



RICerca  
REStauRO

RICerca/REStauRO

coordinamento di Donatella Fiorani

SEZIONE 2A

Conoscenza dell'edificio:  
metodo e contenuti

a cura di Alberto Grimoldi

# RICerca/REStauRO

## Coordinamento di Donatella Fiorani

### Curatele:

Sezione 1a: Stefano Francesco Musso

Sezione 1b: Maria Adriana Giusti

Sezione 1c: Donatella Fiorani

Sezione 2a: Alberto Grimoldi

Sezione 2b: Maurizio De Vita

Sezione 3a: Stefano Della Torre

Sezione 3b: Aldo Aveta

Sezione 4: Renata Prescia

Sezione 5: Carolina Di Biase

Sezione 6: Fabio Mariano, Maria Piera Sette, Eugenio Vassallo

### Comitato Scientifico:

Consiglio Direttivo 2013-2016 della Società Italiana per il Restauro dell'Architettura (SIRA)

Donatella Fiorani, Presidente

Alberto Grimoldi, Vicepresidente

Aldo Aveta

Maurizio De Vita

Giacomo Martines

Federica Ottoni

Elisabetta Pallottino

Renata Prescia

Emanuele Romeo

Redazione: Marta Acierno, Adalgisa Donatelli, Maria Grazia Ercolino

Elaborazione grafica dell'immagine in copertina: Silvia Cutarelli

© Società Italiana per il Restauro dell'Architettura (SIRA)

Il presente lavoro è liberamente accessibile, può essere consultato e riprodotto su supporto cartaceo o elettronico con la riserva che l'uso sia strettamente personale, sia scientifico che didattico, escludendo qualsiasi uso di tipo commerciale.

eISBN 978-88-7140-764-7

Roma 2017, Edizioni Quasar di S. Tognon srl

via Ajaccio 43, I-00198 Roma

tel. 0685358444, fax. 0685833591

www.edizioniquasar.it – e-mail: qn@edizioniquasar.it

# Indice

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Alberto Grimoldi<br><i>Introduzione</i> .....                                                                                                                                                                                                                                | 377 |
| Rita Vecchiattini<br><i>Percorsi di crinale</i> .....                                                                                                                                                                                                                        | 380 |
| Giulio Mirabella Roberti<br><i>Diagnosi dei dissesti e conoscenza costruttiva dell'edificio: una dialettica produttiva</i> .....                                                                                                                                             | 390 |
| Giuliana Cardani<br><i>Il rilievo e il monitoraggio del panorama fessurativo negli edifici storici in muratura come sistema di pianificazione degli interventi di consolidamento</i> ....                                                                                    | 398 |
| Paola Condoleo<br><i>Il ruolo del rilievo strutturale per la conoscenza e la sicurezza delle costruzioni storiche</i> .....                                                                                                                                                  | 409 |
| Federica Ottoni<br><i>L'empirismo e (o è?) la soluzione dell'errore</i> .....                                                                                                                                                                                                | 420 |
| Nora Lombardini<br><i>La trattatistica del Settecento e dell'Ottocento. 'Attualizzazione' dei dati e verifica della loro compatibilità con i nuovi criteri e i metodi di verifica strutturale e di progetto di conservazione</i> .....                                       | 429 |
| Marco Pretelli, Kristian Fabbri<br><i>Architettura e 'historic indoor microclimate' (HIM). Un contributo per la conservazione dell'architettura storica</i> .....                                                                                                            | 437 |
| Fabio Mariano, Andrea A. Giuliano, Fabio Marcelli, Leonardo Petetta<br><i>Restauro e conservazione dell'architettura del Novecento: l'esperienza dell'edilizia italiana tra gli anni Venti e Sessanta. Piani conoscitivi, strumenti operativi e sviluppi didattici</i> ..... | 448 |
| Roberta Maria Dal Mas<br><i>L'apporto delle nuove tecnologie di rilievo nel restauro</i> .....                                                                                                                                                                               | 459 |
| Giuseppe Alberto Centauro, Andrea Bacci<br><i>Approccio conoscitivo e metodologie di lettura delle strutture architettoniche medioevali. Le indagini metrologiche per il Castello dell'Imperatore di Prato</i> ....                                                          | 469 |
| Alberto Grimoldi<br><i>Storia della costruzione, storia materiale del costruito, tutela e conservazione del patrimonio architettonico</i> .....                                                                                                                              | 481 |

Giulio Mirabella Roberti

## ***Diagnosi dei dissesti e conoscenza costruttiva dell'edificio: una dialettica produttiva***

Parole chiave: rilievo, dissesti, storia costruttiva, Massa Marittima, archeologia dell'architettura

### ***Premessa***

Le fasi di conoscenza di un manufatto storico, ancor prima dello sviluppo del progetto di conservazione, richiedono sempre più frequentemente l'intervento di diverse competenze: all'architetto-rilevatore si sostituisce ormai un tecnico del rilievo con specifiche strumentazioni e con le relative competenze informatiche, cui seguono studi sempre più specialistici sui materiali, sulle patologie di degrado, sulla stratigrafia degli elevati. Spesso la ricerca storica segue a sua volta una strada del tutto indipendente, quasi solitaria: le conclusioni a cui perviene vengono poi calate a forza sul corpo dell'edificio, trovando corrispondenze accidentali o pretestuose.

In realtà, se l'indagine storiografica non è fine a se stessa, non può che trarre beneficio dai riscontri diretti ottenibili dalla lettura e dalla interpretazione dei segni degli interventi costruttivi (e distruttivi, a volte) rilevabili sul fabbricato: questa stretta relazione tra la lettura del documento scritto e la lettura del monumento/documento materiale è sicuramente una conquista della moderna storiografia, che si avvale anche di strumenti propri della ricerca archeologica. Si vedano ad esempio i primi studi condotti da Riccardo Francovich e Roberto Parenti e i contributi di Gian Pietro Brogiolo<sup>1</sup> così come l'approccio metodologico sviluppato da Francesco Doglioni<sup>2</sup>.

Eppure non sempre è evidente la stretta relazione che queste ricerche hanno sulle indagini per la conoscenza dei parametri meccanici dei materiali e la diagnosi delle forme di degrado e di dissesto che accompagnano la vita dell'edificio nel tempo. Non solo molti dissesti sono inscindibilmente legati alla storia costruttiva (ad esempio per discontinuità costruttive, per tamponamenti o nuove aperture in murature esistenti, per carichi indotti sul terreno da ampliamenti o nuove costruzioni in adiacenza, per sopraelevazioni di corpi di fabbrica...); ma spesso è proprio dai dissesti o dalle lesioni che si manifestano in superficie che è possibile individuare le tracce nascoste di questi interventi, stabilendo in qualche modo un effetto di reciprocità tra i due tipi di indagine.

Anche la storia degli interventi di consolidamento può a ben diritto inserirsi in questo percorso: come storia di danneggiamenti dovuti ad eventi traumatici (come il terremoto) o variazioni consistenti delle condizioni al contorno (carichi indotti sul terreno di fondazione, scavi) e delle riparazioni più o meno efficaci conseguenti, spesso ripetendo a distanza di tempo interventi simili. Particolare rilevanza in questo senso ha la storia degli interventi di riparazione *post-sisma*, perché da un lato può evidenziare in modo chiaro le debolezze ('vulnerabilità') della costruzione, dall'altro può costituire in qualche modo un 'collaudo' indietro nel tempo delle capacità di resistenza del fabbricato ad azioni eccezionali.

### ***La fase di conoscenza***

Nell'avvicinamento alla fabbrica storica la fase iniziale di rilievo geometrico-materico assume un'importanza fondamentale per definire la consistenza attuale del manufatto e individuare le sue componenti.

---

1 BROGIOLO 1988.

2 DOGLIONI 1997.

Molto spesso le tracce degli interventi del passato sono nascoste da un'immagine apparentemente unitaria che in una determinata epoca storica si è voluto attribuire alla fabbrica, o viceversa questi interventi si sovrappongono l'uno all'altro in modo apparentemente inestricabile: in entrambi i casi, la storia pregressa delle vicende costruttive lascia dei segni manifesti anche nella risposta attuale dell'edificio alle sollecitazioni (fisiche, ambientali e così via) del mondo esterno. Ovvero non è possibile interpretare correttamente e sensatamente la risposta strutturale di una fabbrica storica, leggerne il quadro fessurativo, analizzarne i dissesti, senza indagare e conoscere la sua vicenda costruttiva, attraverso i segni materiali impressi, quasi come cicatrici, nella 'carne viva' della fabbrica.

Per questi motivi, un rilievo geometrico, per quanto accurato e scrupoloso e condotto con le tecniche più moderne di misura e di restituzione, ormai facilmente alla portata di qualunque operatore specializzato, non è di per sé sufficiente a fornire queste indicazioni; può però costituire una base preziosa, se accompagnato da osservazioni puntuali e dirette, per una indagine approfondita della stratigrafia dell'architettura, condotta con metodi archeologici, come ormai una pratica consolidata suggerisce dopo anni di coraggiosa sperimentazione.

Questo approccio di lettura delle trasformazioni subite si applica con maggiore successo in casi più vistosi di rimaneggiamenti profondi in edifici su cui la mano 'sapiente' di incauti restauratori non si sia ancora posata, cancellando le deboli tracce che permettono di individuare con sicurezza la successione delle fasi costruttive, uniformando il colore delle malte dei giunti, o ancora ripristinando intonaci forse mai esistiti; ma spesso queste tracce celate ricompaiono col tempo, per qualche nuova forma di degrado o per qualche dissesto rivelatore di debolezze nascoste.

Diventa sempre più attuale a questo punto l'affiancamento alla storia costruttiva di una storia parallela, la storia dei dissesti subiti dalla fabbrica nel tempo: molto spesso queste due storie sono profondamente e strettamente correlate, o perché gli interventi costruttivi sono una risposta a dissesti avvenuti (riparazioni o interventi provvisori, come le catene metalliche affiancate per contenere la spinta delle volte) oppure, nei casi meno fortunati ma non meno frequenti, perché i dissesti sono dovuti proprio a qualche incauto intervento edilizio di modifica dell'assetto costruttivo consolidato, con perturbazioni che si manifestano nel tempo con gravità crescente. È appena il caso di ricordare il problema a lungo discusso del crollo della Torre Civica di Pavia<sup>3</sup>, che risultò dovuto in ultima analisi agli effetti differiti<sup>4</sup> della sopraelevazione della torre medioevale con la pesante cella campanaria in serizzo realizzata da Pellegrino Tibaldi alla fine del XVI secolo.

Ma non sempre è immediatamente evidente se l'effetto di apparente dissesto sia una voluta anomalia costruttiva o un dissesto vero e proprio, come nel caso degli edifici veneziani costruiti con le facciate fuori dal piano verticale, con una leggera inclinazione verso l'interno, in modo da favorire la stabilità della fabbrica in vista dei prevedibili assestamenti del suolo di fondazione: lo studio accurato di alcuni casi ha permesso di evidenziare come questo accorgimento costruttivo fosse intenzionalmente presente fin dalle fasi iniziali in molte delle fabbriche studiate, a cui eventualmente si sovrappongono ulteriori scostamenti dalla verticale legati invece alla successiva deformazione<sup>5</sup>.

Bisogna notare che lo studio dei danni pregressi degli edifici può portare anche utili informazioni sulle cause remote di tali danni, a volte legati a una diversa configurazione dell'ambiente circostante, ma spesso anche a eventi sismici del passato, ricostruiti solitamente attraverso le cronache del tempo: il prezioso riscontro dei danni di origine sismica su edifici sopravvissuti a quei terremoti e opportunamente riparati può dare conferma di quanto riportato nelle cronache, aggiungendo informazioni sulla reale estensione dei fenomeni descritti e sulla loro intensità<sup>6</sup>. Un approccio che trova conferma nello

3 BINDA *et al.* 1992.

4 Il comportamento a lungo termine delle murature sotto carichi elevati è stato il tema di una lunga campagna di ricerche condotta da L. Binda al Laboratorio Prove Materiali del Politecnico di Milano: si veda ad esempio ANZANI *et al.* 2000.

5 DOGLIONI *et al.* 2011.

6 Sono molto importanti a questo proposito gli studi che hanno portato al *Catalogo dei forti terremoti in Italia* (BOSCHI *et al.* 1997), che hanno fornito un riscontro cronologico e topografico utilissimo per questi approfondimenti.

sviluppo di studi specifici e nella definizione di una specifica disciplina, chiamata ‘archeosismologia’<sup>7</sup>, che affianca le ormai sempre più diffuse indagini di archeologia dell’architettura, e che mostra come almeno in ambito archeologico questa sensibilità verso lo studio dei danni e delle loro riparazioni stia affermandosi come strumento di interpretazione del documento materiale. Del resto proprio nei restauri legati all’archeologia troviamo un antesignano di questa tendenza, quel magnifico sperone di mattoni realizzato da Raffaele Stern nel 1806 per consolidare l’ala est del Colosseo, lasciando visibile e intatto il meccanismo di dissesto dei conci in pietra delle arcate superiori danneggiate dal sisma. Sempre più frequente è l’attenzione a lasciare intatta nelle zone di scavo la collocazione delle colonne o dei muri crollati in seguito a qualche evento sismico del passato, evitando frettolose anastilosi, a fronte di una lettura congelata nel tempo dell’evento distruttivo che ha segnato la fine di quel manufatto. Fortunatamente, molti degli edifici su cui si concentra la nostra attenzione non sono ancora in condizione di rudere, e le tracce di dissesto leggibili sulle superfici sono solo segnali di una possibile attivazione (se le condizioni esterne lo favoriranno) di meccanismi di rottura. Questi segni, sovrapposti (o interrotti) dai segni degli interventi del passato possono in alcuni casi essere letti attraverso il tempo, ottenendo una possibile storia della loro evoluzione, in relazione agli avvenimenti che hanno coinvolto la costruzione.

### ***La Torre del Candeliere a Massa Marittima.***

Una recente esperienza, condotta insieme ai docenti del corso di laurea in lettere dell’università di Bergamo a Massa Marittima<sup>8</sup>, ha permesso di sperimentare questo percorso di conoscenza su un manufatto particolarmente significativo, sia per la sua imponenza sia per il suo significato nel contesto urbano di appartenenza e per le tracce che si rinvenivano nei documenti storici della città di Massa.

La Torre del Candeliere (o Torre dell’orologio, l’antica *Turris Campanae Communis*, Fig. 1) si trova in una posizione anomala, prospiciente alla piazza di Cittanuova (ora piazza Matteotti), collegata con una soluzione poco comune da un grandissimo ponte ad arco in muratura (Fig. 2) alla fortezza (il cosiddetto ‘Cassero Senese’) che divide Città Vecchia da Città Nuova, come vengono tuttora indicate le due distinte parti della città facendo riferimento all’edificazione del nuovo borgo per l’espansione comunale nella prima metà del XIII secolo. Il ‘Cassero’ venne costruito subito dopo la sottomissione a Siena (1335), per mantenere il controllo sulla città, separando fisicamente le due parti della città, fortemente rivali, l’una filopisana e ghibellina e l’altra filosenese e guelfa, intervenendo pesantemente sulle antiche fortificazioni



Fig. 1. Massa Marittima, Torre del Candeliere. Fronte nord-orientale con l’orologio (foto di A. Ghezzi).

7 La definizione è nel volume di ARRIGHETTI 2015, che partendo dallo studio di alcuni esempi nella zona del Mugello ricostruisce un’impostazione di carattere generale del tema; uno studio dettagliato di danni imputabili a fatti sismici remoti su un campanile veneziano si può trovare in DOGLIONI, SQUASSINA 2011.

8 La *Summer School* di Massa Marittima è un’iniziativa congiunta del Dipartimento di Lettere e Filosofia e del Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate, attuata in stretta collaborazione col Comune di Massa Marittima, in particolare con l’Assessore alla Cultura dott. Marco Paperini, appassionato investigatore di storia medievale della Maremma.





Fig. 2. Massa Marittima, Torre del Candeliere. Fronte occidentale con l'arco di collegamento e l'apertura in rottura di muro.

della fondazione di Città Nuova, permettendo l'interpretazione della torre come parte del sistema di fortificazioni del Monteregio ora perduto<sup>10</sup>. Solo uno studio più accurato della torre, insieme a indagini archeologiche sul suo contesto, potrebbero chiarire questa questione: la modifica del contesto urbano con la costruzione del Cassero Senese, e le conseguenti modifiche alla torre stessa, hanno alterato significativamente i dati materiali. Recenti studi<sup>11</sup> mostrano che l'abitato di Città Vecchia si estendeva fin nella zona della torre, come risulta dai documenti relativi agli espropri preliminari alla costruzione. L'occasione di un rilievo didattico condotto con gli allievi del corso di laurea magistrale dell'Università di Bergamo<sup>12</sup>, che non vuole certo competere con il rilievo dettagliato e completo delle mura

del Monteregio, dove era la prima residenza del vescovo signore di Massa, fino alla cessione del potere al comune di Massa nei primi anni del XIII secolo.

La torre si presenta come una massiccia costruzione a pianta quadrata di circa 11 m di lato, con forti riseghe alla base su tre lati, e un'ordinata costruzione a filari alternati di conci di pietra squadrata chiara e scura (travertino). Sulla torre venne installato il primo orologio fin dal 1443, sostituito per dono di Cosimo de' Medici nel 1563, e ancora nel 1610; il meccanismo di quest'ultimo è ancora conservato all'interno. Sulla sommità un piccolo campanile a vela ospita una campana, che sostituisce quella realizzata nel 1413 da Pietro da Cortona del peso di 400 kg che fu distrutta da un fulmine nel 1760.

Sulla stessa torre, orientata in una direzione anomala rispetto al tracciato regolare delle vie di Città Nuova, è presente una lapide (Fig. 3) che si riferisce alla fondazione del nuovo insediamento sotto il podestà Tedice Malabarba nel 1228, erroneamente interpretata anche in ricerche recenti come data di costruzione della torre stessa<sup>9</sup>: la trascrizione fornita da Riccardo Rao svincola la torre da questa data, facendo presupporre la sua preesistenza al momento

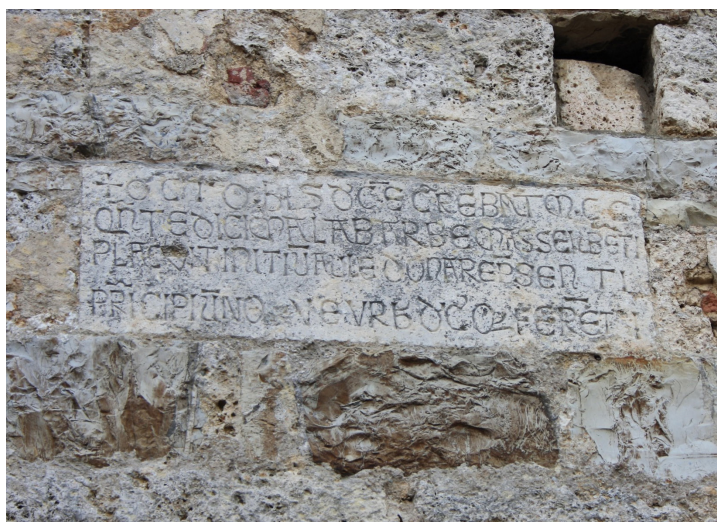


Fig. 3. Epigrafe che commemora la fondazione della 'Città Nuova' nel 1228 (foto di A. Ghezzi).

9 Si veda per esempio il riferimento alla schedatura delle epigrafi massetane (JELENCOVICH 2009), scheda 104 presentata a p. 156 nel volume sulle Mura di Massa a cura di E. Mandelli con i risultati della ricerca condotta dal Dipartimento di progettazione dell'Architettura dell'università di Firenze (MANDELLI 2009).

10 + OCTO. BIS D(E)CE(M) C(UR)REBAT M. CC /Q(UA)N(DO) TEDICI MALABARBE MASSE IUBE(N)TI / PLACU\*IT INITIU(M) AULE DONARE P(RE)SEN-T-I / PRI(N)CIPIU(M) NO\_VE URB(IS) D(E)C(US)Q(UE) FERE(N)T-I

11 GALEOTTI 2015.

12 I rilievi qui presentati sono stati elaborati dagli allievi A. Gavazzeni e A. Ghezzi.



massetane già pubblicato<sup>13</sup>, ha permesso di indagare alcuni aspetti legati ai dissesti e alle riparazioni subite dalla torre, a partire dalle profonde modifiche intervenute con la costruzione del Cassero e il raccordo della torre alle fortificazioni senesi tramite il grande arco in muratura. In quella circostanza la torre venne anzitutto ribassata di circa un terzo in altezza, per non superare la quota delle mura del Cassero e non costituire un possibile strumento di offesa per la guarnigione di presidio; il collegamento tramite il grande ponte doveva servire a farne invece un elemento di controllo verso Città Nuova, visti i frequenti cambiamenti di umore (e di partito) degli abitanti di Massa. Naturalmente questa operazione lasciò tracce indelebili sulla torre, con effetti differiti ancora oggi osservabili sul paramento murario. L'arco infatti, con una luce di quasi 22 metri, si appoggia alla torre in prossimità di uno spigolo con l'intento di trovare contrasto nella parete ortogonale; ma in questo modo il carico verticale insiste in misura maggiore su quello spigolo, causando fenomeni di schiacciamento nella muratura. Venne inoltre realizzata una nuova volta di copertura, e naturalmente venne praticata un'apertura in breccia per accedere alla torre dal ponte, senza preoccupazioni di natura estetica sulla finitura del contorno dell'apertura, vista in chiave esclusivamente funzionale.

Altre modifiche di minore entità hanno coinvolto in seguito la struttura della torre: tra le più rilevanti possiamo indicare l'apertura di una porta che consente l'accesso al livello più basso, eseguita in rottura attraverso lo spessore e rifinita all'esterno con una ghiera di arco e i relativi piedritti; la realizzazione dell'orologio sul fronte nord-orientale, con conseguente ripresa del paramento murario danneggiato dalla breccia. Un possibile rifacimento di tutto il paramento del fronte settentrionale è stato ipotizzato, ma non trova al momento conferma nei dati documentali (dovrebbe trattarsi di un intervento novecentesco).

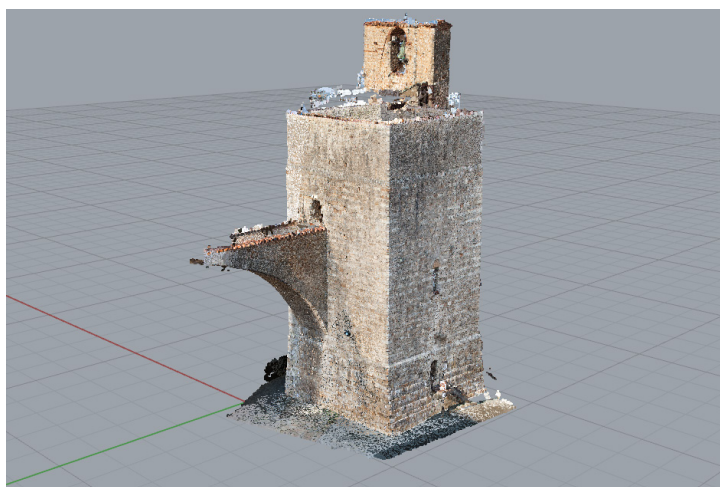


Fig. 5. Massa Marittima, Torre del Candeliere. Il modello tridimensionale.



Fig. 4. La fronte meridionale della torre e la porta con la ghiera che risarcisce la rottura nel paramento

Il rilievo è stato eseguito in maniera speditiva, utilizzando la tecnica fotografica accoppiata a una restituzione fotogrammetrica: la collimazione di una serie di immagini prese da diverse angolazioni tutto intorno alla torre e a diversa distanza ha permesso di ricostruire un modello tridimensionale (a nuvola di punti, o *point cloud*, Fig. 5), sulla base della quale viene ricostruita una superficie sfaccettata (*mesh*) dove a loro volta vengono proiettate le immagini (superficie con *texture*) ottenendo una maggiore densità di

13 MANDELLI 2009.



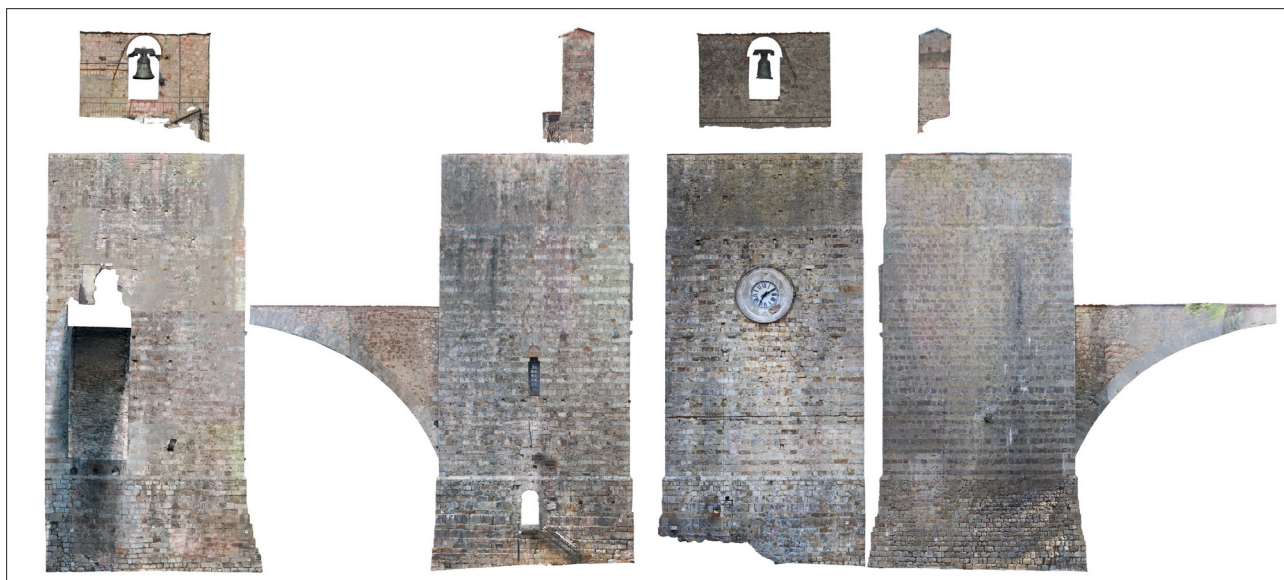


Fig. 6. Le ortofoto dei quattro prospetti della torre.

informazioni sulle superfici rilevate<sup>14</sup>. Naturalmente, nel caso della torre, per la geometria ma anche a causa dei limiti di tempo, il dettaglio è molto maggiore per la parte bassa, dove le immagini sono abbondanti e ravvicinate, e molto più scarsa per la parte alta, dove le immagini sono riprese di scorcio e da lontano, ottenendo una definizione molto minore e qualche incertezza nella approssimazione geometrica. Inoltre, come in tutti i rilievi ottici, le parti nascoste (non visibili dal punto di ripresa) non possono essere ricostruite, e devono essere integrate manualmente.

Da questo rilievo è possibile estrarre delle ortofoto (Fig. 6), ovvero immagini fotografiche dell'oggetto rilevato proiettate ortogonalmente a un piano verticale 'parallelo' al prospetto osservato o con orientamento prefissato (come ad esempio nel caso di oggetti cilindrici o di forma libera). Sulla base delle ortofoto è possibile quindi comporre le usuali mappe tematiche (come analisi materiche, analisi del degrado) ma anche individuare le unità stratigrafiche e tracciare i loro contorni, naturalmente non

senza l'ausilio delle indispensabili osservazioni dirette.

Vengono riportate nel seguito alcune delle osservazioni emerse, in relazione alla presenza di dissesti correlati con diversi interventi edilizi.

Un fenomeno piuttosto vistoso, correlato sicuramente alla costruzione del grande arco, è lo schiacciamento dello spigolo nord-occidentale, quasi in corrispondenza dell'imposta dell'arco (Fig. 7). I segni del dissesto e delle riparazioni che si sono succeduti mostrano che il problema si deve essere manifestato presto, con segni ancora visibili nella sostituzione di alcuni conci d'angolo e nella fratturazione di alcuni di essi, così come negli inserimenti di tasselli di pietra a chiudere le lesioni più ampie. Dalla osservazione di alcune rotture relativamente recenti, si può giungere alla conclusione che il fenomeno potrebbe essere ancora in atto. Un altro aspetto meno appariscente è leggibile in una lesione ad andamento pressoché verticale sopra la attuale porta di accesso alla torre, riparata con malte piuttosto recenti, che congiunge la porta con quella originaria posta al



Fig. 7. Lo spigolo nord-occidentale, con le lesioni che ne denotano lo schiacciamento (foto di A. Ghezzi).

14 Il software utilizzato per la restituzione è Photoscan ver. 1.2 della Agisoft, insieme ad altri per la manipolazione della nuvola di punti.

livello superiore. Un'osservazione più attenta mostra immediatamente che la attuale porta di accesso è stata ricavata in rottura attraverso lo spessore del muro, come si vede all'interno, sistemando il paramento all'esterno con la ghiera di un arco e i relativi piedritti; la lesione prima osservata prosegue oltre l'apertura superiore, interessando anche l'architrave in pietra; mentre verso il basso è presente anche al di sotto della soglia di ingresso e attraversa i giunti verticali del paramento. Nel complesso si vede che un evento riconducibile a un utilizzo della torre con finalità non più militari ma civiche (da cui la volontà di conferire un certo decoro al nuovo ingresso: volontà del tutto assente invece, come già ricordato, nell'esecuzione dell'apertura di accesso alla torre dall'arco senese visibile in Fig. 2) lascia dei segni duraturi di alterazione dell'equilibrio statico ancora chiaramente leggibili.

L'ultimo segno di dissesto pregresso che si vuole indicare qui è quello corrispondente al paramento al di sotto del quadrante dell'orologio prospiciente alla piazza (Fig. 8).

La discontinuità del paramento è evidente nel mancato rispetto dell'alternanza cromatica tra i filari di pietra, caratteristica del tratto intermedio della costruzione, e nella mancanza della quarta mensola sporgente, corrispondente a una fila presente anche sul fronte meridionale. Probabilmente la realizzazione di un quadrante di dimensioni eccessive, o l'esecuzione di una foratura procedendo dall'interno, causò un crollo del paramento di facciata su una porzione ben superiore a quella interessata dall'orologio, situazione cui si rimediò con un rappezzo di buona fattura ma non perfettamente dissimulato.



Fig. 8. La fronte nord orientale e il paramento nella porzione circostante l'orologio (foto di A. Ghezzi).

## Conclusioni

Leggere questi 'segni del tempo' e della storia costruttiva non può essere compito esclusivo di tecnici altamente specializzati nell'interpretazione di un particolare tipo di prova, o nella misura e rappresentazione accurata del costruito: richiede una capacità di raccogliere e confrontare tra loro le diverse informazioni e i diversi livelli di conoscenza, per farne una sintesi, che solo un'esperienza approfondita e a tutto campo (interdisciplinare, o forse 'transdisciplinare') può fornire.

Giulio Mirabella Roberti, Università di Bergamo, giulio.mirabella@unibg.it

## Riferimenti bibliografici

ANZANI *et al.* 2000: A. Anzani, L. Binda, G. Mirabella Roberti, *The effect of heavy persistent actions into the behaviour of ancient masonry*, in «Materials and Structures», 33, 2000, pp. 251-261

ARRIGHETTI 2015: A. Arrighetti, *L'archeosismologia in architettura. Per un manuale*, Firenze University Press, Firenze 2015

BINDA *et al.* 1992: L. Binda, G. Gatti, G. Mangano, C. Poggi, G.A. Sacchi Landriani, *The collapse of the Civic Tower of Pavia: a survey of the materials and structure*, in «Masonry International», 6, 1992, 1, London, pp. 11-20

BOSCHI *et al.* 1997: E. Boschi, E. Guidoboni, G. Ferrari, P. Gasperini, G. Valensise, *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, SGA, Bologna 1997



BROGIOLO 1988: G.P. Brogiolo, *Archeologia dell'edilizia storica*, New Press, Como 1988

DOGLIONI 1997: F. Doglioni, *Stratigrafia e Restauro - Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Lint, Trieste 1997

DOGLIONI *et al.* 2011: F. Doglioni, A. Squassina, F. Trovò, *Assetti intenzionali a entro piombo nell'edilizia civile*, in F. Doglioni, G. Mirabella Roberti (a cura di), *Venezia. Forme della costruzione, forme del dissesto*, CLUVA editrice, Corbo e Fiore, Venezia 2011, pp. 161-172

DOGLIONI, SQUASSINA 2011: F. Doglioni, A. Squassina, *Approfondimenti sulla possibile origine sismica dei quadri di danno presenti in alcuni campanili veneziani. Il caso del campanile di San Giacomo dell'Orio*, in A. Lionello (a cura di), *Tecniche costruttive, dissesti e consolidamenti dei campanili di Venezia*, Venezia 2011, pp. 112-117

GALEOTTI 2013: G. Galeotti, *La città invisibile. Rilievo e fonti storiche per la conoscenza della forma urbis di Massa di Maremma*, in G. Galeotti, M. Paperini (a cura di), *Città e Territorio. Conoscenza tutela e valorizzazione dei paesaggi culturali*, Debatte, Livorno 2013, pp. 30-39

GALEOTTI 2015: G. Galeotti, *Massa di Maremma nel XIV secolo. Le trasformazioni della struttura urbana attraverso il rilievo e le fonti documentarie*, in I. Del Punta, M. Paperini (a cura di), *La Maremma al tempo di Arrigo. Società e paesaggio nel Trecento: continuità e trasformazione*, Debatte, Livorno 2015, p. 132

GALEOTTI, PAPERINI 2013: G. Galeotti, M. Paperini (a cura di), *Città e Territorio. Conoscenza tutela e valorizzazione dei paesaggi culturali*, Debatte, Livorno 2013

JELENCOVICH 2009: C. Jelencovich, *Regesto e schedatura dei simboli, delle iscrizioni e delle marche lapidarie a Massa Marittima*, in E. Mandelli (a cura di), *Le mura di Massa Marittima, una doppia città fortificata*, Pacini, Pisa 2009

MANDELLI 2009: E. Mandelli (a cura di), *Le mura di Massa Marittima, una doppia città fortificata*, Pacini, Pisa 2009

PAPERINI 2013: M. Paperini, *Per una 'nuova' storia di Massa di Maremma e del suo contado nel Medioevo*, in GALEOTTI, PAPERINI 2013, pp. 40-49

---

### ***The diagnosis of damage and the understanding of a building's construction: a fruitful dialectic relationship***

Keywords: survey, damages, history, Massa Marittima, archeology

The path to understanding a historic artefact involves the contribution of many specialists working alongside the architect responsible for its restoration, well before the development of a conservation project. One of these is the surveyor, who possesses specific field instruments and IT capabilities. However, historical research is sometimes developed independently and its results are forced to fit the final project without having been discussed in a proper debate.

When historical research is not self-referencing, it can benefit enormously from the direct observation of a building and the various different construction (and even destruction) phases that have occurred during its history. Nevertheless, even a mechanical interpretation of the current behaviour of a historic building can benefit immensely from research into written documents and detailed surveys of the building. A great deal of information can be gleaned from the interpretation of the cracks and damage that have appeared on the surface or that have been repaired, if these aspects are related to historical records, revealing the building's relationship with past events (such as earthquakes) and the duration of time-dependent deterioration phenomena.

This paper presents a brief survey of Massa Marittima's clock tower, highlighting the consequences of past improvements, such as the building of the great arched bridge that connected the tower to the Cassero Senese fortress.