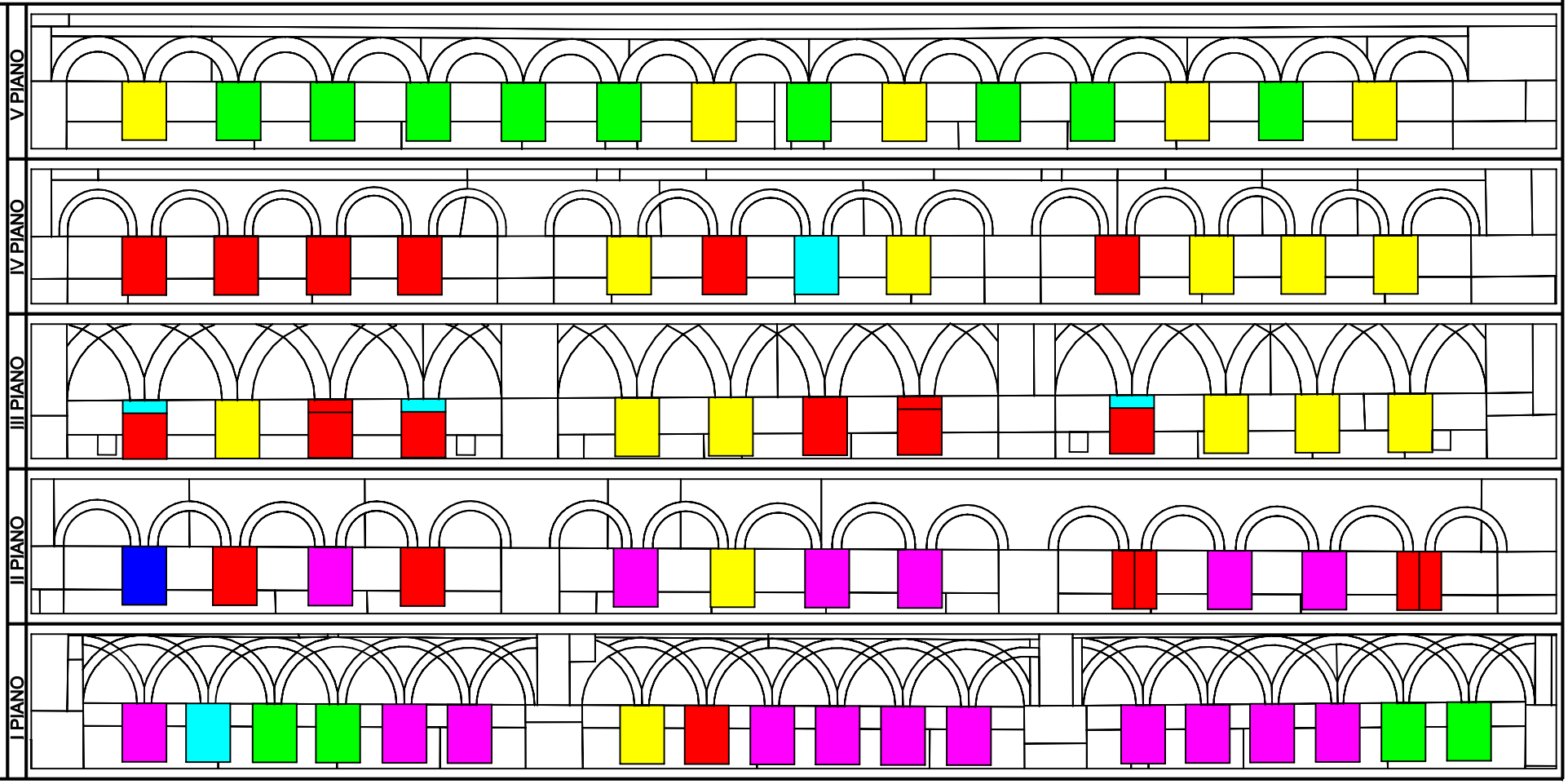
FIGURA ANTROPOMORFA
FIGURA ZOOMORFA
FIGURA FITOMORFA
FIGURA FANTASTICA
FIGURA GEOMETRICA
FIGURA INDETERMINABILE

TAV.42

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO OVEST





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

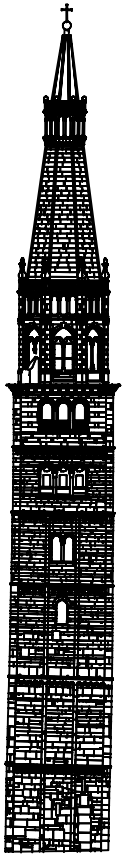
TRACHITE EUGANEA

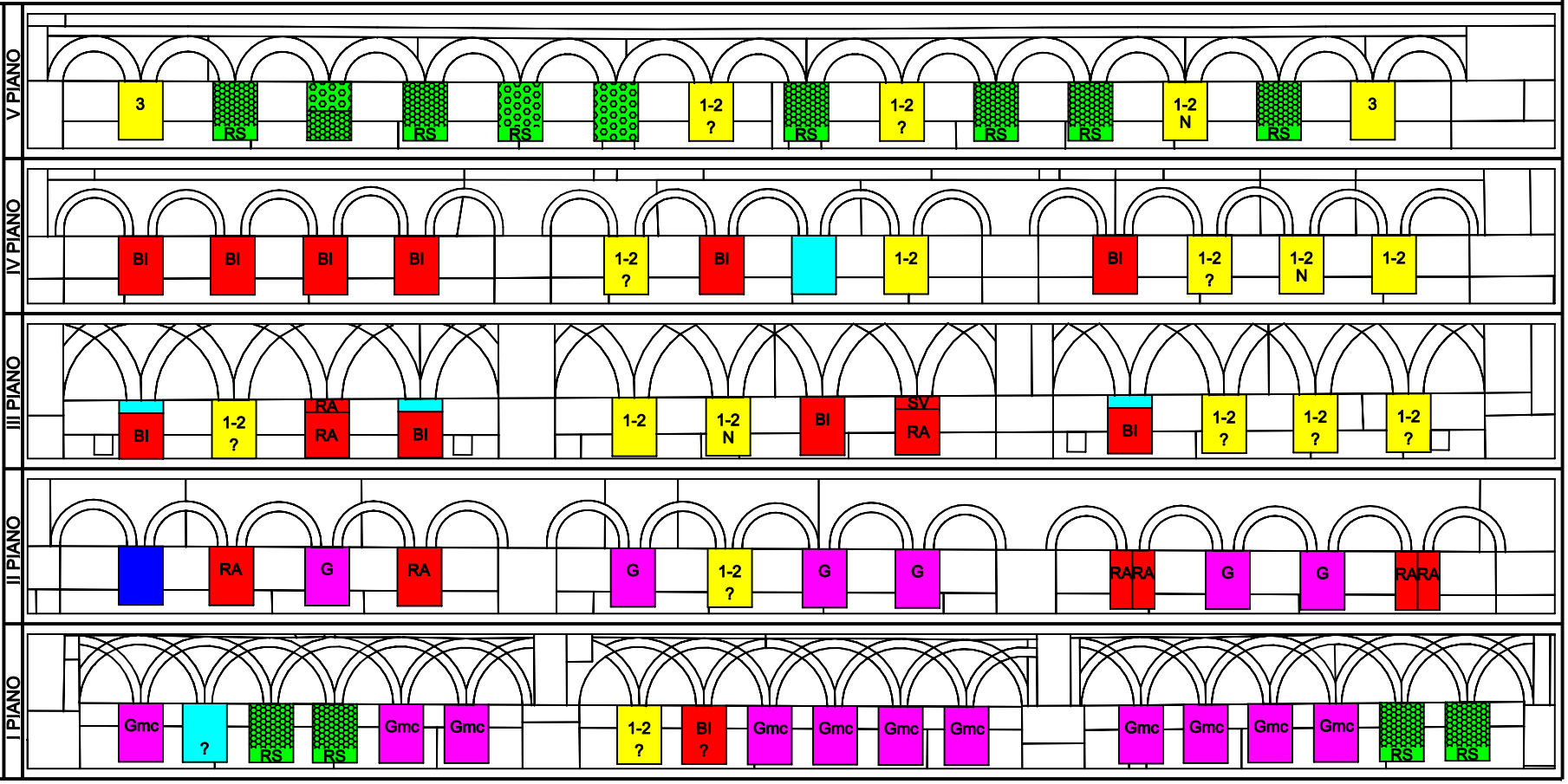
MARMO DI CARRARA

TAV.5

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO OVEST





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

RA Rosa

BI Bianco

SV Scaglia Veneta

PIETRA D'ISTRIA Orsera

PIETRA DI VICENZA

1-2 Facies 1-2

2-3 Facies 2-3

3 Facies 3

N Presenza di nummulite

D Presenza di discocicline

GRANITELLO

Grana Grossa

Grana Fine

RS Roman Stone

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

G Grigio

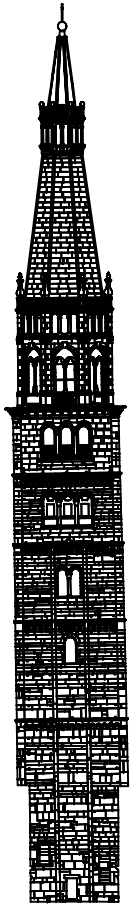
Gmc Grigio Molto Chiaro

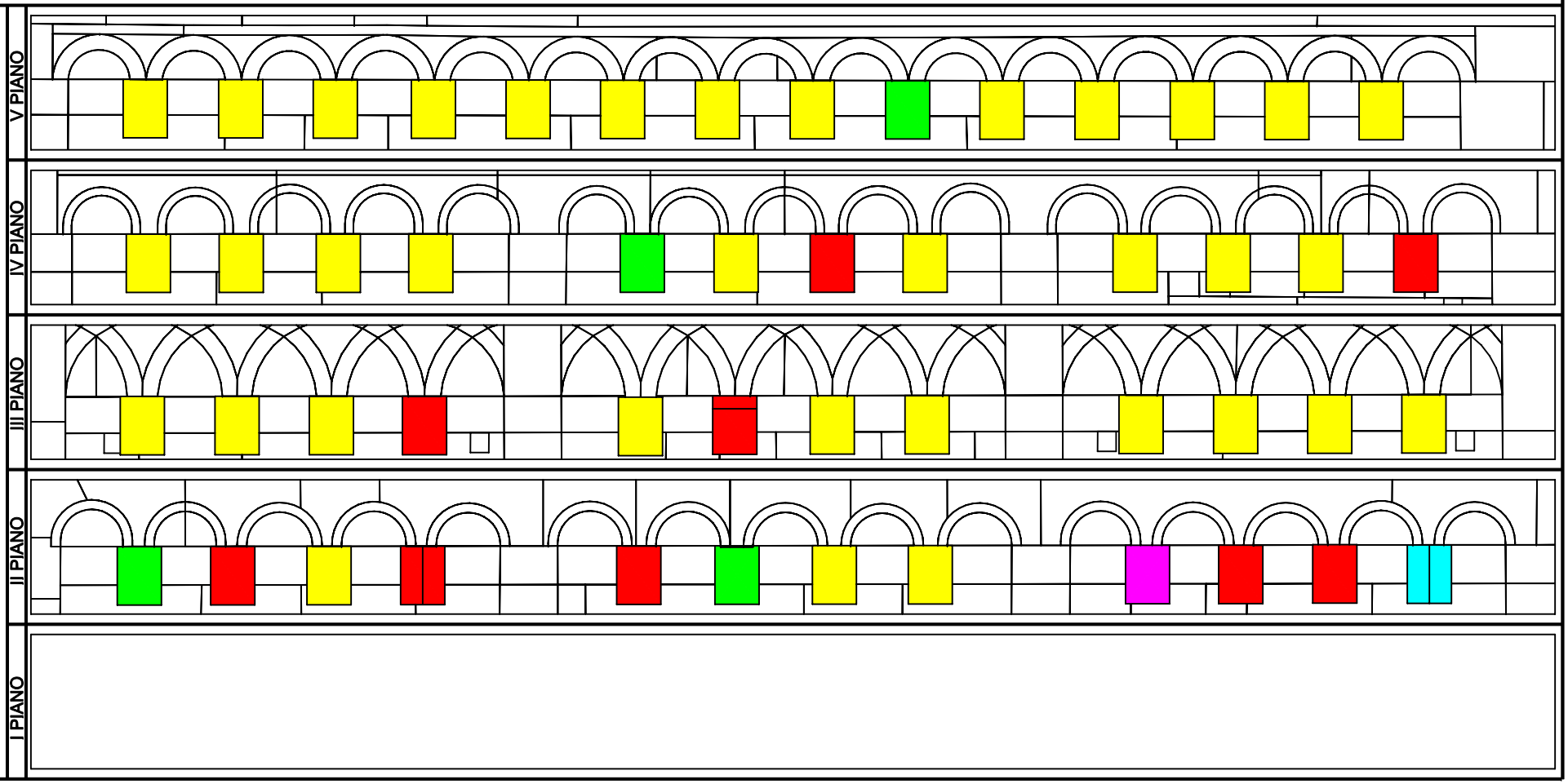
? Da verificare dopo la pulitura

TAV.6

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO SUD





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

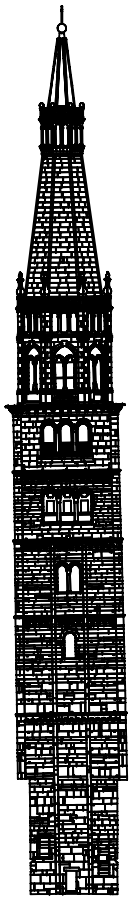
TRACHITE EUGANEA

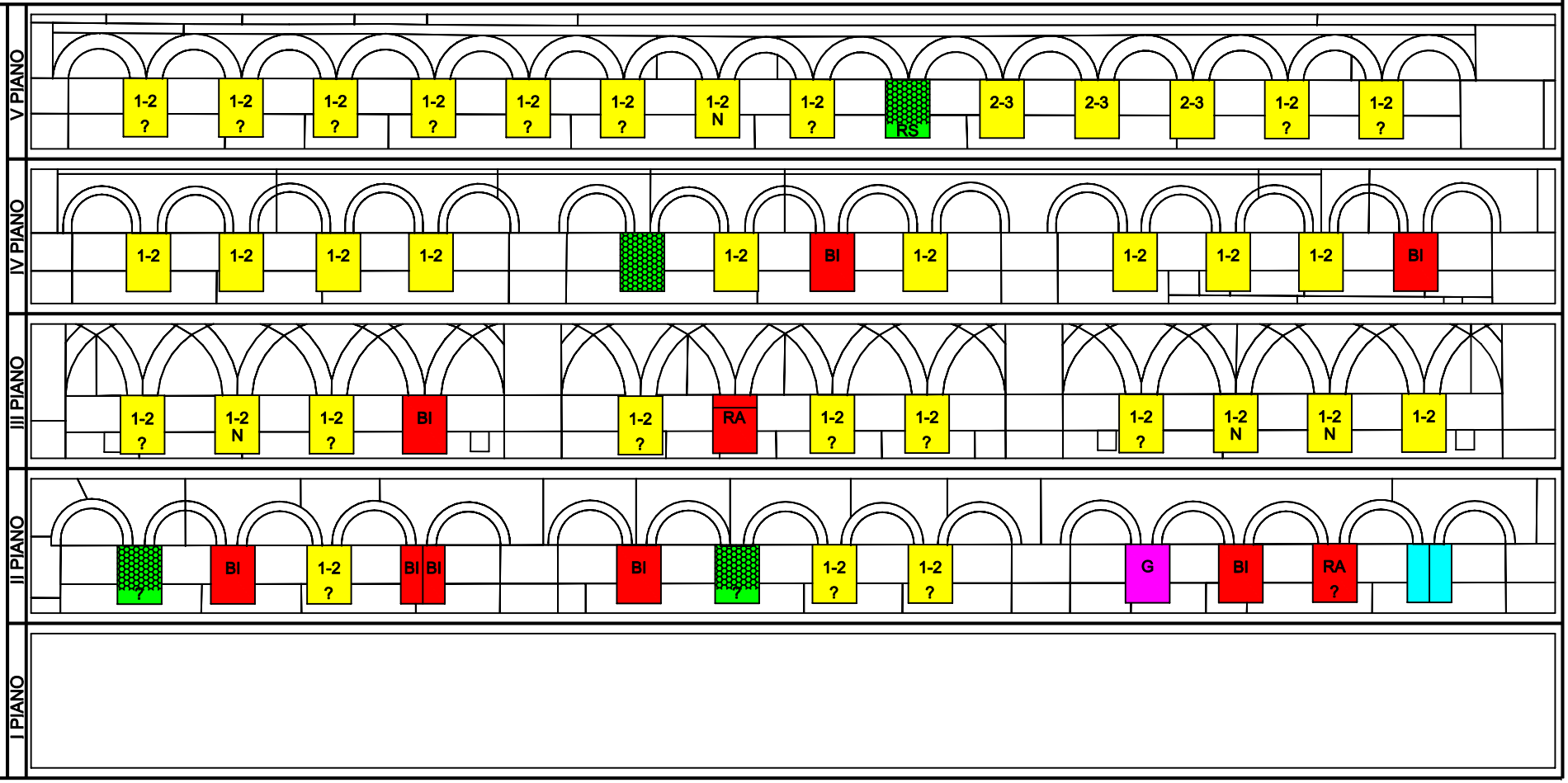
MARMO DI CARRARA

TAV.7

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO SUD





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

RA Rosa

BI Bianco

SV Scaglia Veneta

PIETRA D'ISTRIA Orsera

PIETRA DI VICENZA

1-2 Facies 1-2

2-3 Facies 2-3

3 Facies 3

N Presenza di nummulite

D Presenza di discocicline

GRANITELLO

Grana Grossa

Grana Fine

RS Roman Stone

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

G Grigio

Gmc Grigio Molto Chiaro

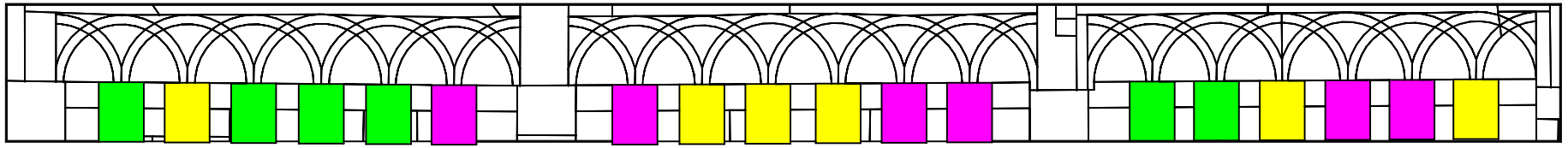
? Da verificare dopo la pulitura

TAV.8

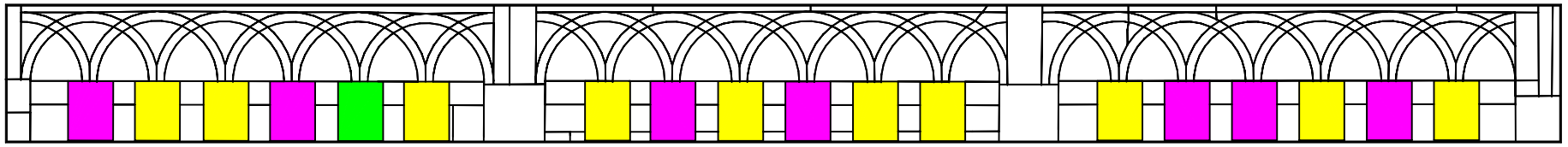
LITOLOGIA PROTOMI

PRIMA CORNICE

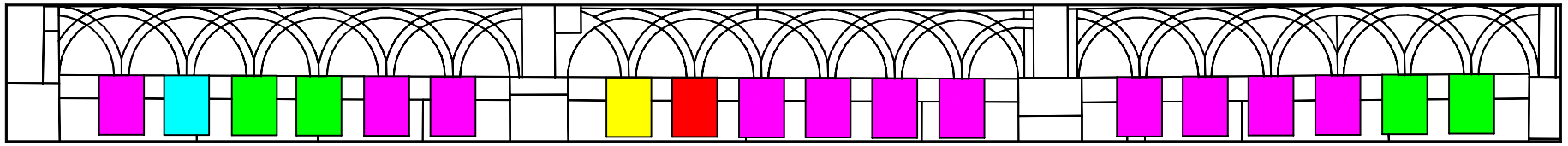
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

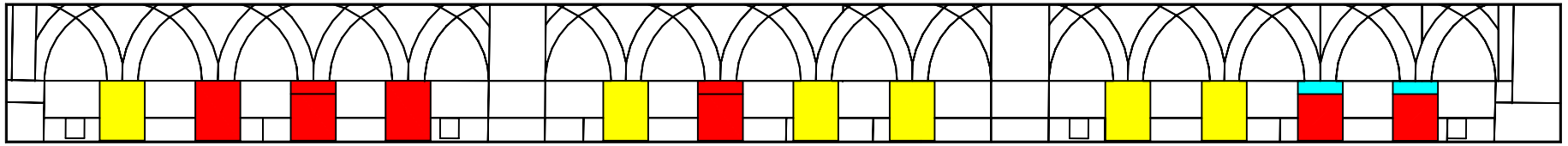
MARMO DI CARRARA

TAV.9

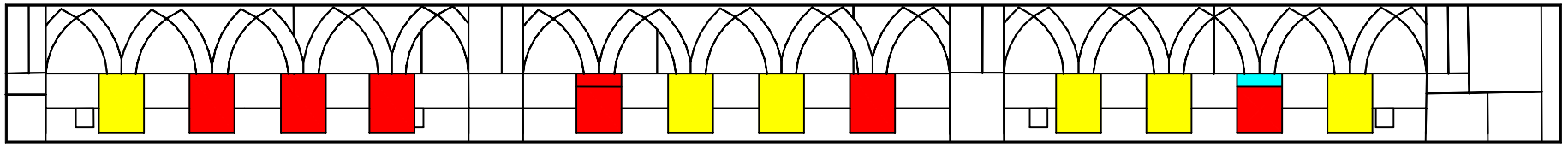
LITOLOGIA PROTOMI

TERZA CORNICE

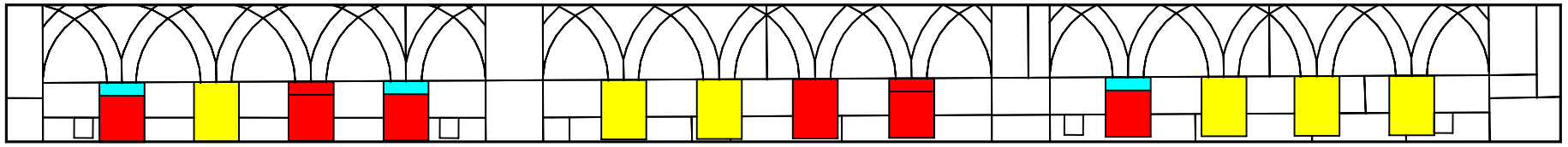
PROSPETTO EST



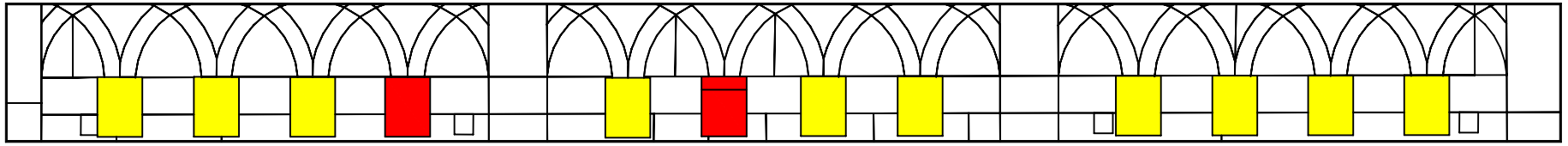
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

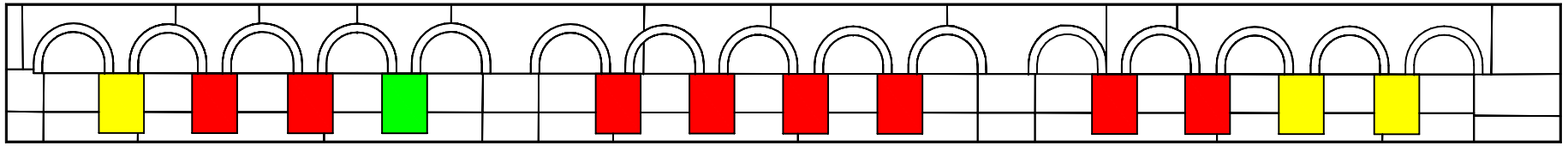
MARMO DI CARRARA

TAV.11

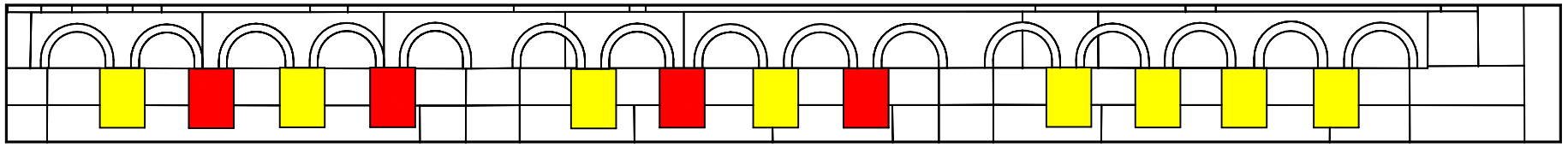
LITOLOGIA PROTOMI

QUARTA CORNICE

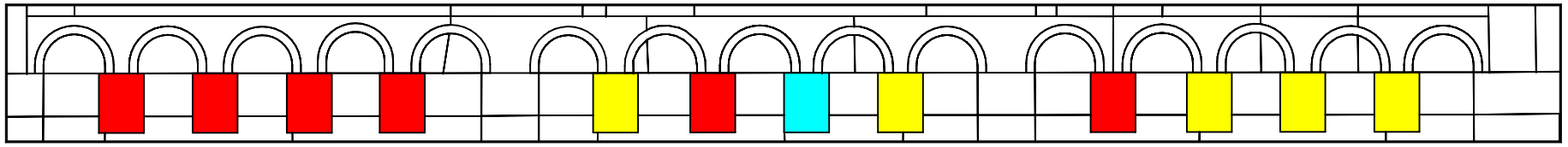
PROSPETTO EST



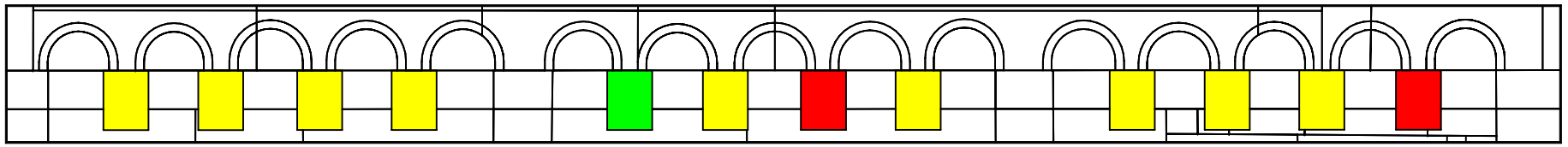
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

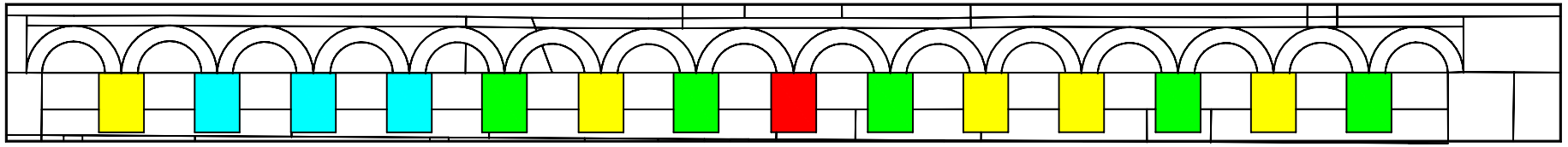
MARMO DI CARRARA

TAV.12

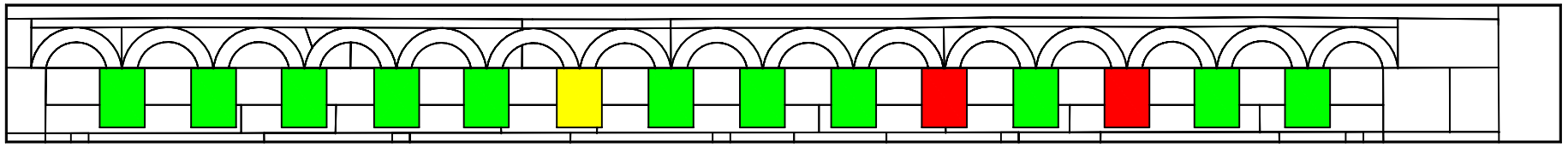
LITOLOGIA PROTOMI

QUINTA CORNICE

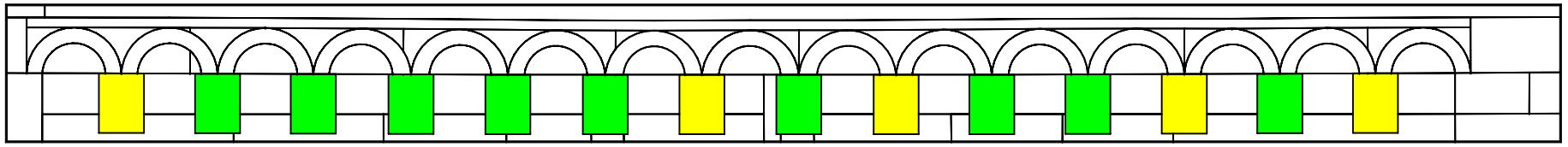
PROSPETTO EST



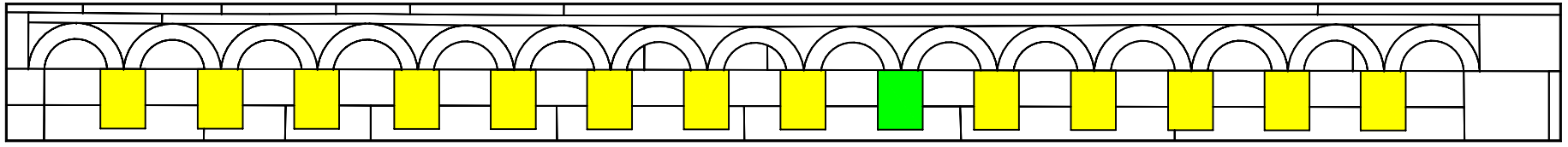
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

TAV.13

LITOLOGIA
RILIEVI ANGOLARI
PROSPETTO EST

AMMONITICO VERONESE
E SCAGLIA VENETA

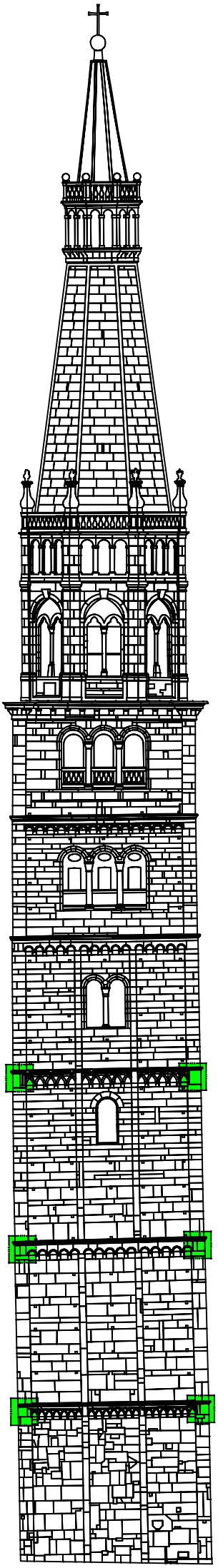
PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO PROCONNESIO



TAV.14

LITOLOGIA
RILIEVI ANGOLARI
PROSPETTO NORD

AMMONITICO VERONESE
E SCAGLIA VENETA

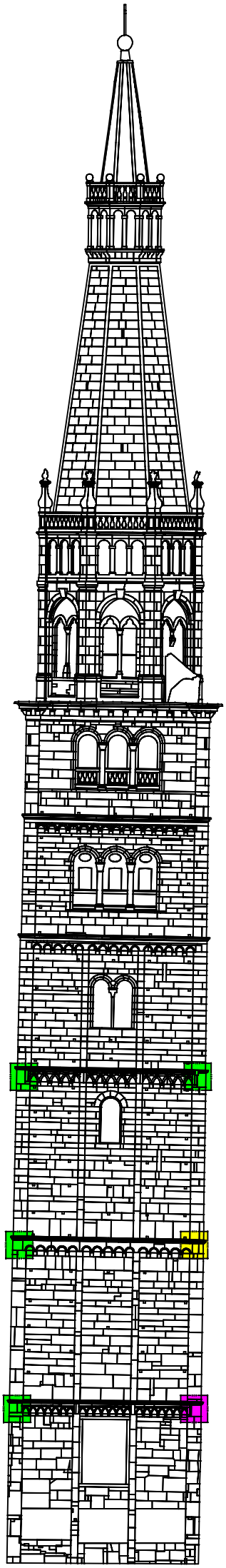
PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO PROCONNESIO



TAV.15

LITOLOGIA
RILIEVI ANGOLARI
PROSPETTO OVEST

AMMONITICO VERONESE
E SCAGLIA VENETA

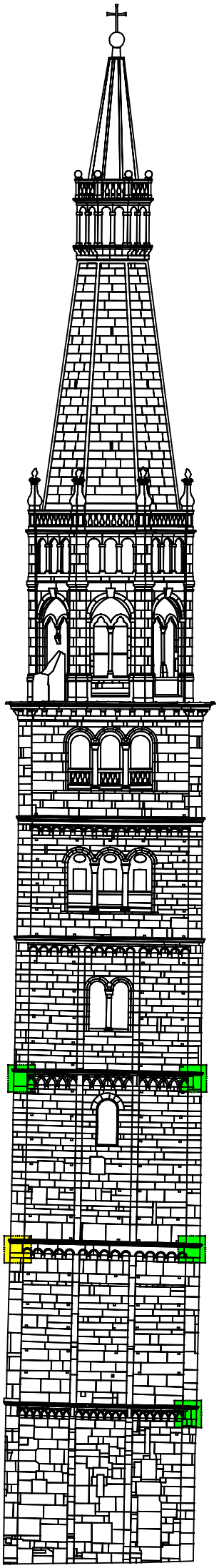
PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO PROCONNESIO



TAV.16

LITOLOGIA
RILIEVI ANGOLARI
PROSPETTO SUD

AMMONITICO VERONESE
E SCAGLIA VENETA

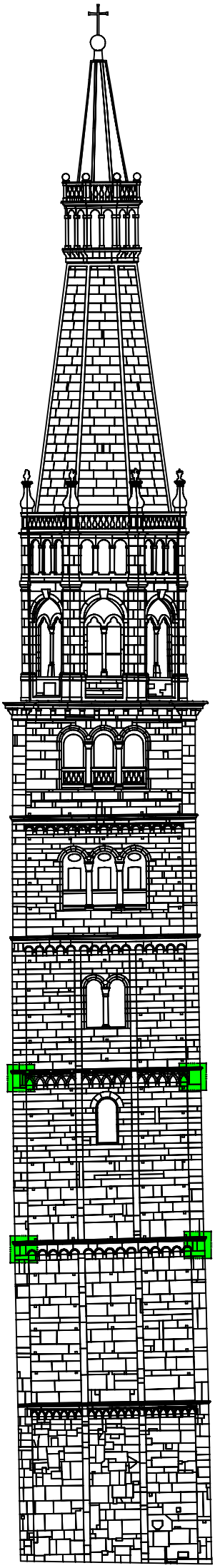
PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

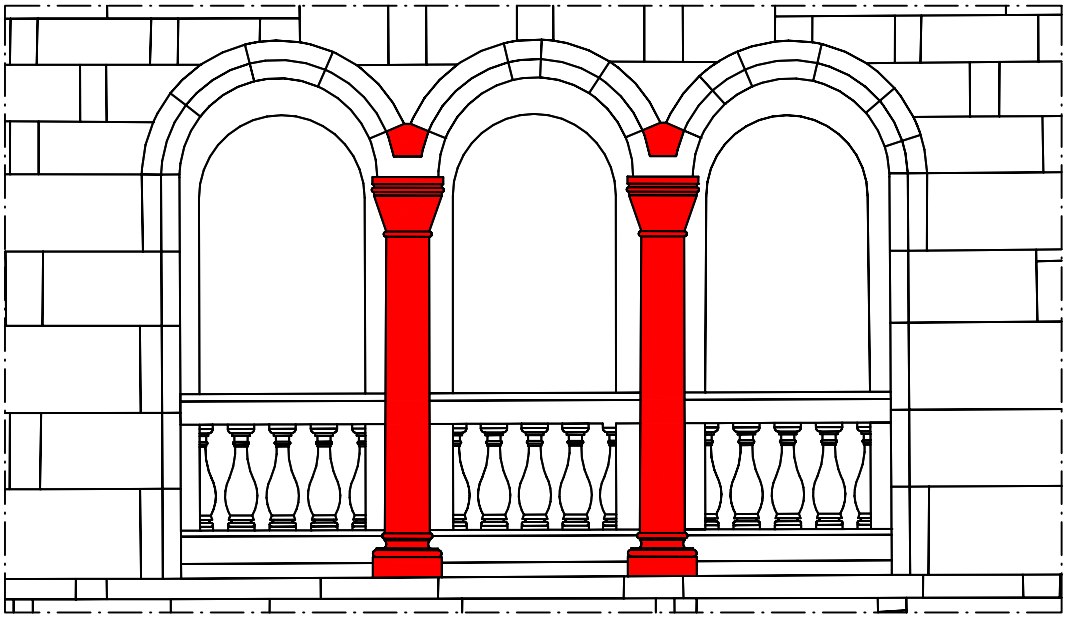
TRACHITE EUGANEA

MARMO PROCONNESIO



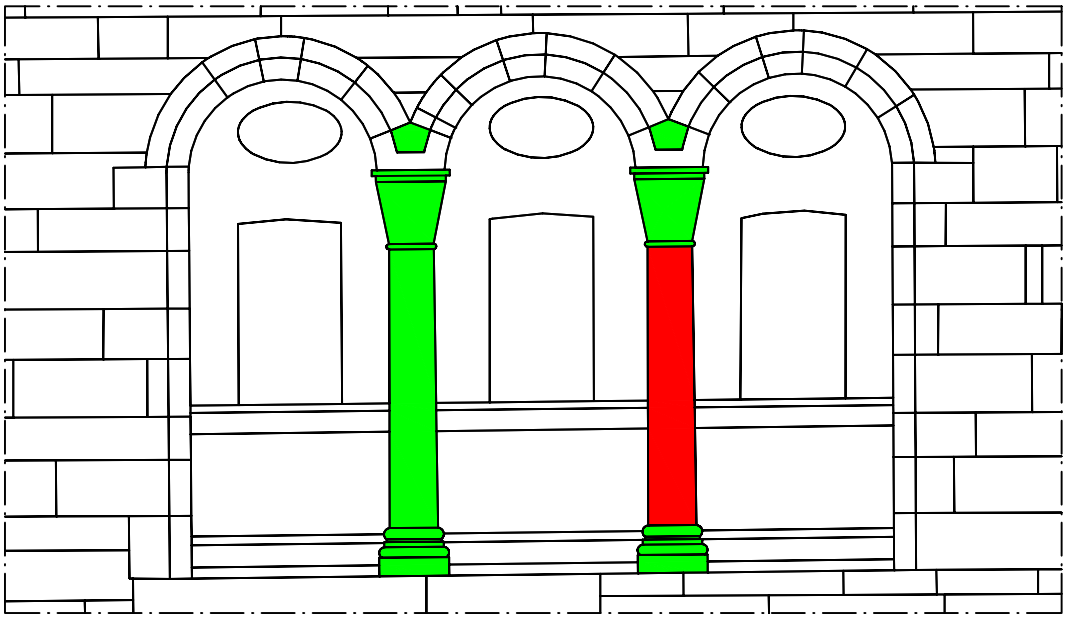
TAV.17

LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO EST



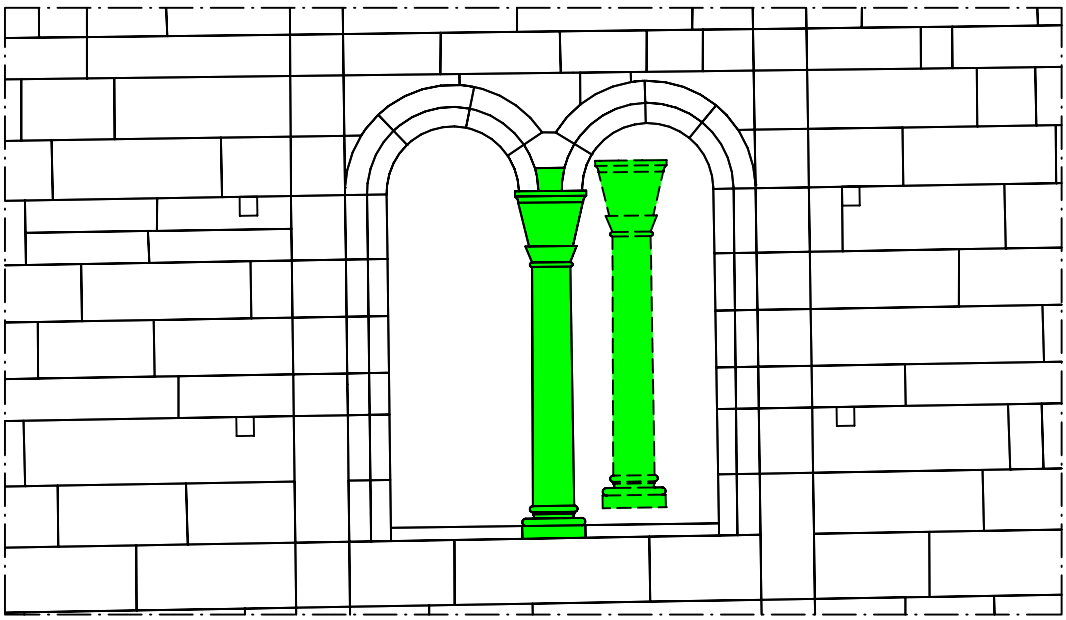
AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA



PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

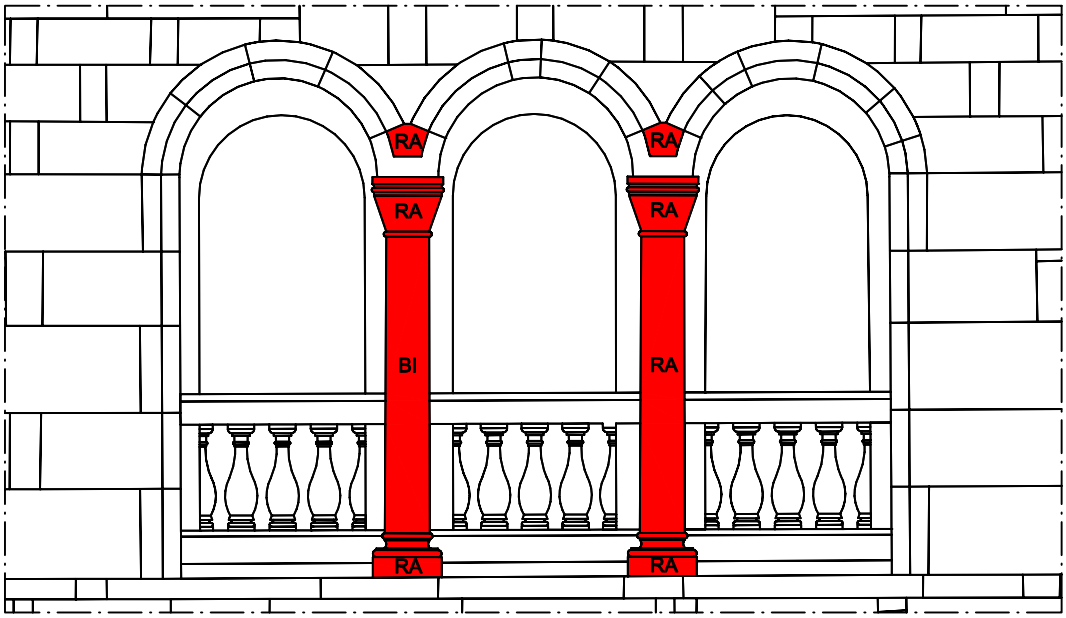


TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

TAV.18

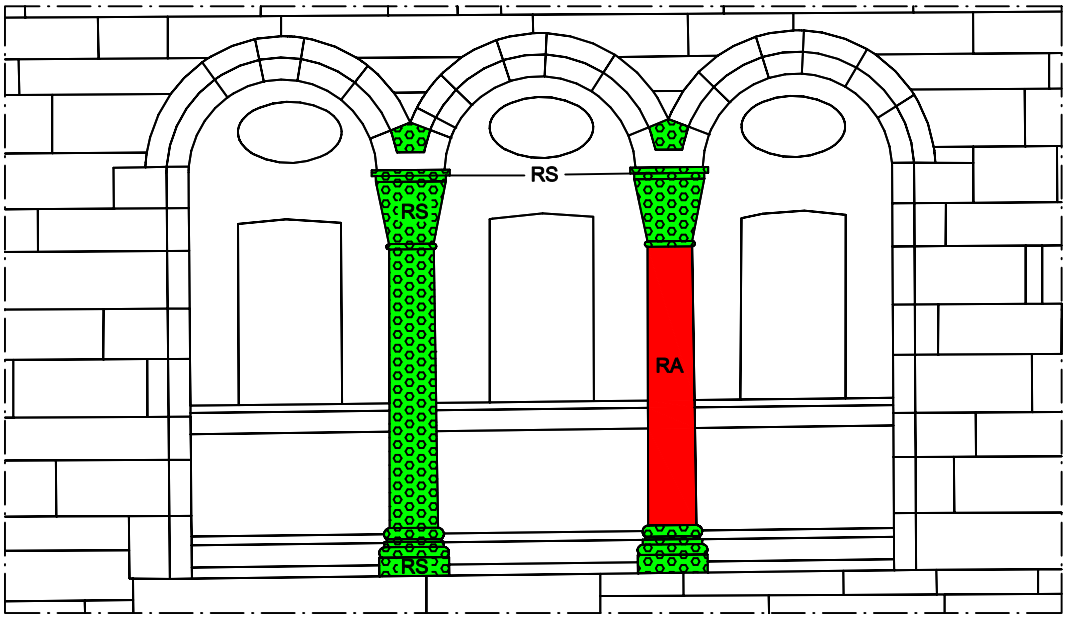
LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO EST



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

RA Rosa

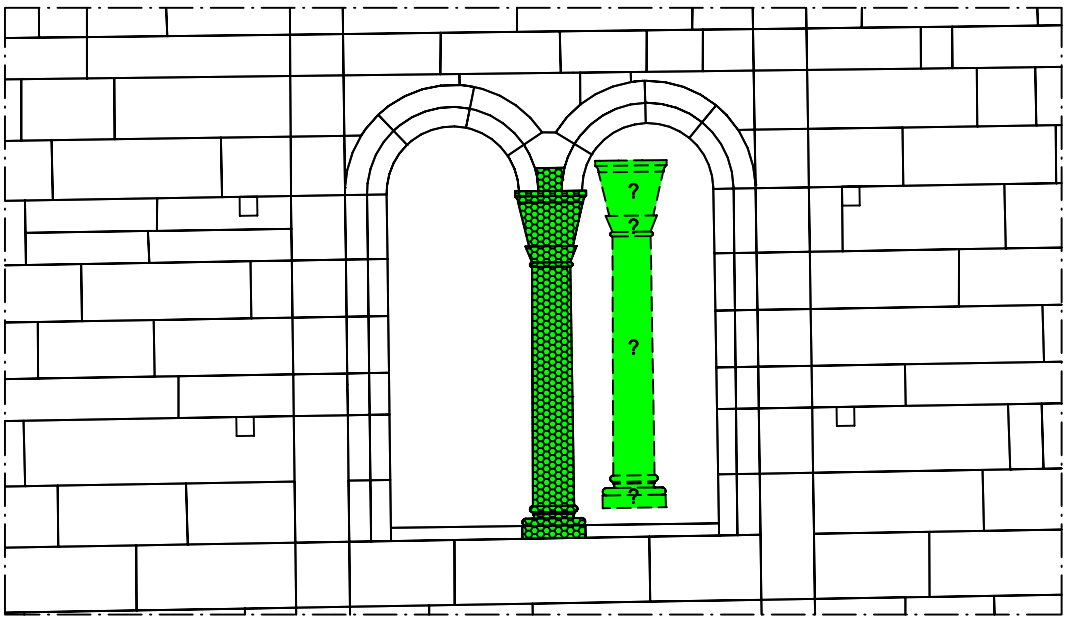
BI Bianco



PIETRA DI VICENZA

1-2 Facies 1-2

N - D Presenza di nummulite e discocicline (Tipo Chiampo)



GRANITELLO

Grana Grossa

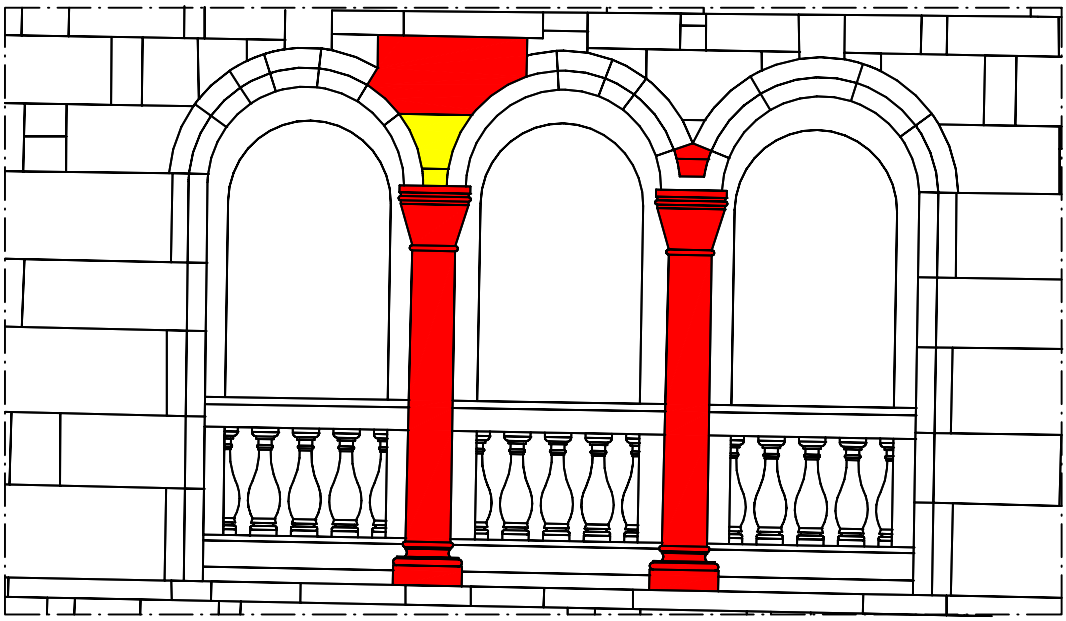
Grana Fine

RS Roman Stone

? Da verificare dopo la pulitura

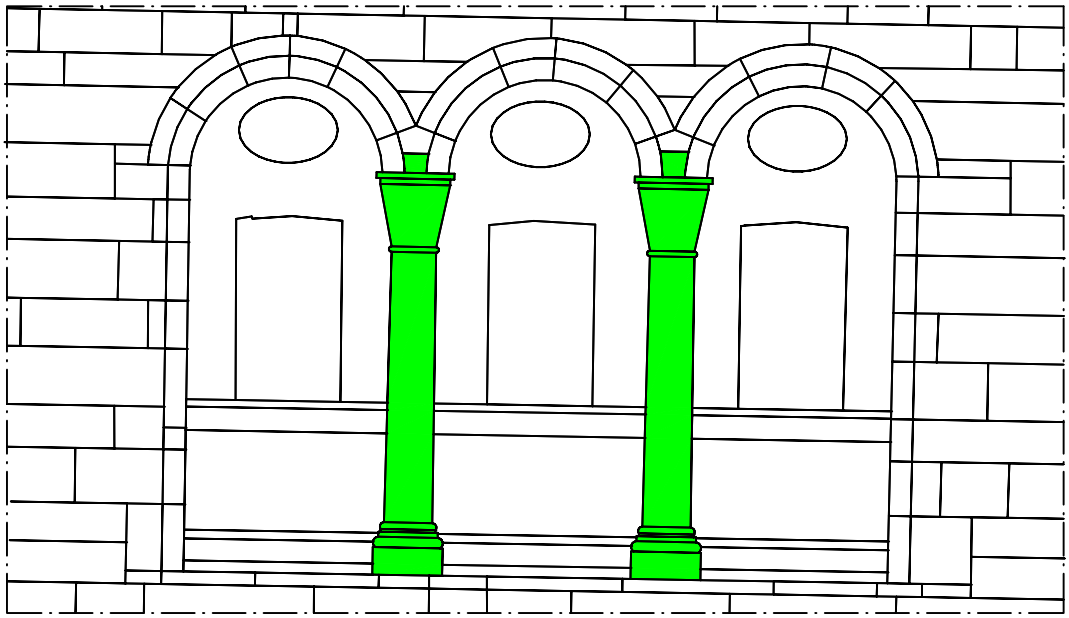
TAV.18 bis

LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO NORD



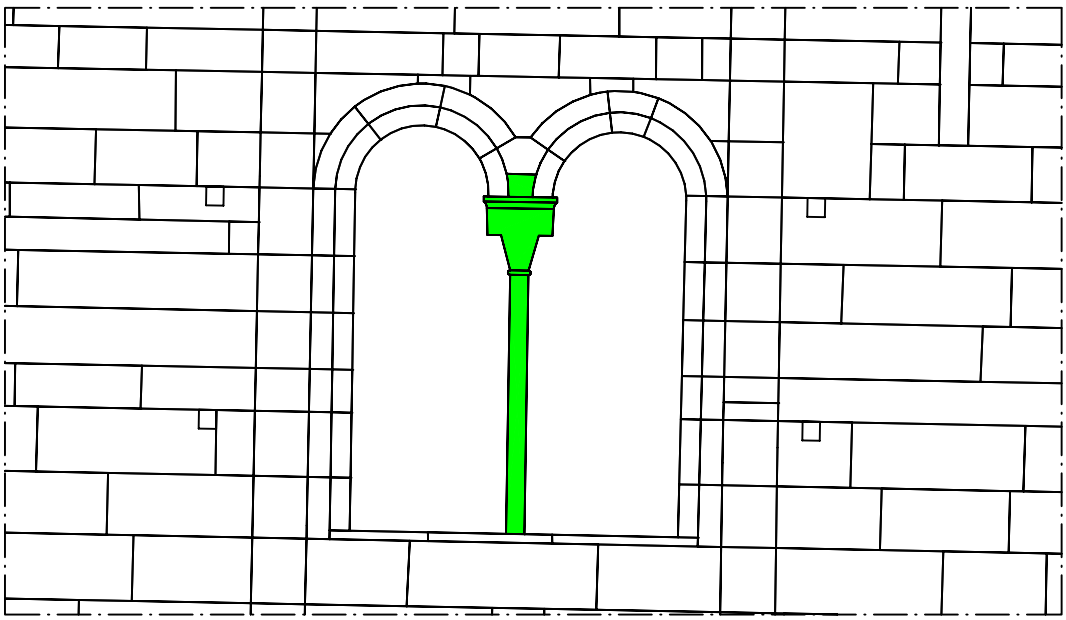
AMMONITICO VERONESE
E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA



PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

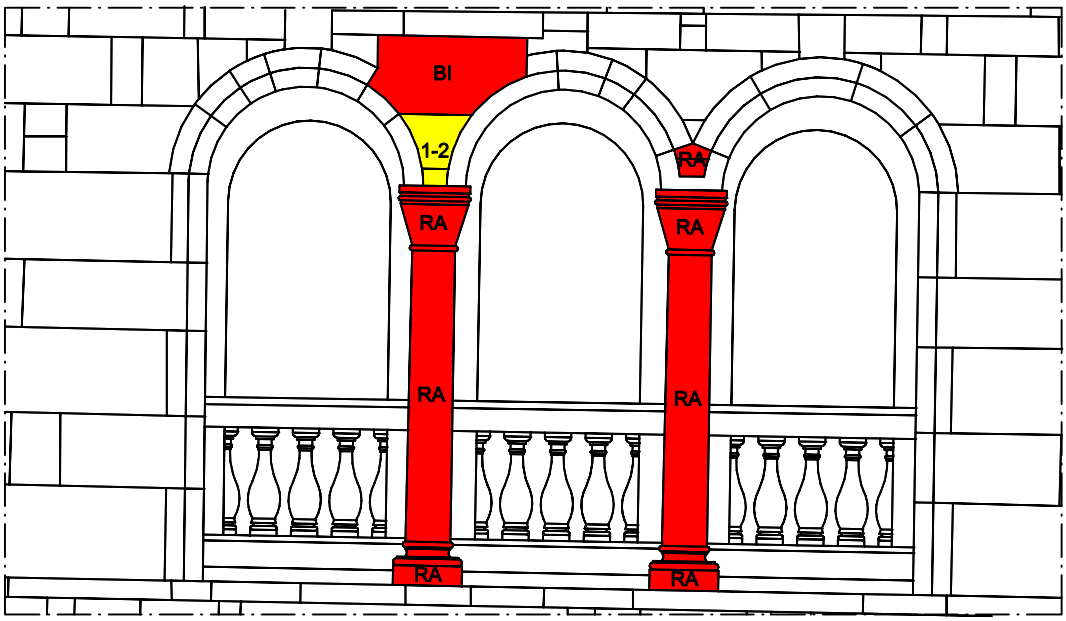


TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

TAV.19

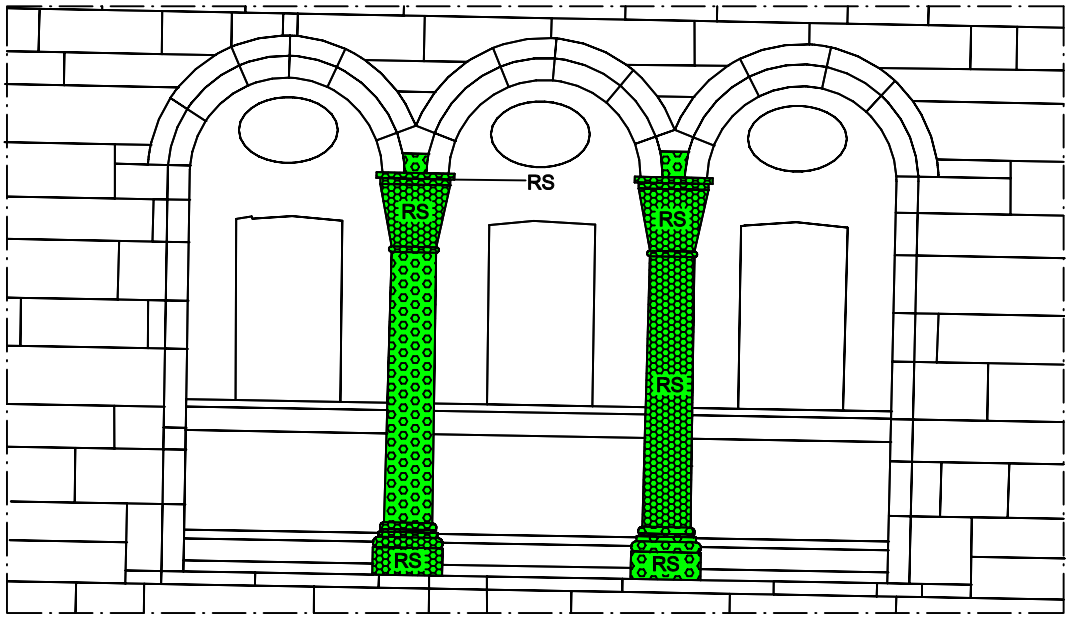
LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO NORD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

RA Rosa

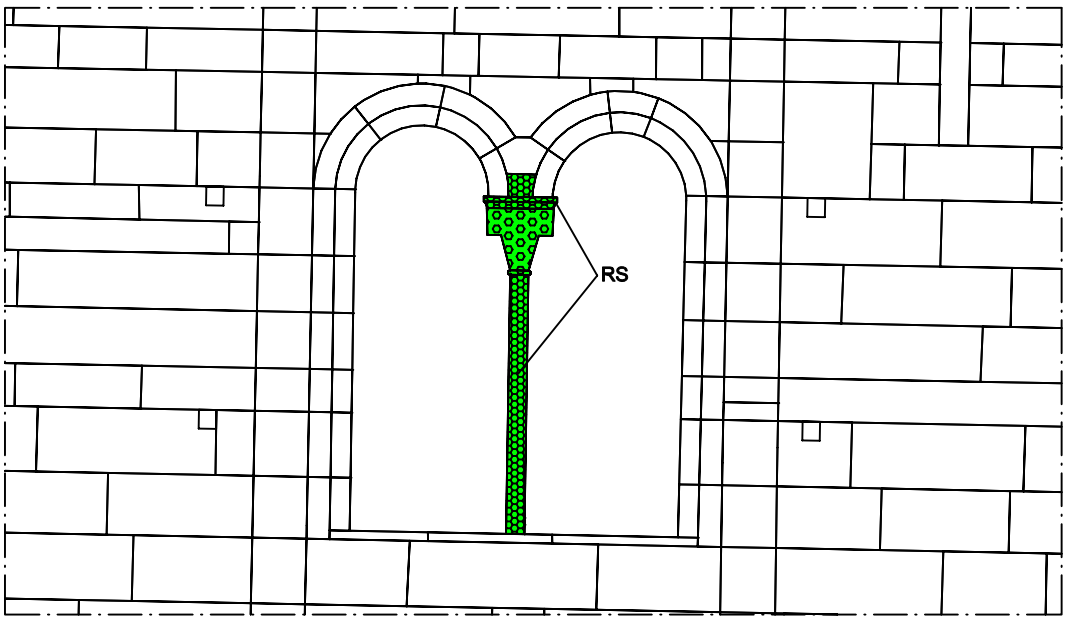
BI Bianco



PIETRA DI VICENZA

1-2 Facies 1-2

N - D Presenza di nummulite e discocicline (Tipo Chiampo)



GRANITELLO

Grana Grossa

Grana Fine

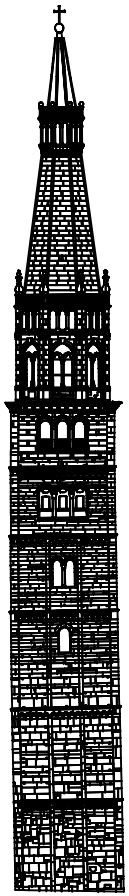
RS Roman Stone

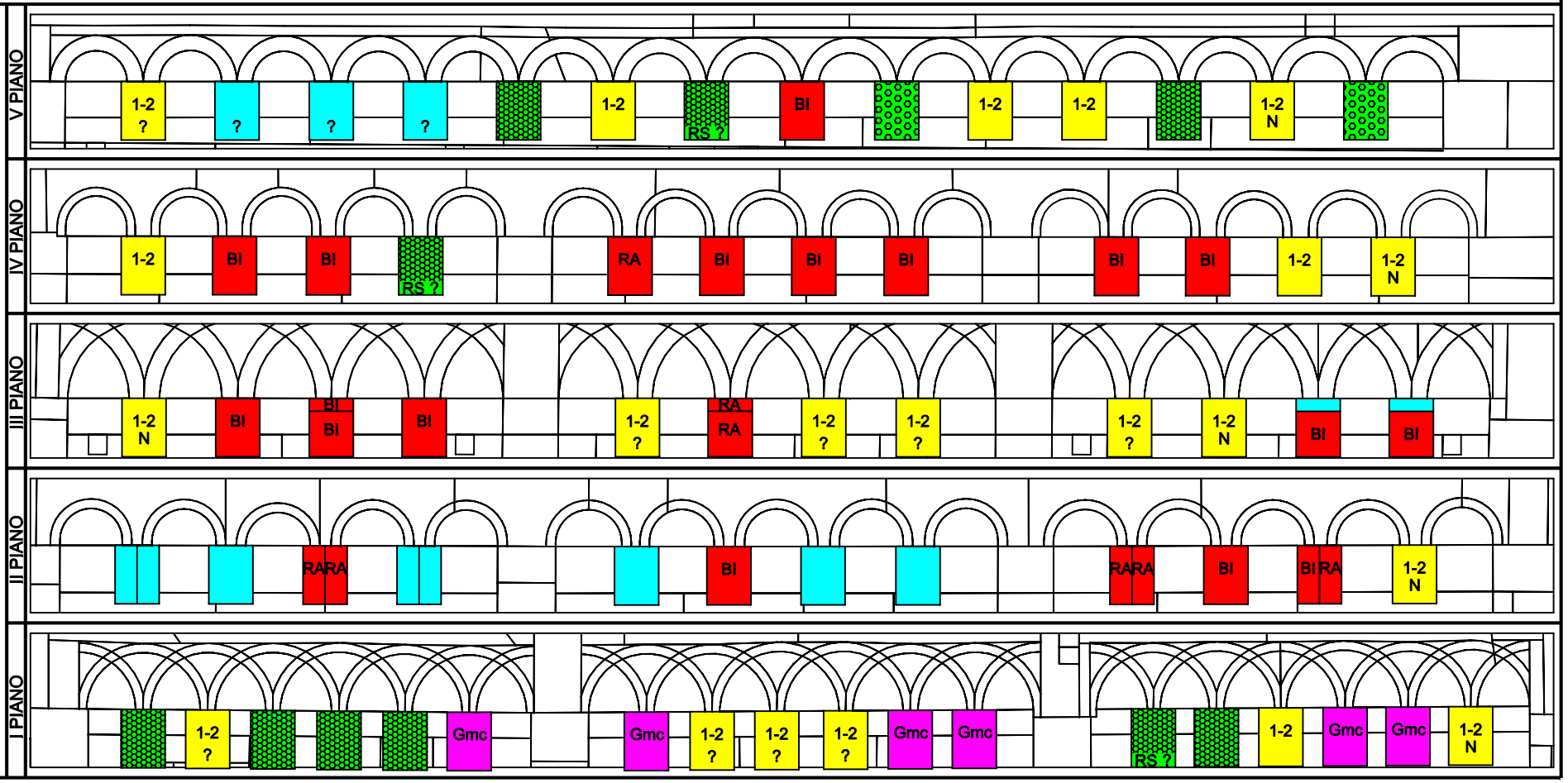
? Da verificare dopo la pulitura

TAV.19 bis

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO EST





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA
- RA Rosa
- BI Bianco
- SV Scaglia Veneta

PIETRA D'ISTRIA Orsera

PIETRA DI VICENZA
- 1-2 Facies 1-2
- 2-3 Facies 2-3
- 3 Facies 3
- N Presenza di nummulite
- D Presenza di discocicline

GRANITELLO
- Grana Grossa
- Grana Fine
- RS Roman Stone

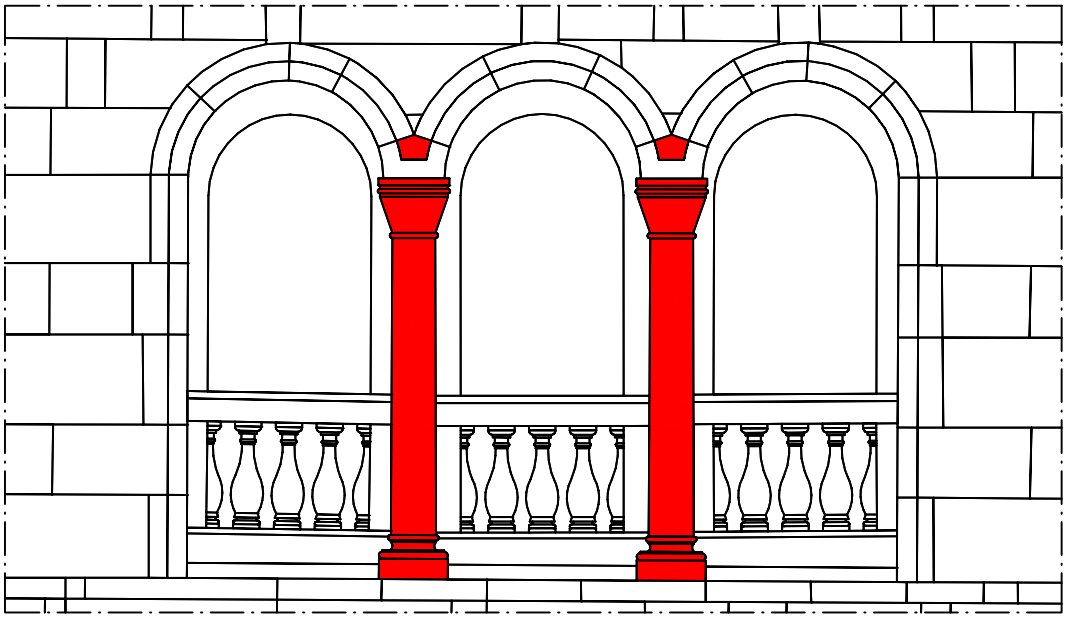
TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA
- G Grigio
- Gmc Grigio Molto Chiaro

? Da verificare dopo la pulitura

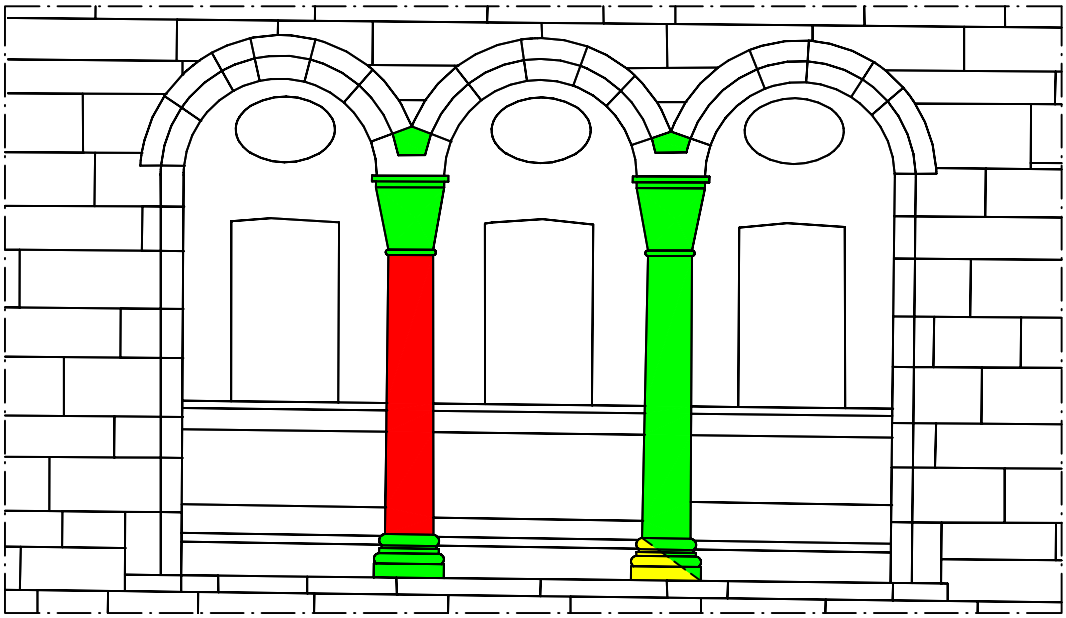
TAV.2

LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO OVEST



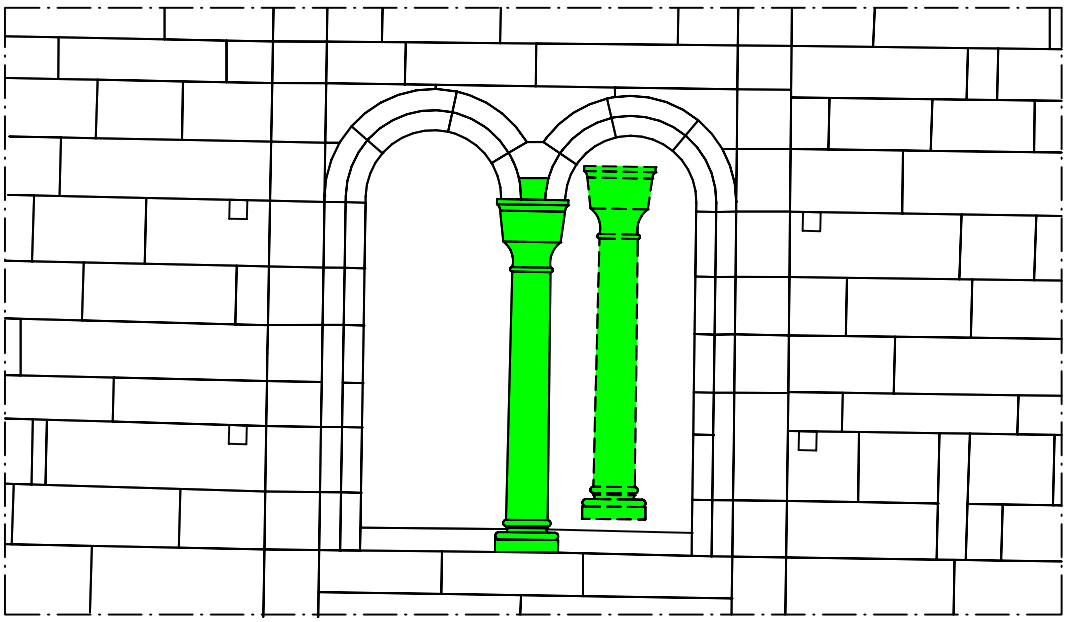
AMMONITICO VERONESE
E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA



PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

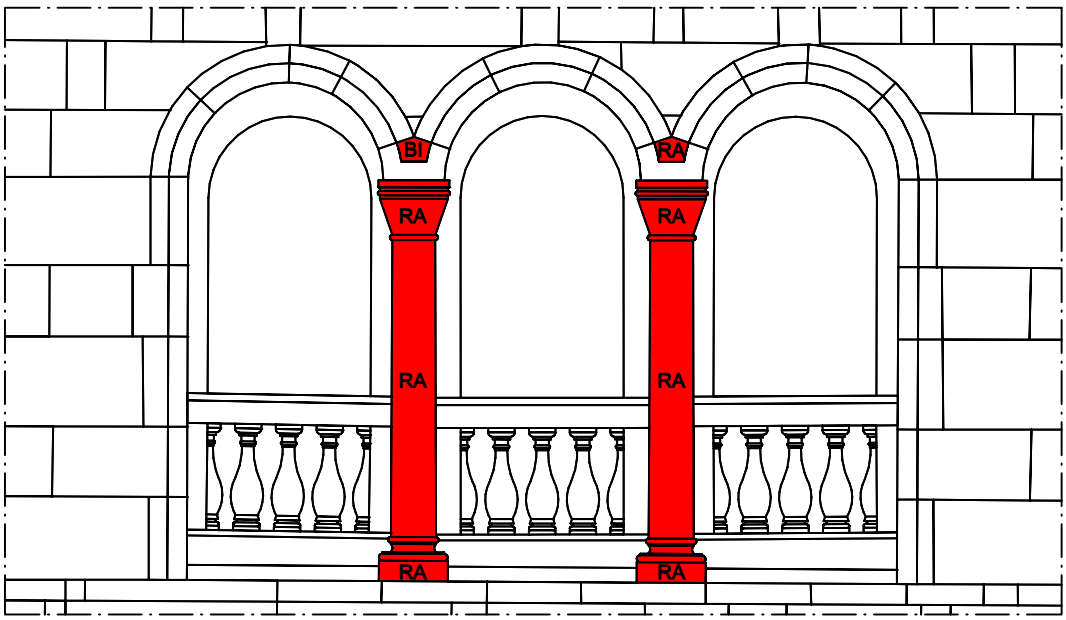


TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

TAV.20

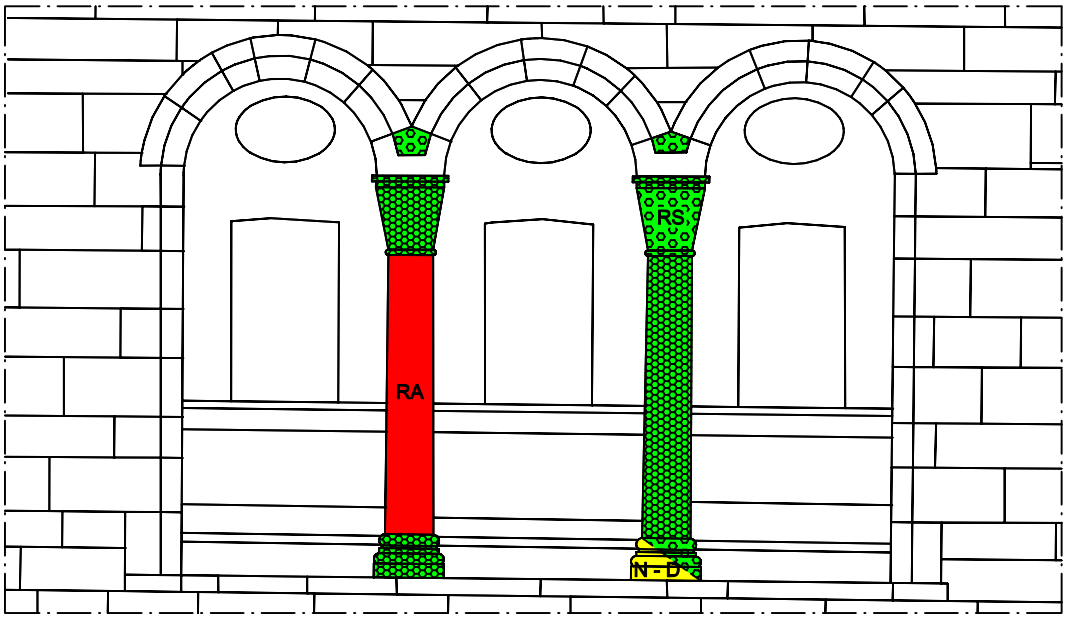
LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO OVEST



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

RA Rosa

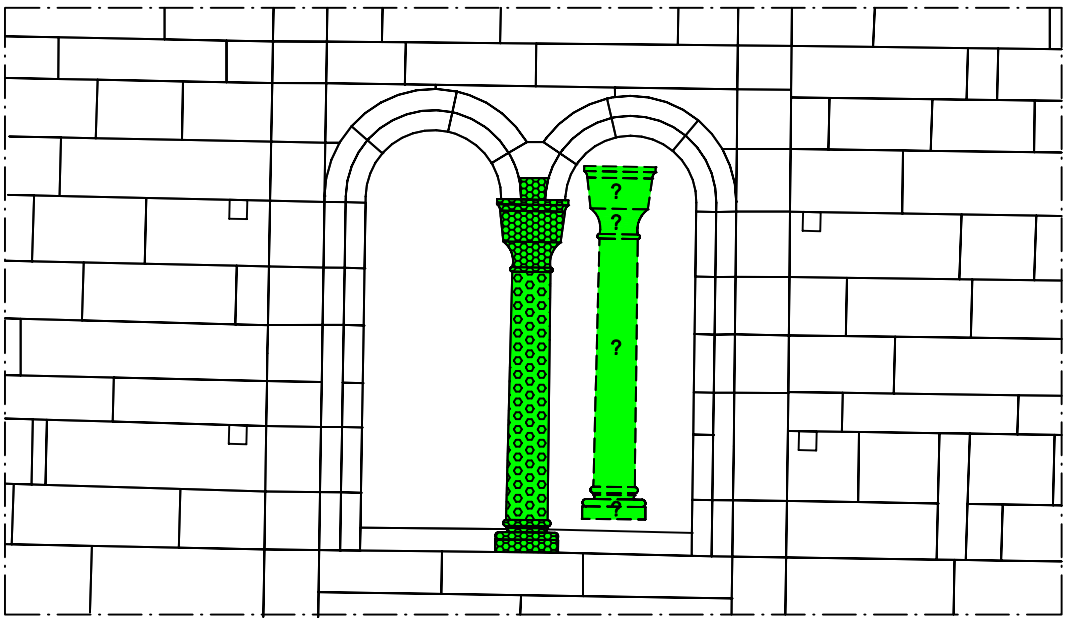
BI Bianco



PIETRA DI VICENZA

1-2 Facies 1-2

N - D Presenza di nummulite e discocicline (Tipo Chiampo)



GRANITELLO

Grana Grossa

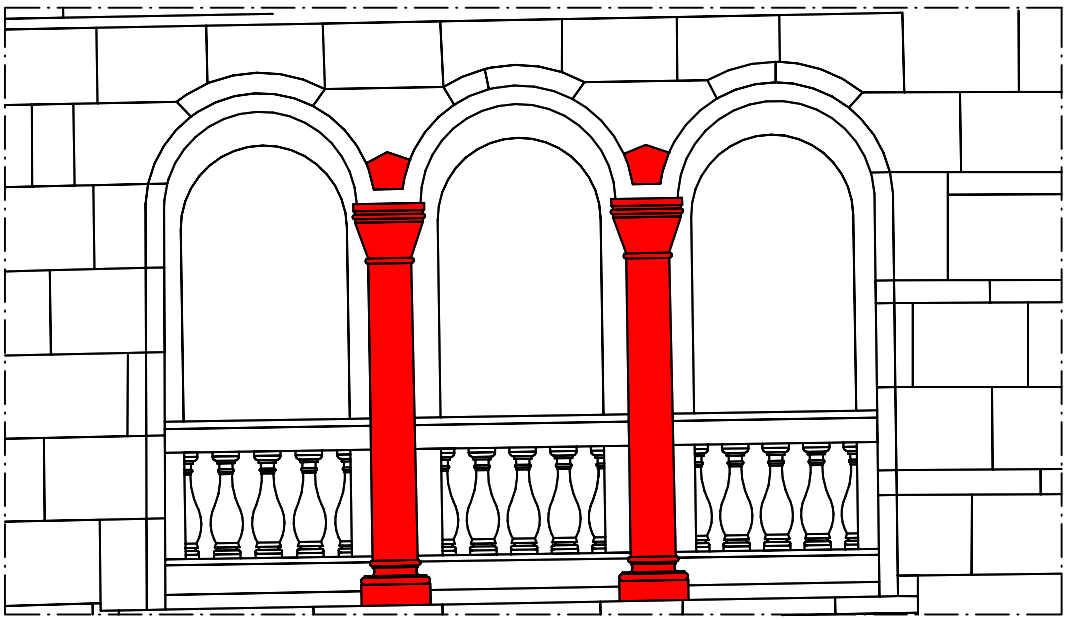
Grana Fine

RS Roman Stone

? Da verificare dopo la pulitura

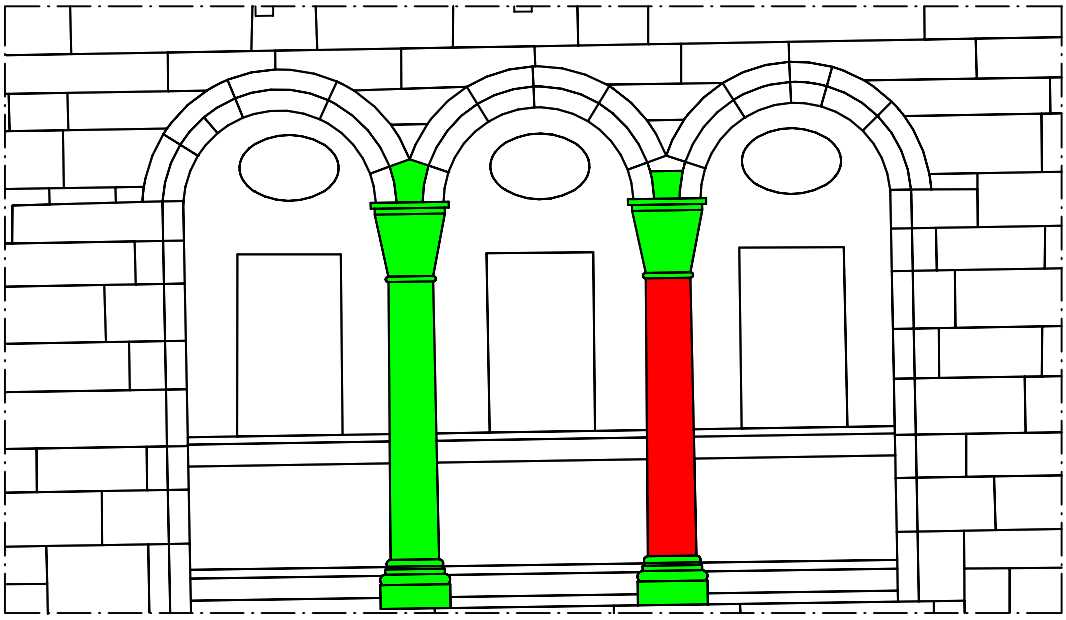
TAV.20 bis

LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO SUD



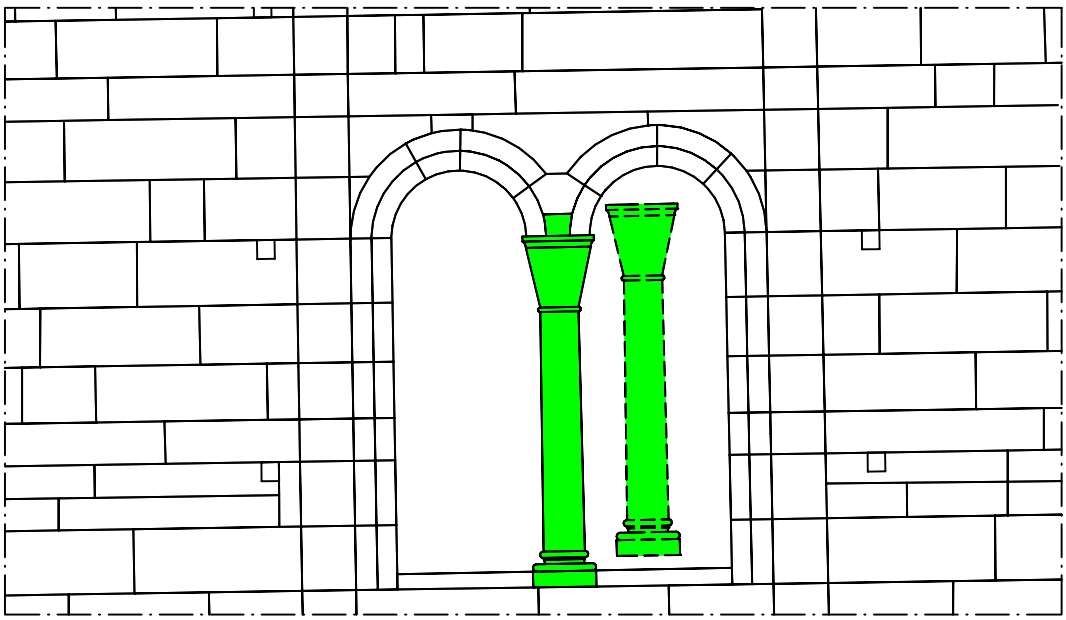
AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA



PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

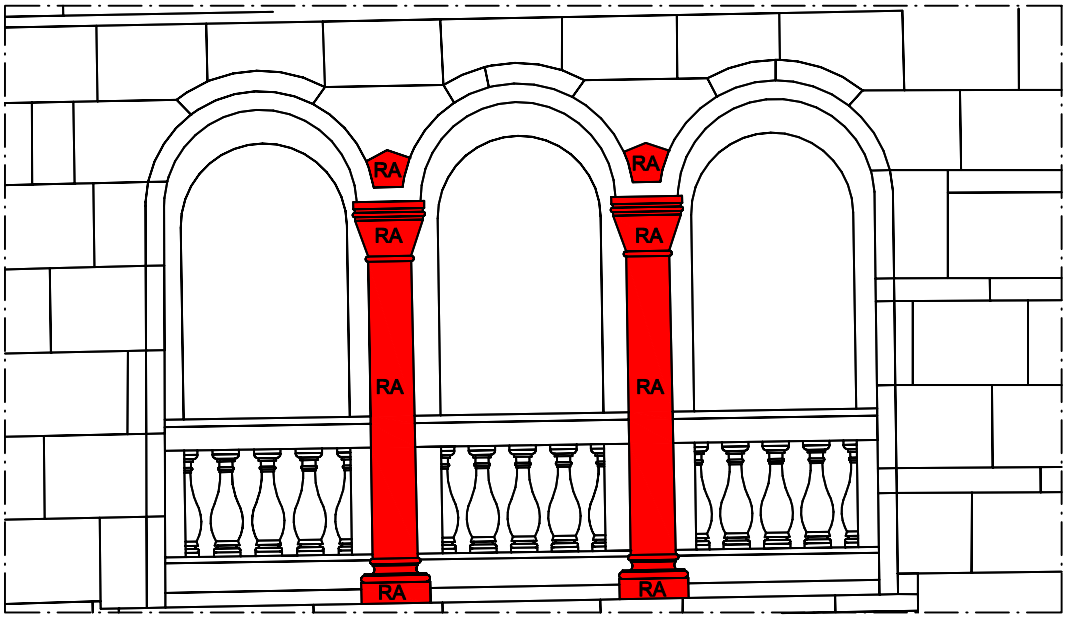


TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

TAV.21

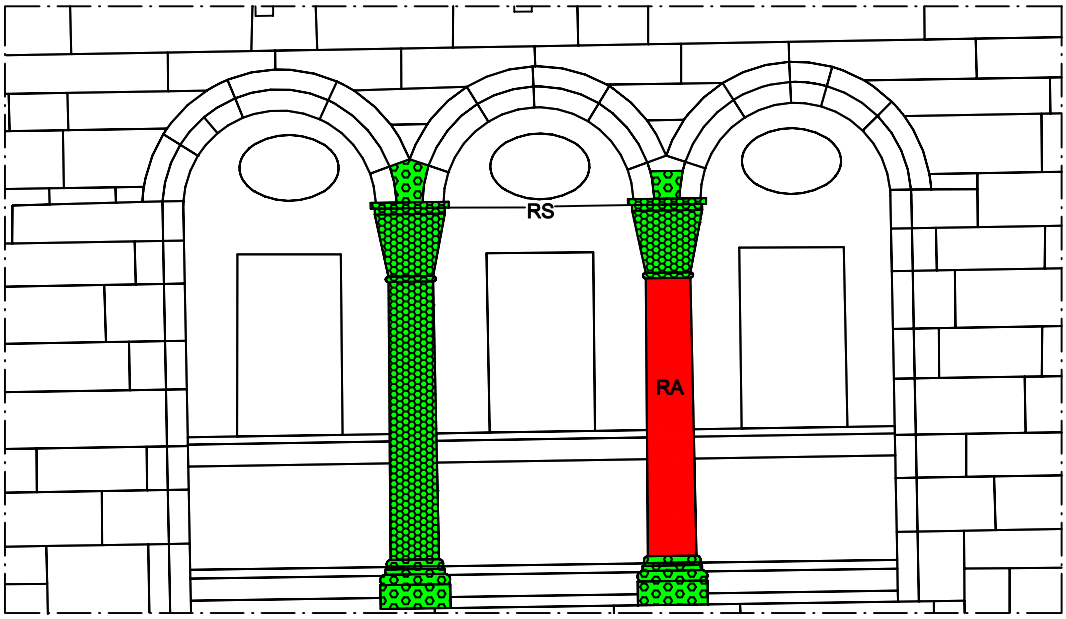
LITOLOGIA BIFORE E TRIFORE - PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

RA Rosa

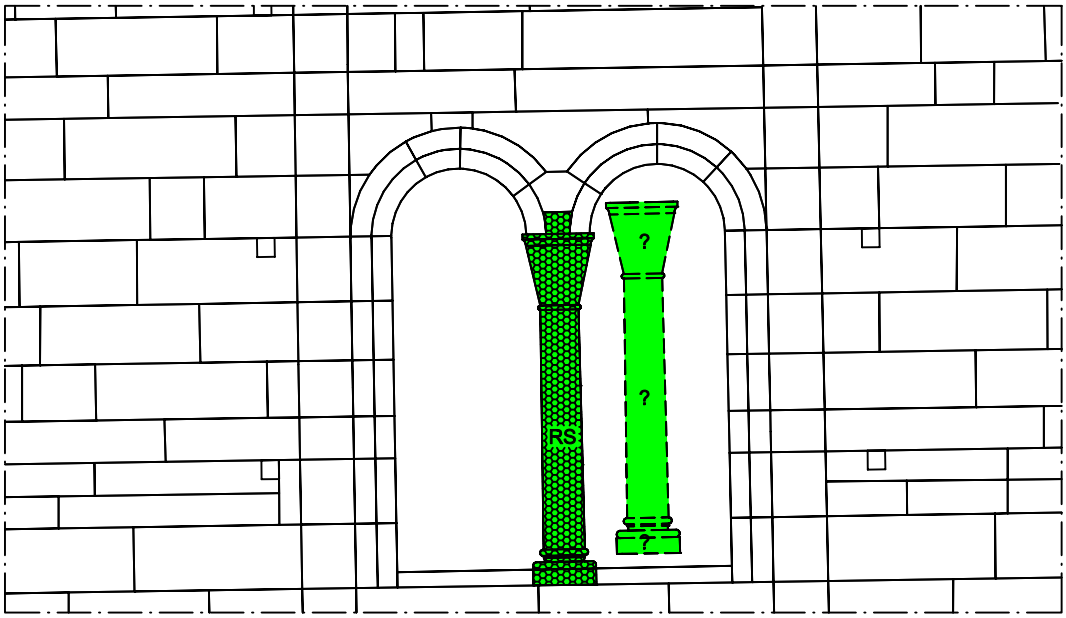
BI Bianco



PIETRA DI VICENZA

1-2 Facies 1-2

N - D Presenza di nummulite e discocicline (Tipo Chiampo)



GRANITELLO

Grana Grossa

Grana Fine

RS Roman Stone

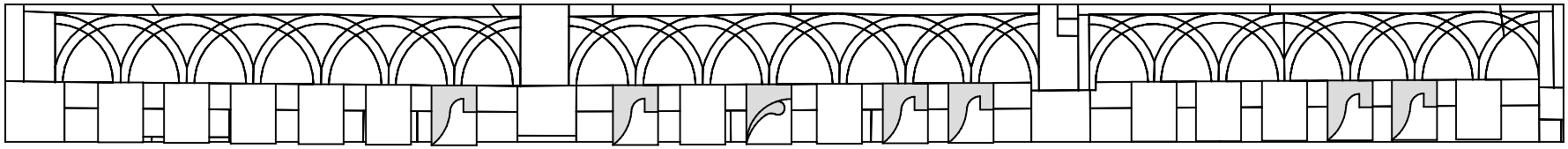
? Da verificare dopo la pulitura

TAV.21 bis

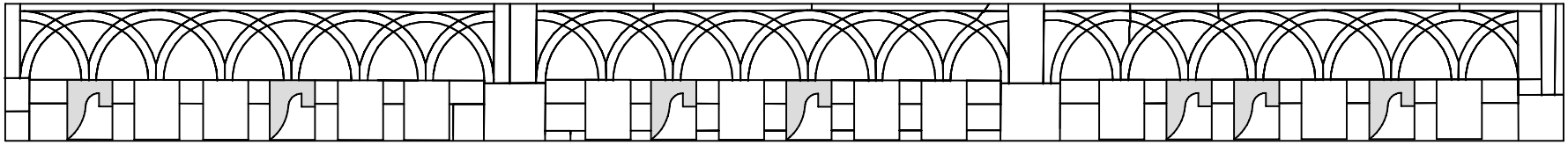
TIPOLOGIA MENSOLE GEOMETRICHE

PRIMA CORNICE

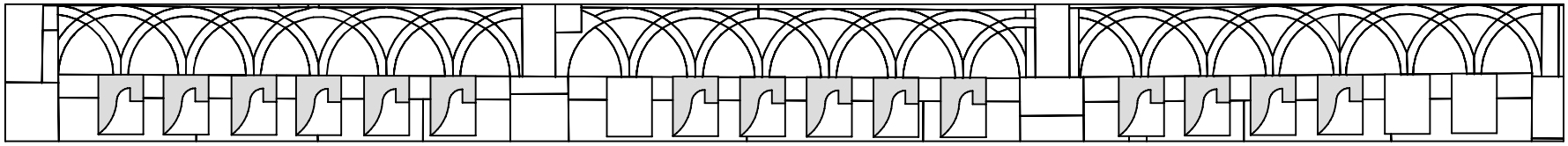
PROSPETTO EST



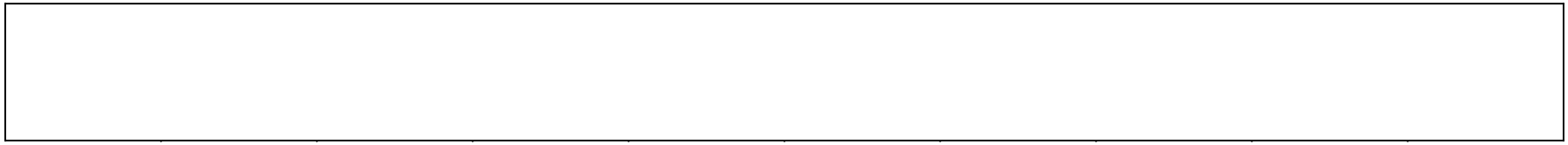
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



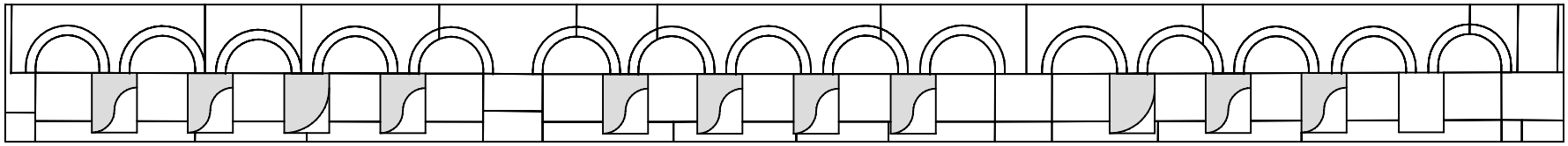


TAV.22

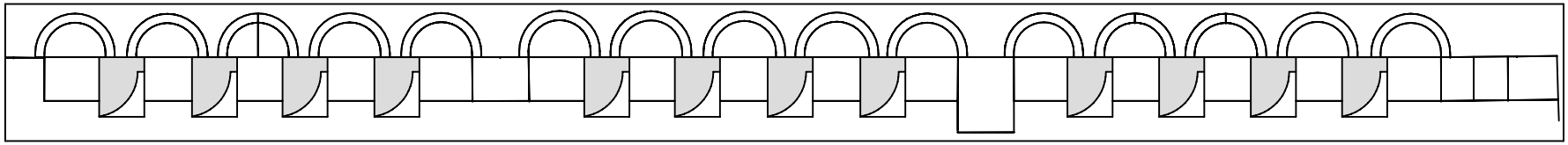
TIPOLOGIA MENSOLE GEOMETRICHE

SECONDA CORNICE

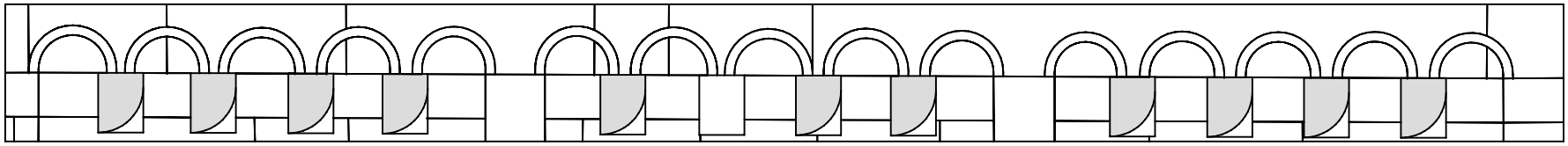
PROSPETTO EST



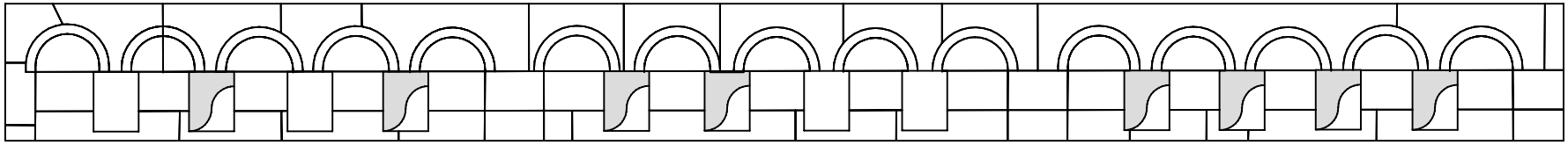
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



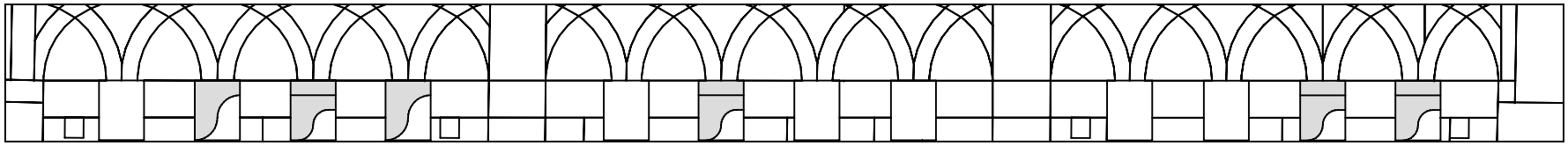


TAV.23

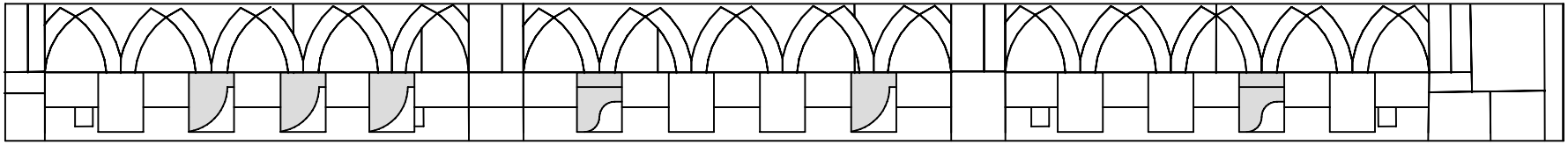
TIPOLOGIA MENSOLE GEOMETRICHE

TERZA CORNICE

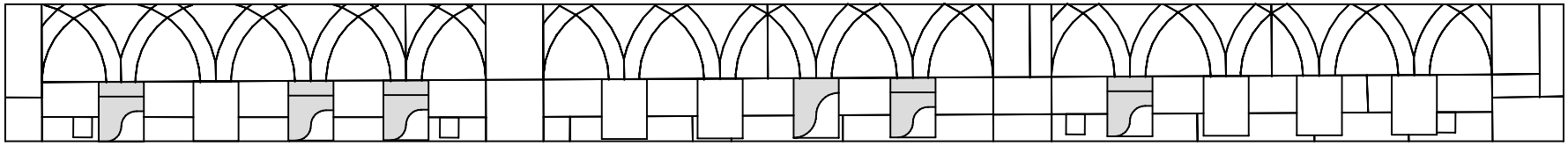
PROSPETTO EST



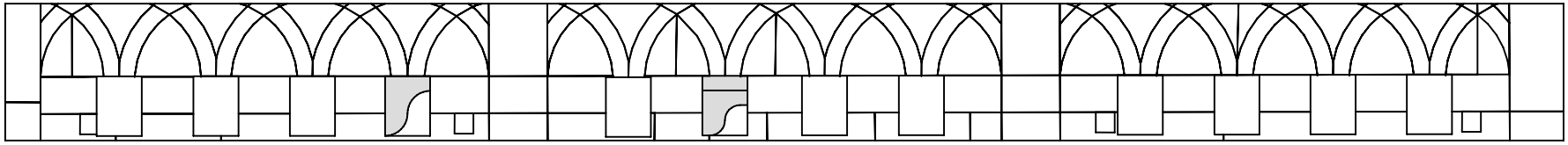
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



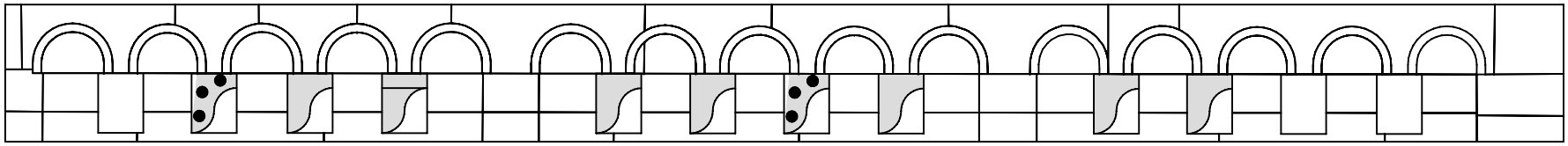


TAV.24

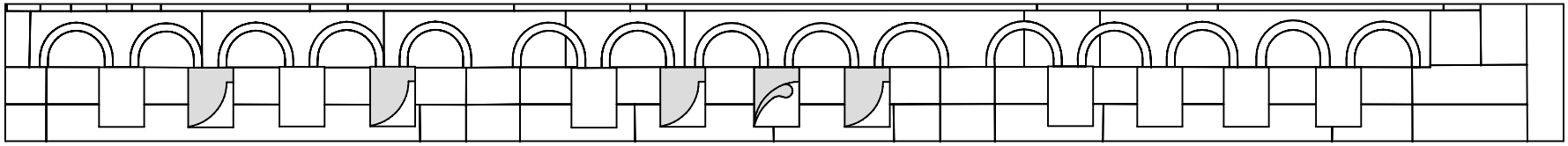
TIPOLOGIA MENSOLE GEOMETRICHE

QUARTA CORNICE

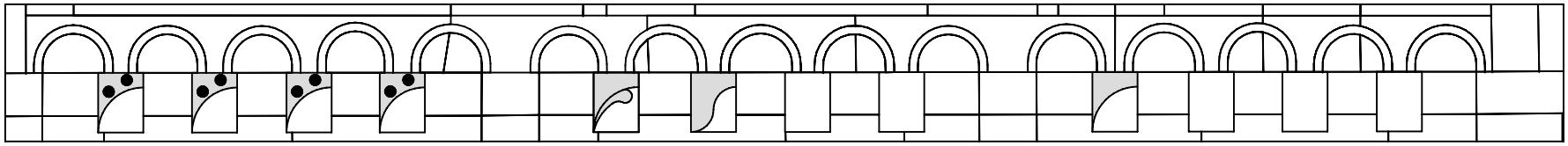
PROSPETTO EST



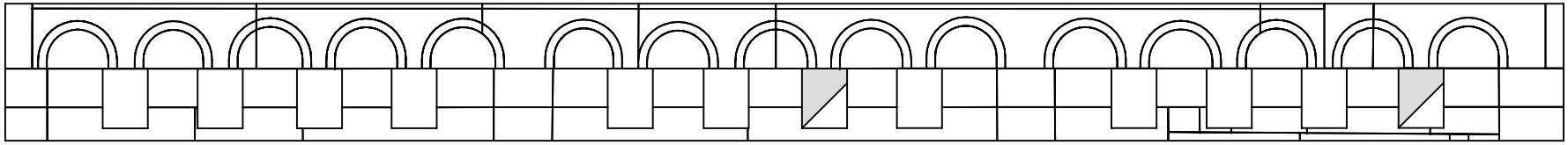
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



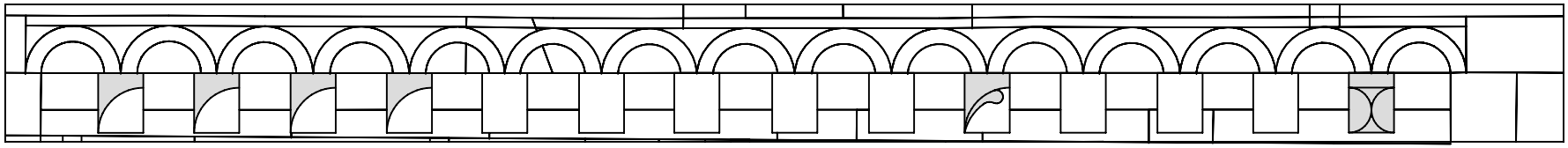


TAV.25

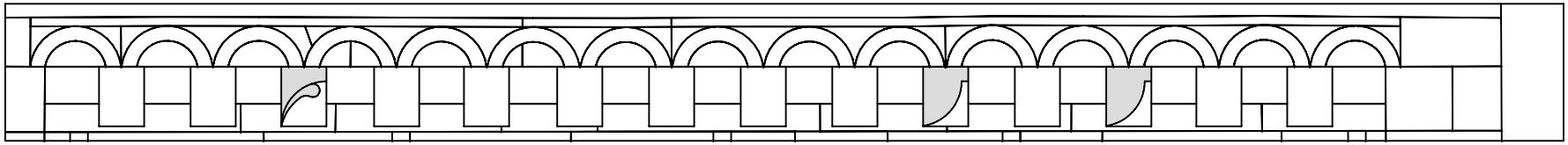
TIPOLOGIA MENSOLE GEOMETRICHE

QUINTA CORNICE

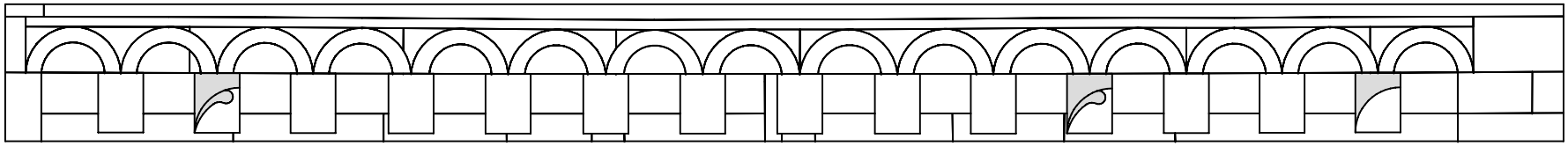
PROSPETTO EST



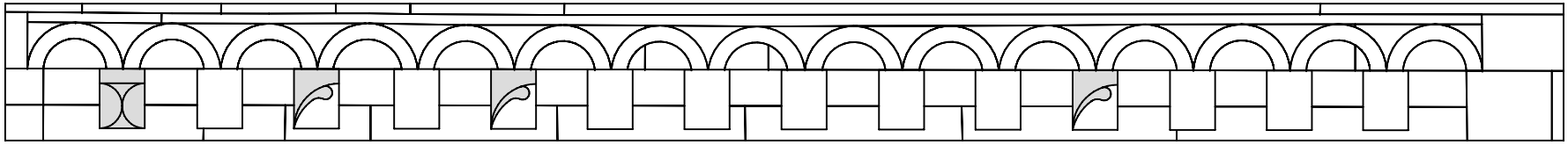
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



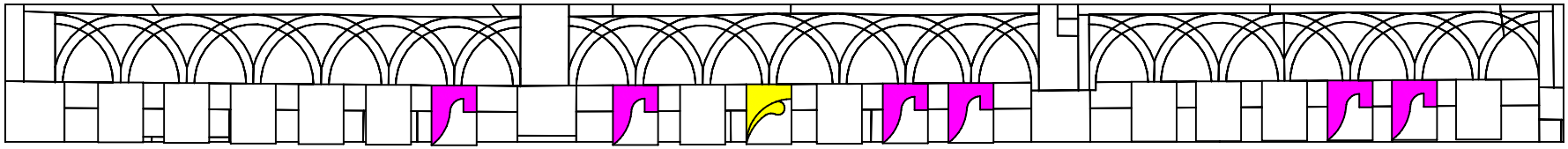


TAV.26

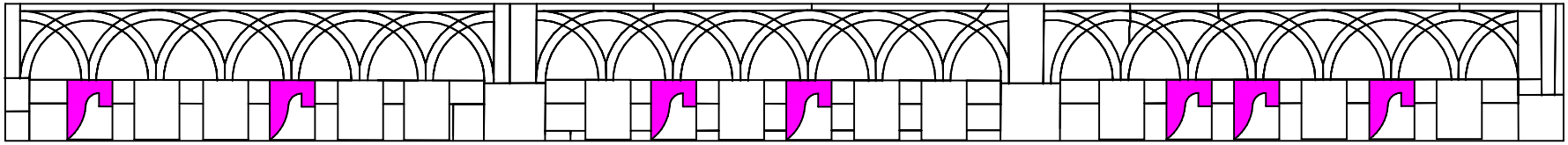
LITOLOGIA MENSOLE SOSTITUITE

PRIMA CORNICE

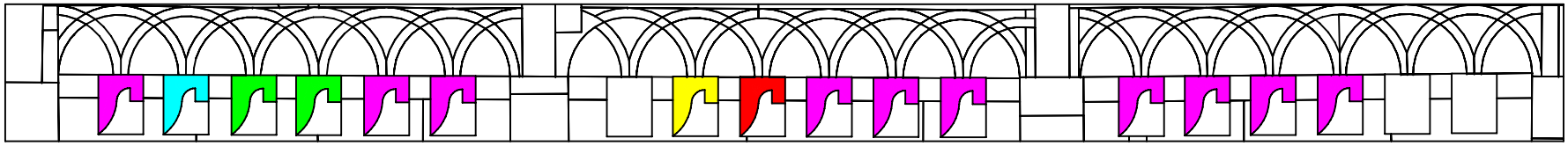
PROSPETTO EST



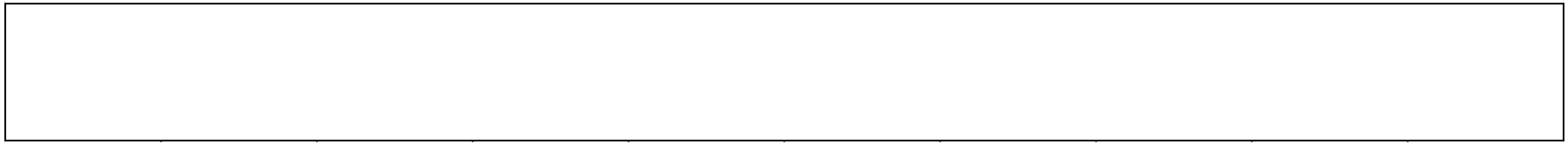
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

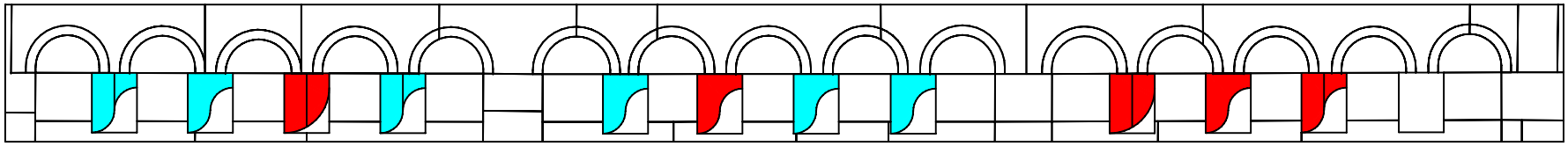
MARMO DI CARRARA

TAV.27

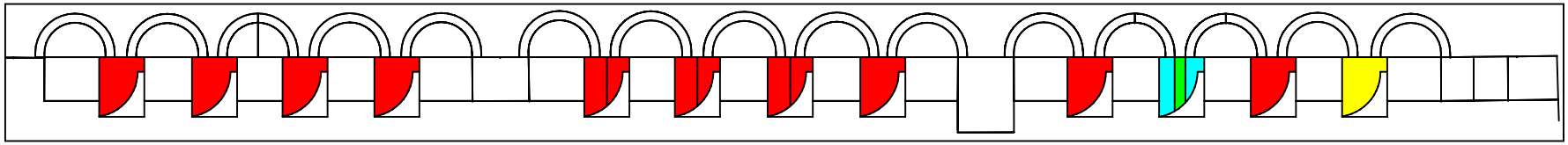
LITOLOGIA MENSOLE SOSTITUITE

SECONDA CORNICE

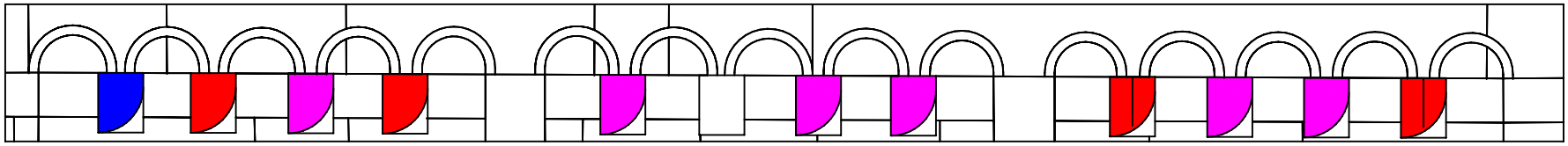
PROSPETTO EST



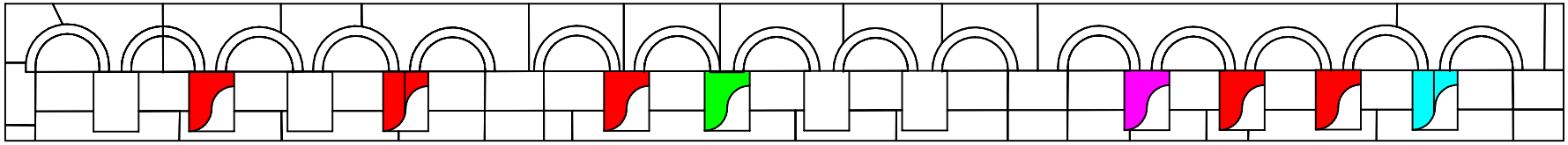
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

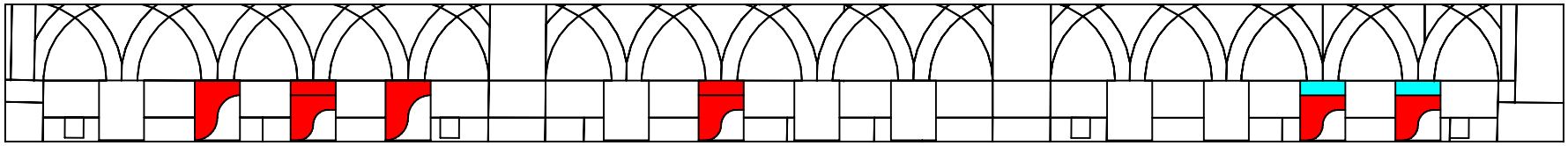
MARMO DI CARRARA

TAV.28

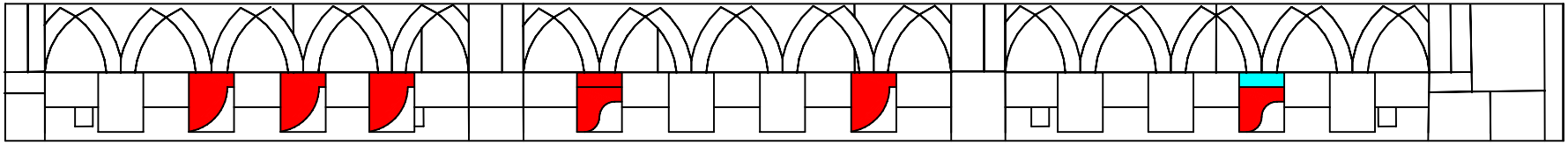
LITOLOGIA MENSOLE SOSTITUITE

TERZA CORNICE

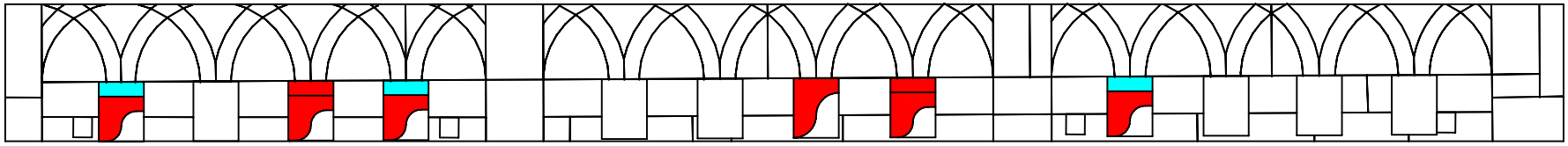
PROSPETTO EST



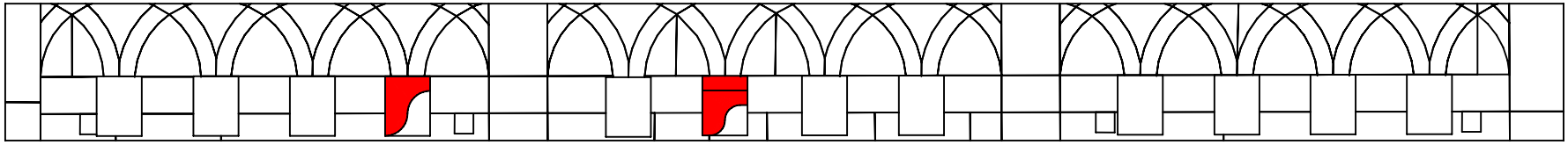
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

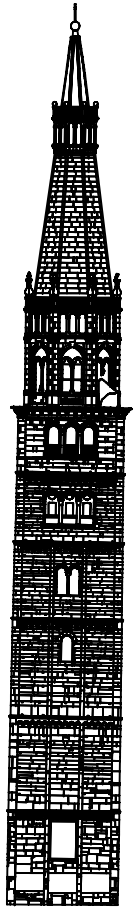
TRACHITE EUGANEA

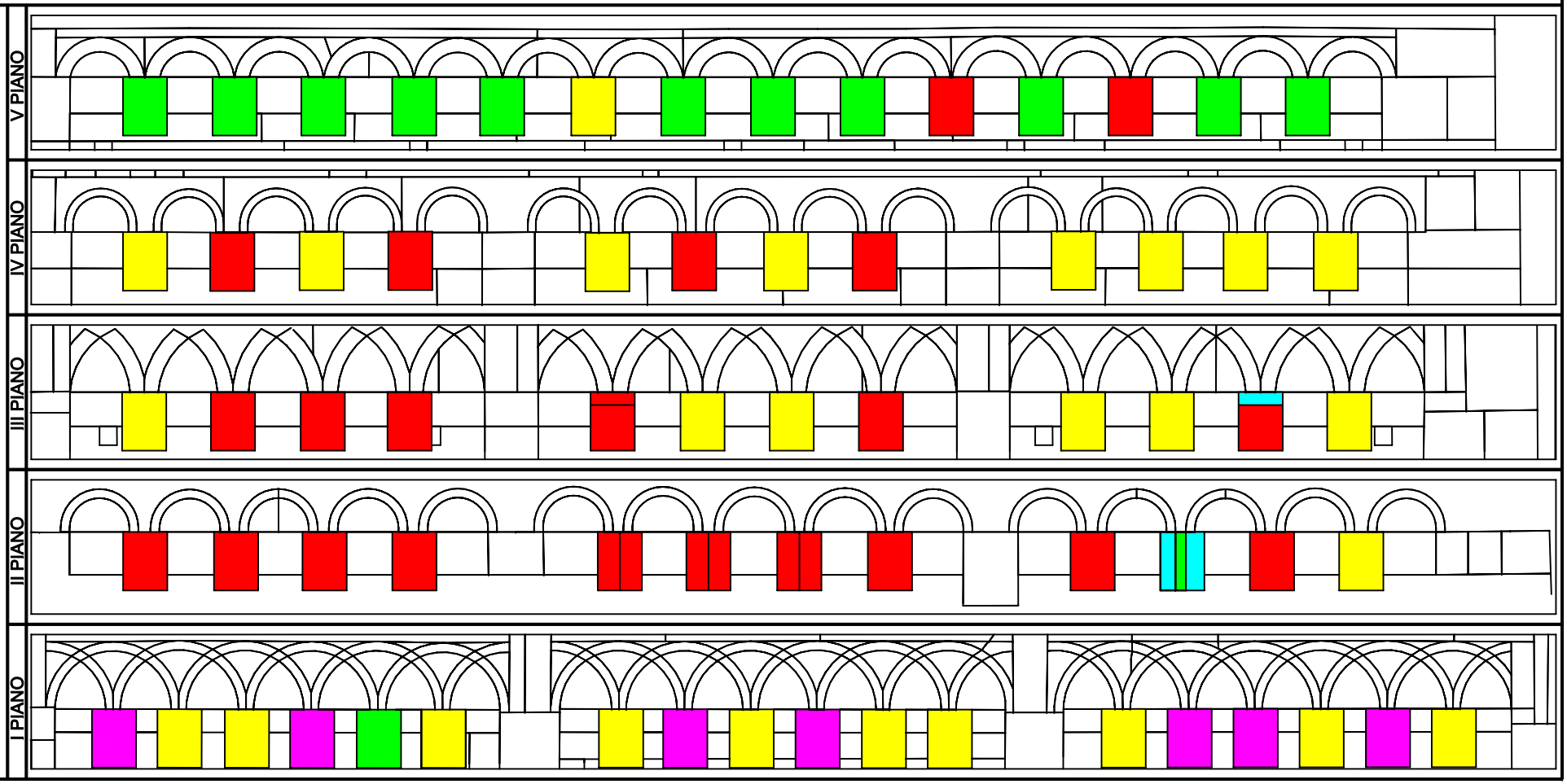
MARMO DI CARRARA

TAV.29

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO NORD





AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

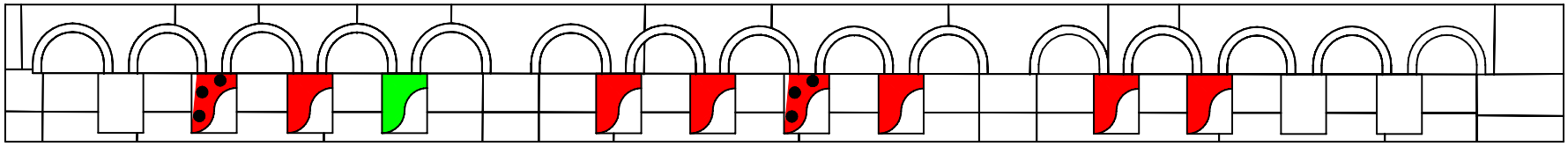
MARMO DI CARRARA

TAV.3

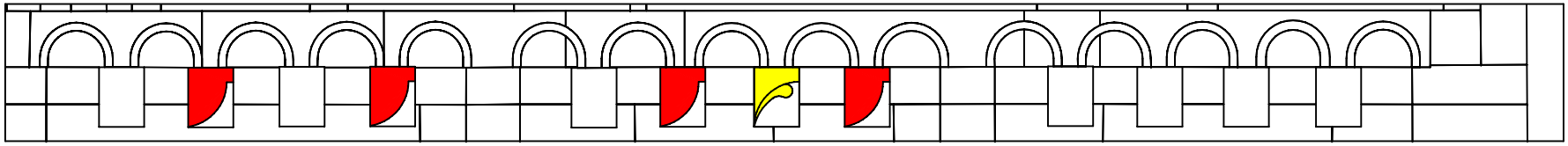
LITOLOGIA MENSOLE SOSTITUITE

QUARTA CORNICE

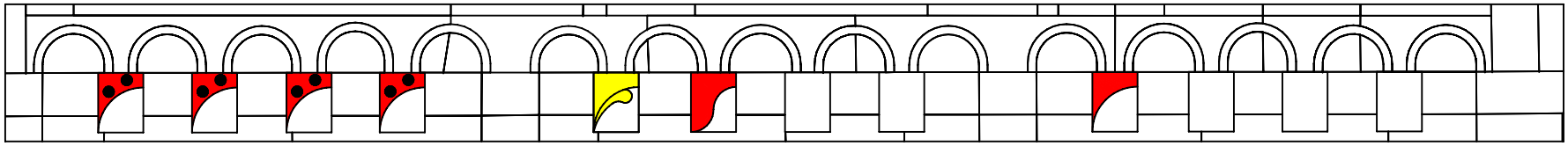
PROSPETTO EST



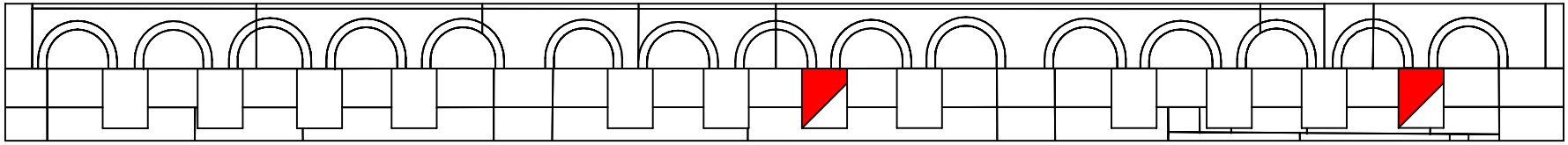
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

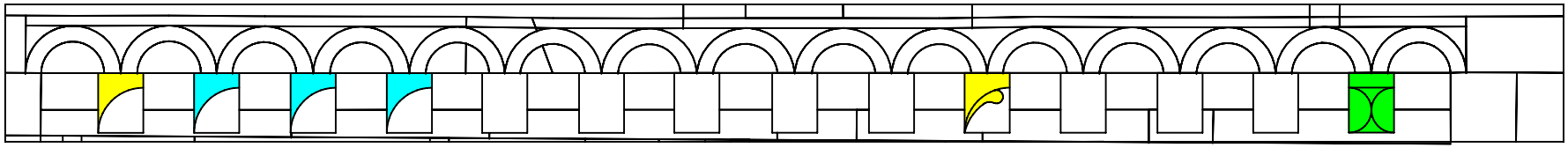
MARMO DI CARRARA

TAV.30

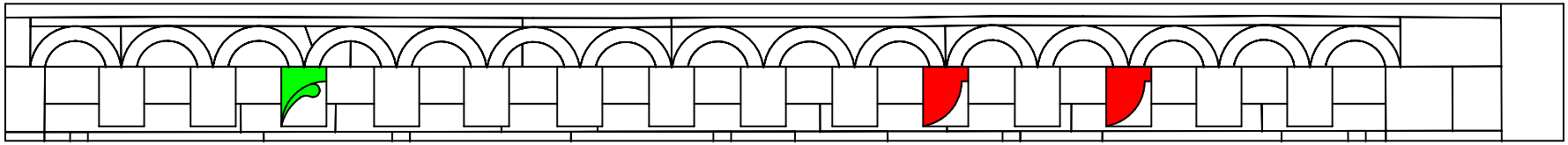
LITOLOGIA MENSOLE SOSTITUITE

QUINTA CORNICE

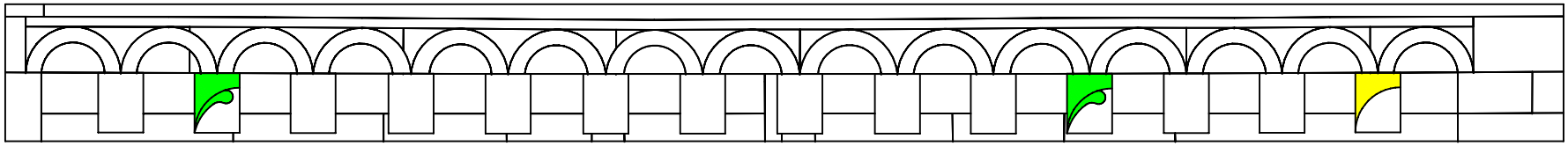
PROSPETTO EST



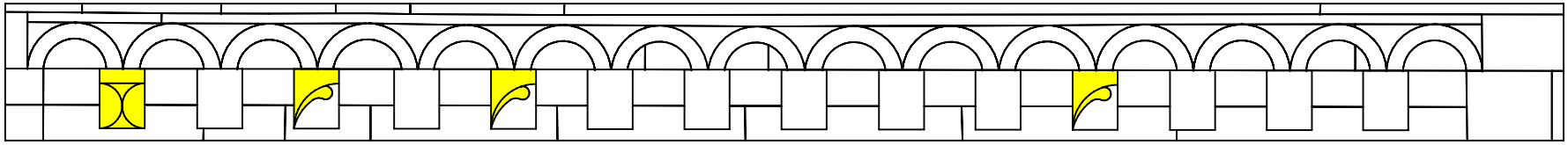
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

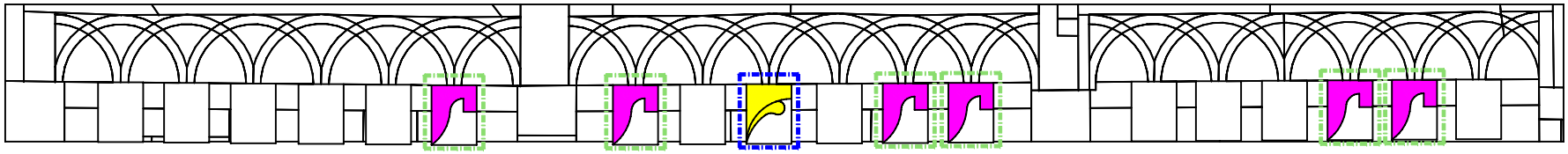
MARMO DI CARRARA

TAV.31

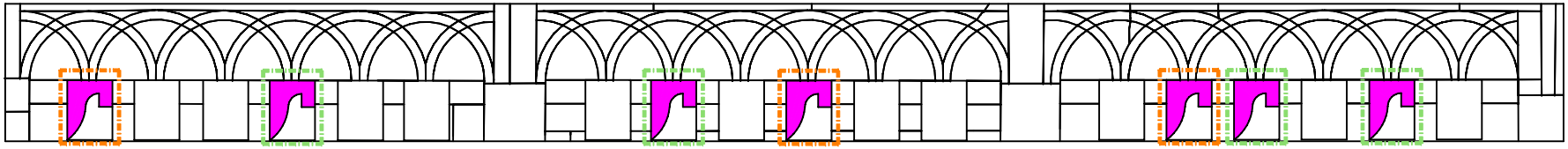
IPOTESI EPOCA DI SOSTITUZIONE

PRIMA CORNICE

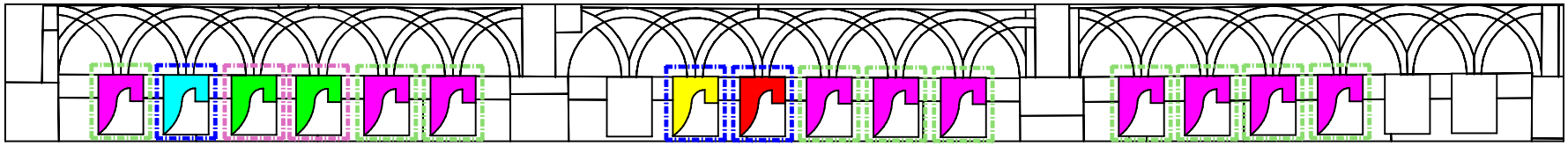
PROSPETTO EST



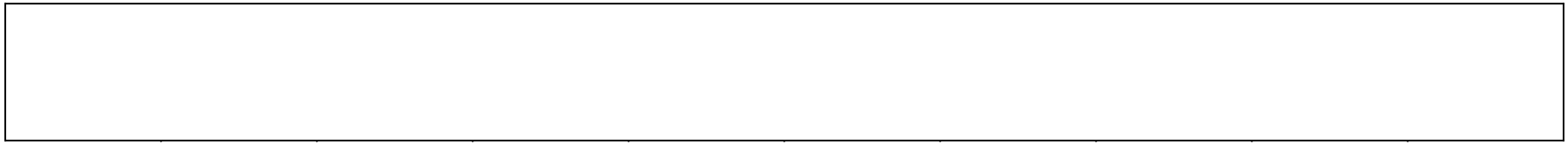
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

PRECEDENTE ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (probabile)

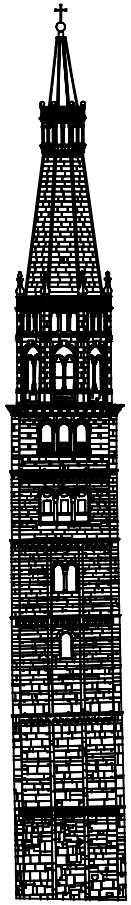
RESTAURI ANNI '70 (certo)

DATAZIONE INCERTA

TAV.32

LITOLOGIA PROTOMI

PROSPETTO EST



V PIANO

IV PIANO

III PIANO

II PIANO

I PIANO

AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

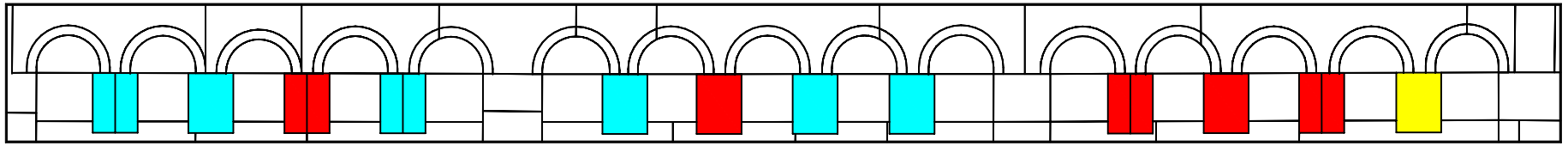
MARMO DI CARRARA

TAV.1

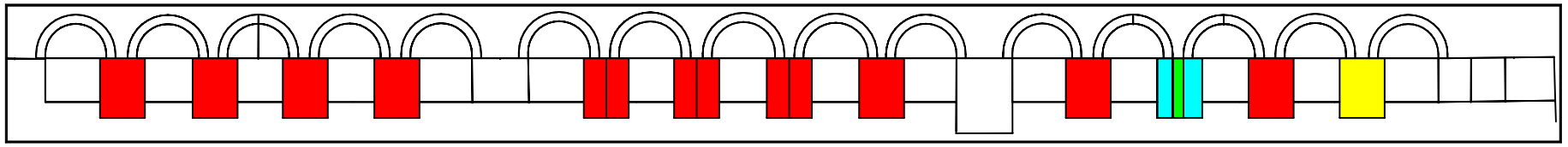
LITOLOGIA PROTOMI

SECONDA CORNICE

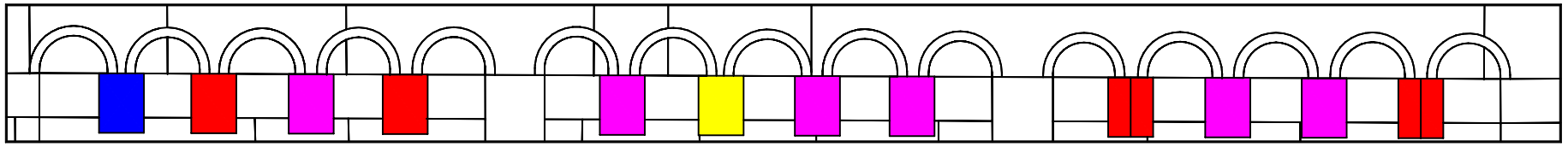
PROSPETTO EST



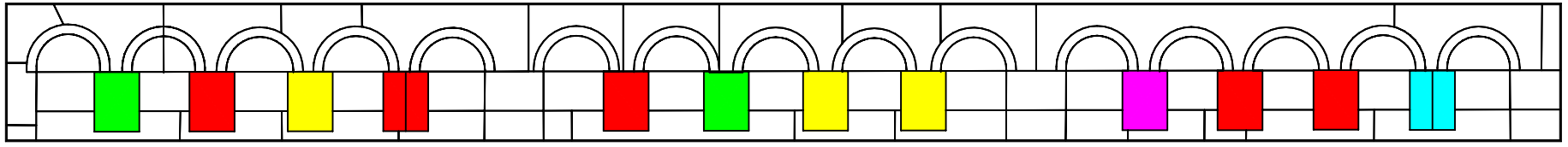
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

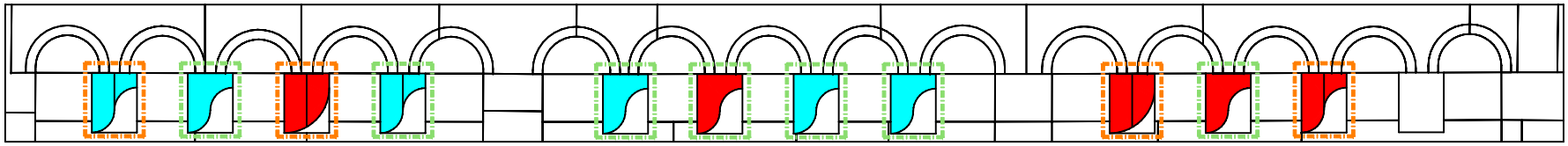
MARMO DI CARRARA

TAV.10

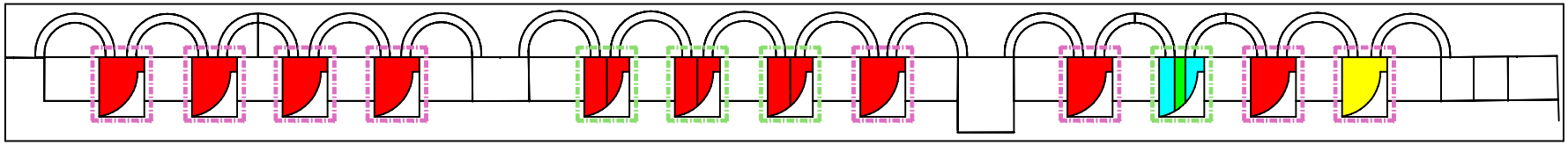
IPOTESI EPOCA DI SOSTITUZIONE

SECONDA CORNICE

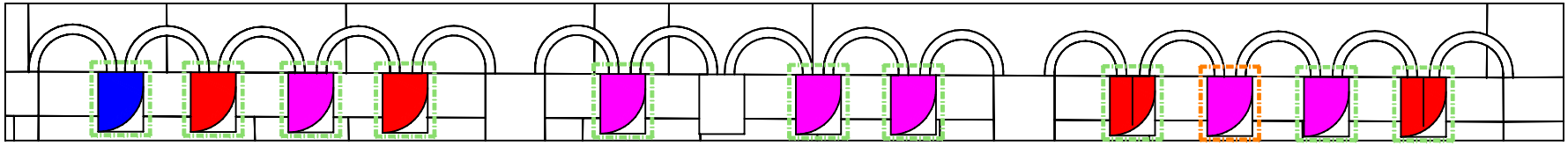
PROSPETTO EST



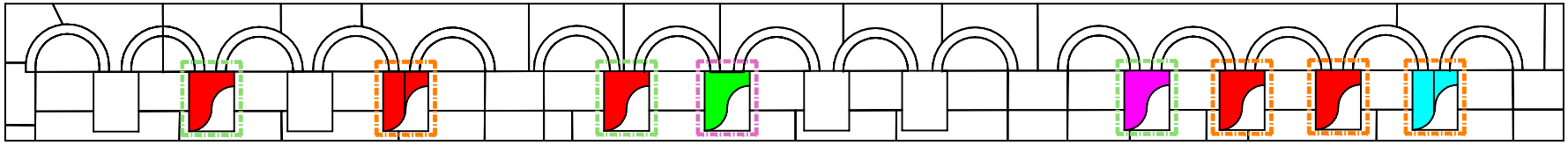
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

PRECEDENTE ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (certo)

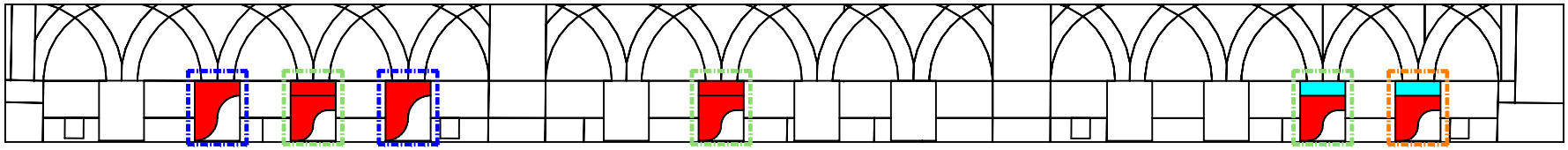
DATAZIONE INCERTA

TAV.34

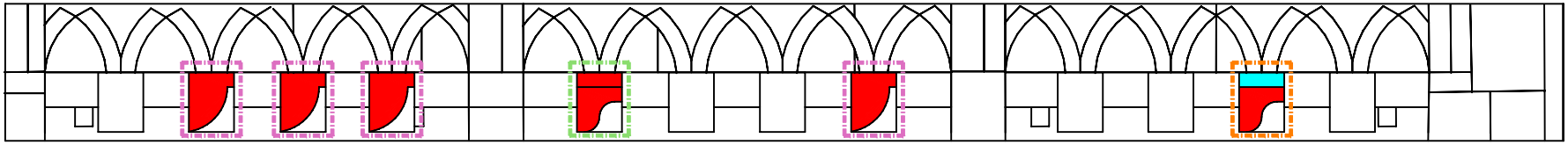
IPOTESI EPOCA DI SOSTITUZIONE

TERZA CORNICE

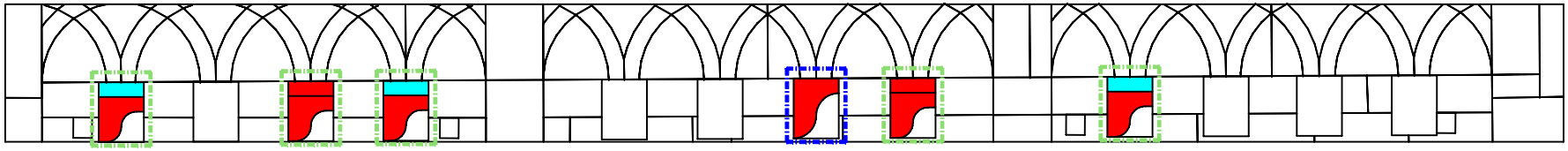
PROSPETTO EST



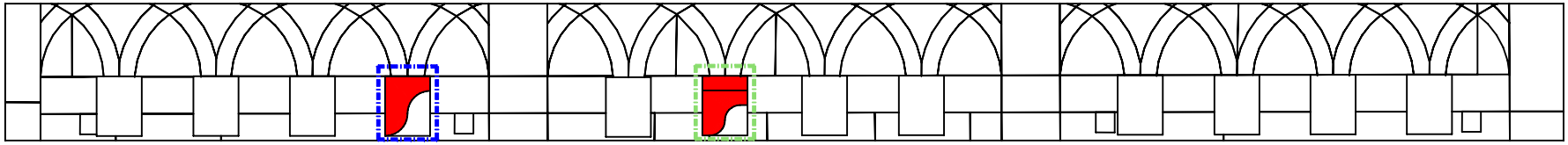
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

PRECEDENTE ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (certo)

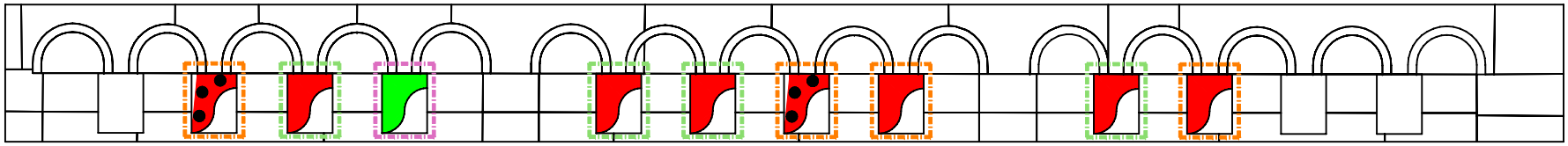
DATAZIONE INCERTA

TAV.35

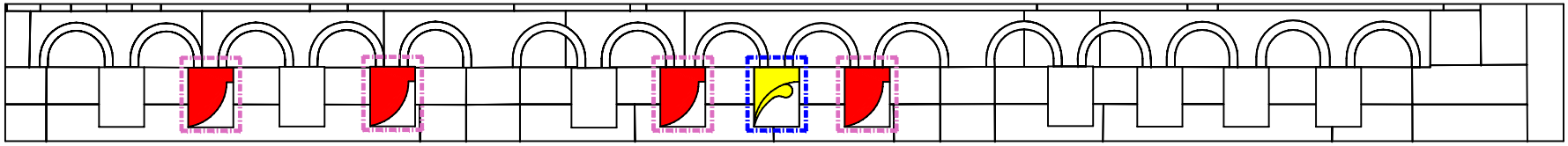
IPOTESI EPOCA DI SOSTITUZIONE

QUARTA CORNICE

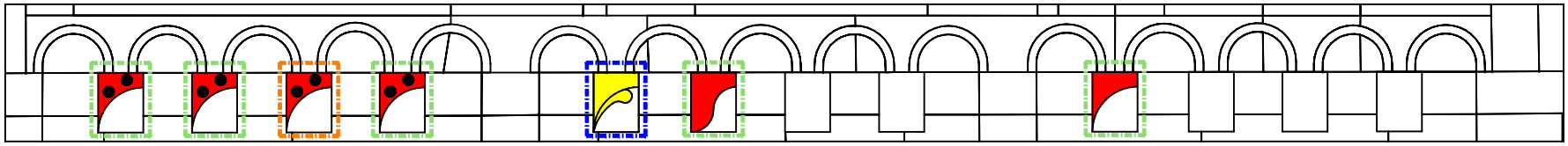
PROSPETTO EST



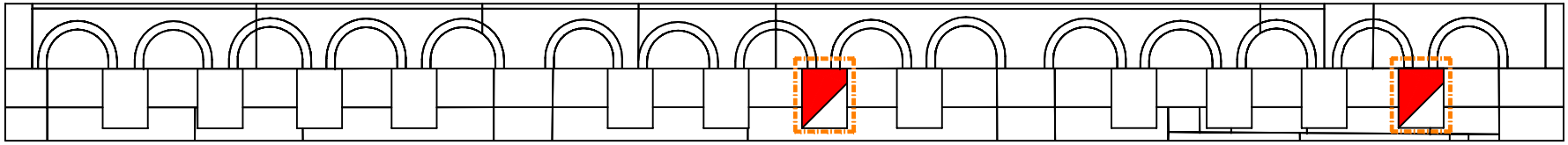
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

PRECEDENTE ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (certo)

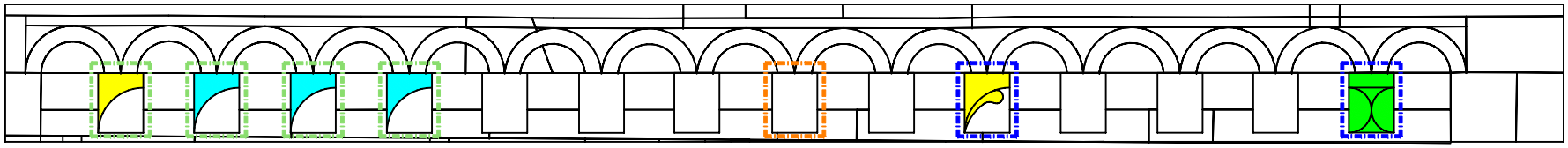
DATAZIONE INCERTA

TAV.36

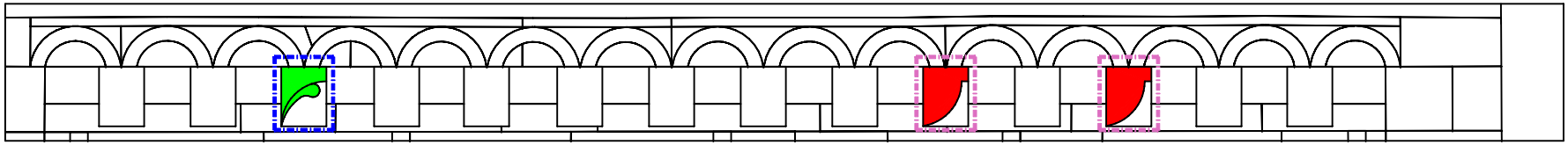
IPOTESI EPOCA DI SOSTITUZIONE

QUINTA CORNICE

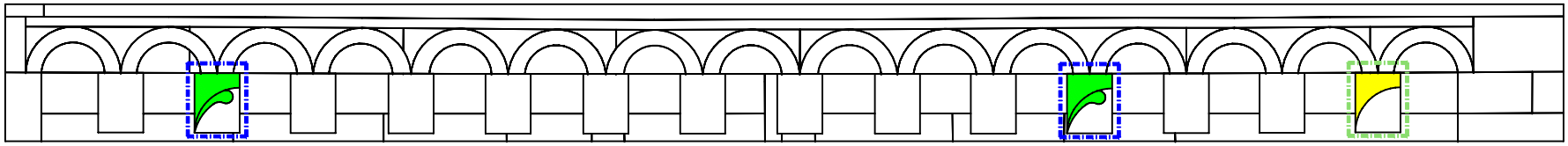
PROSPETTO EST



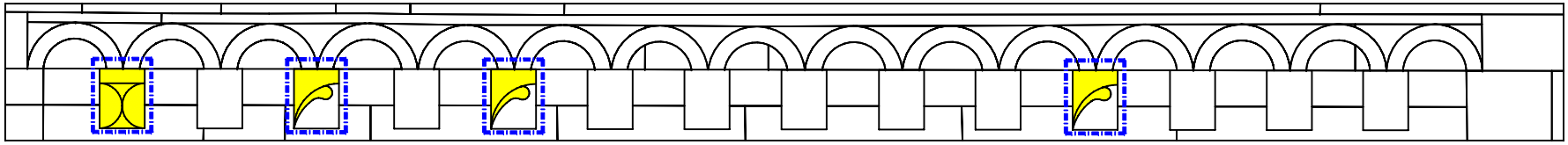
PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



AMMONITICO VERONESE E SCAGLIA VENETA

PIETRA D'ISTRIA

PIETRA DI VICENZA

GRANITELLO

TRACHITE EUGANEA

MARMO DI CARRARA

PRECEDENTE ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (probabile)

RESTAURI ANNI '70 (certo)

DATAZIONE INCERTA

TAV.37

I DATI DEL MONITORAGGIO PER LA COMPRENSIONE DEI MOVIMENTI VERTICALI DELLA TORRE GHIRLANDINA

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE GHIRLANDINA TOWER VERTICAL DISPLACEMENTS

Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile
Eleonora Bertacchini, Alessandro Capra, Cristina Castagnetti, Marco Dubbini, Emanuele Boni

La guglia dopo il restauro.



I sistemi di monitoraggio nel tempo non devono essere considerati come semplici strumenti di controllo del comportamento attuale e di allarme quando i dissesti raggiungono valori di rischio, ma vanno considerati strumenti di studio e di conoscenza da associare a tutto l'insieme delle informazioni che sono indispensabili per identificare il comportamento di una struttura e, ancor più, per prevederne eventuali modificazioni. Il monitoraggio degli edifici storici ha come obiettivo primario quello di stabilire le correlazioni nel tempo tra azioni e risposte delle strutture. Le misure devono inoltre coprire periodi temporali significativi per riuscire a cogliere i fenomeni lenti, per identificare le conseguenze delle variazioni termiche stagionali e per cogliere gli effetti delle alterazioni dell'ambiente circostante.
Dal punto di vista del controllo dei movimenti verticali, il monitoraggio tramite livellazione geometrica di precisione è attivo dagli anni '80, anche se dopo un periodo di sospensione negli anni '90 è stato riattivato nel 2007.
Dal 2007 al 2010, i tre anni di monitoraggio dei movimenti verticali della Ghirlandina e del centro storico monumentale costituiscono pertanto un intervallo di tempo significativo, ma non certo esaustivo. Il monitoraggio moderno costituisce pertanto solo l'ultima parte di un monitoraggio storico, da realizzare sia sulla base dei documenti d'archivio, sia dei dati che lo stesso monumento può fornire.

It is important to outline that monitoring systems, when applied to a slender and leaning tower, as the Ghirlandina, do not simply represent a tool to check on the actual behavior or to highlight the approach of a threshold or alarming value. The monitoring has to be considered a powerful tool of knowledge as well. For this reason, it is important to establish a correlation between the actual monitoring data with those deduced from the reconstruction of the history of the monument. Thus, the actual monitoring of vertical displacements (2007-2010) can be viewed as the final stage of a long-term historical monitoring.

Il fenomeno della subsidenza nella piana modenese e nella zona monumentale del centro storico di Modena

A partire dal 1980 il Comune di Modena ha avviato una organica attività di studio del fenomeno della subsidenza. Considerata l'entità del fenomeno in esame, il Comune di Modena ha deciso di approfondire ulteriormente l'andamento dei movimenti verticali del terreno nella zona monumentale del centro storico, soprattutto allo scopo di investigare gli effetti di eventuali cedimenti differenziali sulla stabilità del Duomo e della torre Ghirlandina. Gli studi per il monitoraggio dei movimenti verticali del suolo sono così ripresi a partire dal Dicembre 2007, a cura del dipartimento di Ingegneria meccanica e civile dell'Università di Modena, sotto la responsabilità scientifica del professor Alessandro Capra.

The subsidence of the Modena alluvial plain and of the monumental center of Modena

Since 1980 the Town Council of Modena has promoted studies and investigations related to the subsidence of the Modena alluvial plain. Since the subsidence phenomenon was very pronounced, the Municipality of Modena decided to monitor the vertical movements within the historical area, with the aim of detecting the differential vertical displacements that were producing detrimental effects on the stability of the Cathedral and the Ghirlandina tower. These measurements started in November 2007, under the scientific responsibility of Professor Alessandro Capra, Department of Mechanical and Civil Engineering, University of Modena and Reggio Emilia.

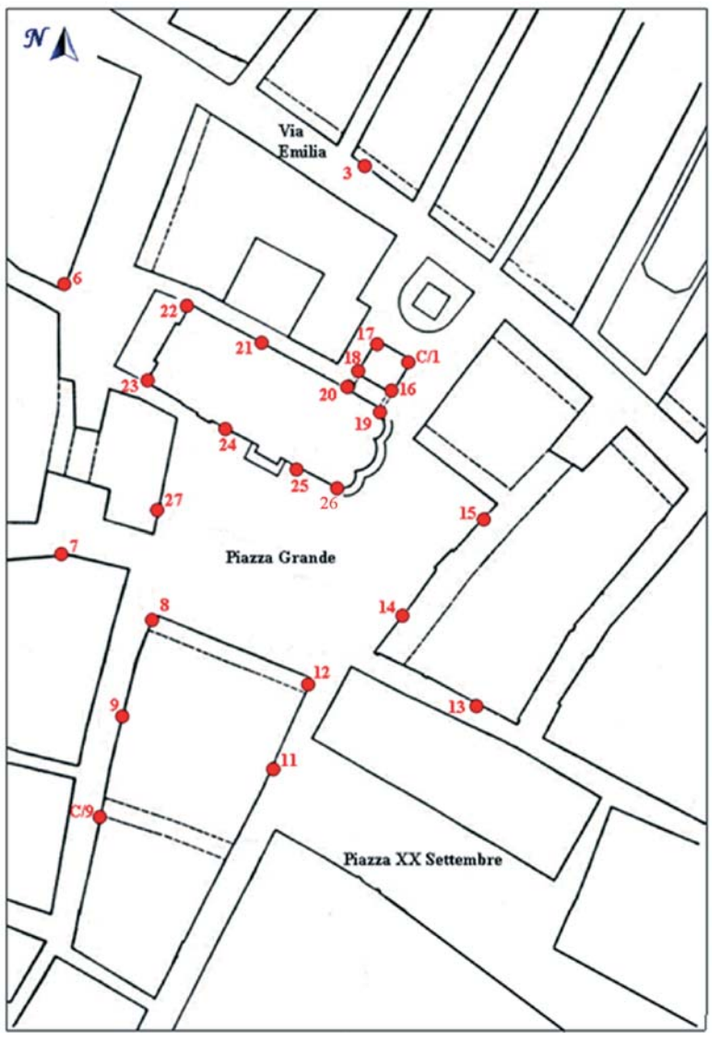


Tabella 1 Quota relativa (m) dei capisaldi rispetto al caposaldo n. 12 fissato a quota 10 m; abbassamenti (mm) ed effetti differenziali nei diversi anni.
Benchmark elevations (m) with respect to fixed elevation (10 m) of point No. 12; vertical displacements (mm) and differential effects through years.

Fig. 1 Rete altimetrica per il controllo della subsidenza del centro storico monumentale di Modena.
High precision leveling network for subsidence monitoring in monumental centre of Modena.

La rete altimetrica installata nel 1984, inizialmente costituita di 29 capisaldi, attualmente consta di 24 capisaldi (fig. 1) e viene rilevata attraverso livellazione geometrica di alta precisione (precisione di 0,1 mm nella determinazione dei dislivelli). Vengono inoltre utilizzati due capisaldi che fanno parte della rete principale modenese (C/1 e C/9) e che consentono di inquadrare la rete all'interno della rete altimetrica del centro storico di Modena. In particolare è possibile ricavare la quota assoluta dei capisaldi tramite il collegamento altimetrico dei suddetti punti con il caposaldo di riferimento detto del Pescale, collocato negli Appennini modenesi in area cosiddetta geologicamente stabile. Questo punto, è infatti il punto di emanazione delle quote dell'area di Modena. Attualmente si dispone di quattro rilievi completi della rete, effettuati rispettivamente nel Dicembre 2007, Aprile 2008, Novembre 2008 e Settembre 2010. Lo schema di misure è sufficientemente ridondante da consentire il controllo di chiusura su diversi anelli, prima di procedere all'elaborazione e alla compensazione delle osservazioni. È stata

A high-precision leveling network made of 29 benchmarks was originally installed in 1984 and it is now comprehensive of 24 benchmarks (Fig.1). It is surveyed with high level of precision (standard deviation of 0.1 mm in height difference determination). Moreover, two benchmarks of the higher order leveling network of Modena area (C/1 and C/9) are used to refer the monumental centre network to the historical centre network. It is possible to determine the benchmark absolute elevation through the altimetrical connection of these points to a reference benchmark, the Pescale point, located in the Modena Appennines, in a stable geological area. At present, four surveys of the whole monumental centre network have been performed, in December 2007, April and November 2008, and September 2010, respectively. The measurements pattern was sufficiently redundant in order to allow a closure control on several rings, before proceeding to data processing and network adjustment; an average precision of 0.1-0.2 mm in

ID	Quota [m] 12-1991	Quota [m] 12-2007	Quota [m] 04-2008	Quota [m] 11-2008	Quota [m] 09-2010	Δ[mm] 11/'08-12/'91	Δ[mm] 09/'10-12/'91	Δ[mm] 11/'08-12/'07	Δ[mm] 09/'10-12/'07	Δ[mm] 09/'10-11/'08
1	9,0149									
2	9,1864									
3	8,9704	8,9589	8,9578	8,9576	8,9555	-12,75	-14,85	-1,26	-3,36	-2,10
4	9,3263									
5	9,1792									
6	9,0622	9,0462	9,0456	9,0450	9,0437	-17,21	-18,51	-1,16	-2,46	-1,30
7	9,4245	9,4120	9,4101	9,4096	9,4096	-14,93	-14,93	-2,42	-2,42	0,00
8	9,9369	9,9335	9,9330	9,9329	9,9331	-4,01	-3,81	-0,57	-0,37	0,20
9			9,9418	9,9422	9,9430					0,80
10	9,7037									
11	9,9579	9,9563	9,9567		9,9573		-0,55		1,04	
12	*10,0000*	*10,0000*	*10,0000*	*10,0000*	*10,0000*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*0,00*
13	9,5486		9,5420		9,5408		-7,78			
14	9,8108	9,8053	9,8052	9,8050	9,8048	-5,78	-5,98	-0,28	-0,48	-0,20
15	9,8291	9,8215	9,8213	9,8212	9,8200	-7,87	-9,07	-0,33	-1,53	-1,20
16	9,3868	9,3662	9,3644	9,3638	9,3601	-22,97	-26,67	-2,43	-6,13	-3,70
17	9,1376	9,1178	9,1153	9,1143	9,1104	-23,28	-27,18	-3,53	-7,43	-3,90
18	9,4048	9,3839	9,3814	9,3812	9,3774	-23,60	-27,40	-2,67	-6,47	-3,80
19	9,1019	9,0890	9,0882	9,0878	9,0855	-14,10	-16,40	-1,15	-3,45	-2,30
20		9,3067	9,3062		9,3041				-2,56	
21		9,7491	9,7490	9,7488	9,7481			-0,32	-1,02	-0,70
22	9,6871	9,6792	9,6789	9,6788	9,6782	-8,30	-8,90	-0,44	-1,04	-0,60
23	9,7624	9,7561	9,7554	9,7555	9,7550	-6,89	-7,39	-0,63	-1,13	-0,50
24	9,9445	9,9394	9,9391	9,9391	9,9383	-5,35	-6,15	-0,30	-1,10	-0,80
25	9,9832	9,9792	9,9790	9,9790	9,9782	-4,24	-5,04	-0,17	-0,97	-0,80
26		9,9333	9,9329	9,9328	9,9318			-0,49	-1,49	-1,00
27	9,6209	9,6143	9,6140	9,6138	9,6138	-7,14	-7,14	-0,47	-0,47	0,00
C1	9,3657	9,3464	9,3441	9,3432	9,3391	-22,54	-26,64	-3,21	-7,31	-4,10
C9			9,6718	9,6722	9,6717					-0,50

Tabella 1

ottenuta una precisione media di 0,1-0,2 mm nella determinazione delle differenze di quota in ogni campagna di misure. I valori di quota ottenuti dalle misure di livellazione sono stati quindi confrontati con i valori misurati nelle precedenti campagne di livellazione: Dicembre 1984 e Febbraio 1988, a cura dall'assessorato ambiente e risorse del Comune di Modena, e con i rilievi del Dicembre 1991, effettuati dall'Istituto di topografia, geodesia e geofisica mineraria dell'università di Bologna.

Al fine di rendere omogeneo il confronto tra i diversi rilievi, le misure di quota sono riferite al caposaldo n. 12, che era stato utilizzato come caposaldo di riferimento anche nei precedenti rilievi. Questa ipotesi non crea alcun problema nell'interpretazione e visualizzazione dei risultati del presente lavoro, in quanto siamo soprattutto interessati all'analisi degli effetti differenziali dei movimenti verticali che sono i più importanti per le possibili conseguenze sulla stabilità delle strutture. In Tabella 1 sono riportati i valori relativi di quota e gli abbassamenti riscontrati nei vari periodi.

elevation differences was obtained in each measurement set. The obtained elevation values were compared with those obtained in December 1984 and February 1988, under the aegis of Environmental and Resources councilor of Modena, and in December 1991, made by Institute of Surveying, Geodesy and Mining Geophysics of University of Bologna. In order to make a homogeneous comparison, the results are presented here in terms of relative elevation with respect to the benchmarks 12, used as reference benchmark in all the previous surveys. This is justified by the fact that we are interested in analyzing differential vertical displacements, which are the most important in affecting the structure stability.

Table 1 shows relative elevation values and vertical displacements measured in each period considered.

The comparison between the relative elevations have determined the vertical displacements over time.

Dal confronto tra le quote si sono determinati gli abbassamenti nel tempo e in Figura 2 e Figura 3 se ne ha una rappresentazione schematica, in particolare per i capisaldi installati sul Duomo e sulla Ghirlandina. Gli spostamenti verticali denunciano un andamento nel tempo mediamente più lento nel periodo 1991-2010 rispetto al 1984-1991, come riscontrato nell'ambito del monitoraggio della subsidenza della piana alluvionale di Modena. In particolare la parte nord della rete, relativa alla Via Emilia, e la parte ovest si abbassano maggiormente rispetto al resto della rete. Gli abbassamenti rilevati sui capisaldi della torre nel periodo 2010-1991, confermano sostanzialmente il trend rilevato nel periodo 2007-1991. I movimenti maggiori sono concentrati verso il caposaldo n. 18 (fig. 2). Dalle ultime campagne di misura (fig. 3), si evince però una inversione del movimento, con direzione prevalente sud-nord rispetto alla direzione complessivamente prevalente sul lungo periodo che è nord-sud. Pertanto il caposaldo che subisce l'abbassamento maggiore risulta essere il caposaldo n. 17, che complessivamente, dal 2007 al 2010 si è abbassato di circa 7,5 mm. Nel periodo da Novembre 2008 a Settembre 2010, sembra inoltre che gli abbassamenti differenziali della Torre siano stati più contenuti, a favore di un abbassamento quasi costante su tutti i capisaldi.

In Figure 2 and Figure 3 a schematic representation is given, in particular for both the Cathedral and the Ghirlandina benchmarks. The vertical displacements show a velocity that, within the period from 1991 to 2010, is slower than that detected within the previous surveys from 1984 to 1991, a result also confirmed by the subsidence monitoring of the Modena alluvial plane. The northern portion of the network, close to via Emilia, and the west portion are moving at higher rate with respect to the other portions. Vertical displacements measured on the Ghirlandina benchmarks from 1991 to 2010 seems to confirm the trend observed in the period 1991-2007.
The movements are more concentrated on the benchmark No. 18 (Fig. 2). The latest four campaigns (Fig. 3) shows, however, a turnaround of movements, with prevailing south-north direction with respect to the north-south direction that is prevalent in the long term observations. Thus the benchmark No. 17, shows the bigger vertical displacement of about -7,5 mm, from 2007 to 2010. Moreover, during the period November 2008-September 2010, seems that the differential subsidence of the Tower have been more content, to a nearly constant decrease for all benchmarks.

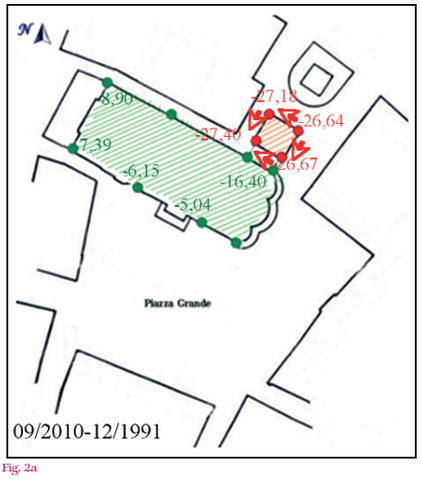


Fig. 2a

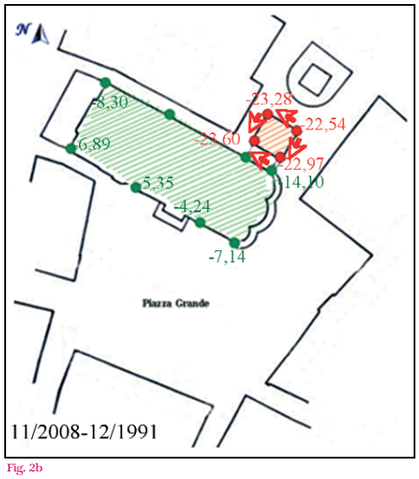


Fig. 2b

Fig. 2 Abbassamenti (mm) ed effetti differenziali nel periodo Novembre 2008-Dicembre 1991 (destra), Settembre 2010-Dicembre 1991 (sinistra).
Vertical displacements (mm) and differential effects from December 1991 to November 2008 (on the right) and from December 1991 to September 2010 (on the left).

Fig. 3 Abbassamenti (mm) ed effetti differenziali nel periodo Settembre 2010-Novembre 2008 (alto a sinistra), Novembre 2008-Dicembre 2007 (alto destra), Settembre 2010-Dicembre 2007 (basso).
Figure 3 – Vertical displacements (mm) and differential effects from November 2008 to September 2010 (on the top left), from November 2008 to December 2007 (on the top right) and from December 2007 to September 2010 (on the bottom).

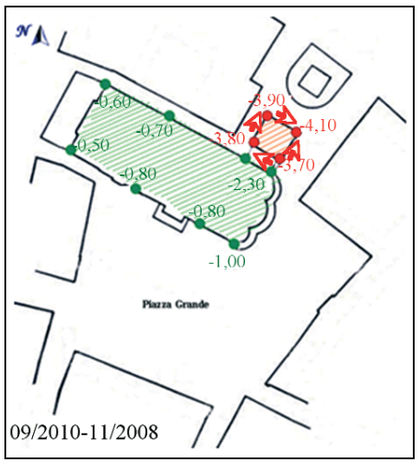


Fig. 3a

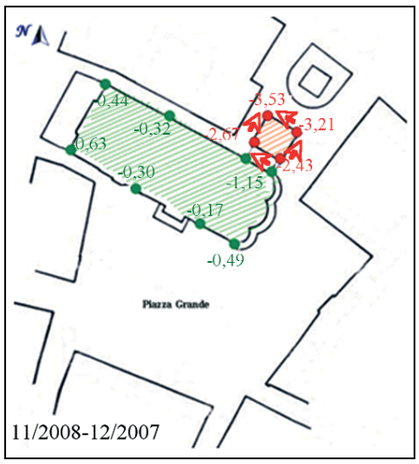


Fig. 3b

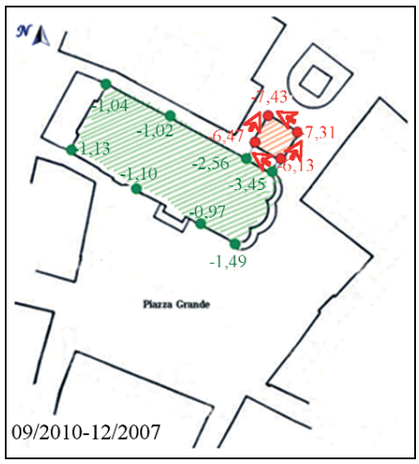


Fig. 3c

Considerazioni finali

In conclusione, sembra doveroso sottolineare il carattere in un certo senso preliminare di commenti ai risultati, dettato sia dall'arco temporale di osservazione decisamente ancora modesto per la natura dei fenomeni che si stanno indagando, sia per la discontinuità che alcuni importanti dati presentano (le livellazioni topografiche sono state per esempio effettuate nel 1991 e sono riprese nel 2007). L'intervallo di osservazione disponibile (trattasi di tre anni), modesto già in casi più semplici, rivela la sua ristrettezza in questo caso particolare, che vede i problemi di interazione tra torre e cattedrale sommarsi ai movimenti indotti dalla subsidenza. Inoltre, va rilevata la scarsa frequenza, in tempi recenti, di osservazioni del fenomeno della subsidenza nel centro storico, attraverso misure di livellazione e di livelli piezometrici, che potrebbero consentire una migliore interpretazione delle nostre misure. Diventa pertanto irrinunciabile continuare a seguire l'evoluzione degli aspetti illustrati, soprattutto in considerazione del fatto che movimenti, sia pure piccoli, sussistono e indicano sia uno spostamento altimetrico della torre rispetto alla cattedrale, sia una rotazione della torre nel piano parallelo alla navata della cattedrale e in modo meno evidente in quello a esso ortogonale. Fondamentale è la correlazione tra le variazioni dei dissesti della torre e quelli della cattedrale, non ancora perfettamente indagati.

Concluding remarks

Concluding, it seems appropriate to point out that comments on results are preliminary, for two reasons: first, the relatively short interval of observation (just three years); second, the fact that important data, such leveling, are discontinuous over a long period of time (the available data refer to leveling performed in 1991 and subsequently from 2007 to 2010). The period of observation would already be rather short for simple situations, but is particularly constrained in this case, in which the interaction problem between the Tower and the Cathedral is superimposed onto soil movements induced by subsidence. It should also be noted the recently low frequency of observations of subsidence in the monumental centre of Modena, through measures of high precision leveling and piezometric levels, which could permit a better interpretation of our measures. Therefore, there is a real need to get more insight into these issues, also by considering that the Tower is actually subsiding with respect to the Cathedral (even if we are dealing with very small movements), and is tilting (in the long period) towards west and, with less pronounced evidence, towards the Cathedral.

