

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

LA FORTEZZA DI CASTROCARO
restauro, progetto e valorizzazione della Rocca
e del suo contesto

Tesi in
LABORATORIO DI LAUREA
"PROGETTO, STORIA E RASTAURO"

Relatore

Prof. Arch. Andrea Ugolini

Presentata da

Eleonora Fantini

Silvia Iosca

Correlatori

Prof. Arch. Giovanni Poletti

Prof. Arch. Tessa Matteini

Sessione II
Anno accademico 2016/2017

Indice

Introduzione	4
1. Il luogo e il contesto	7
1.1 Il territorio e la sua morfologia	9
1.2 Il sistema viario	14
1.3 Storia di Castrocaro	15
1.4 Il contesto attuale	19
2. La storia	21
2.1 XIII - XVIII secolo: una rocca contesa	23
2.2 Le fasi di formazione del castello	30
2.3 Il disarmo	38
2.4 Le antiche mura e il borgo	41
2.5 La fortezza oggi	47
3. Il paesaggio	55
3.1 Caratteri del paesaggio	57
3.2 Ambiti paesaggistici	58
3.3 Elementi architettonici	60
3.4 La visuale e i punti panoramici	66
3.5 Il sistema vegetale	67
3.6 Interazioni con le strutture architettoniche	71

4. La conoscenza	72
4.1 Analisi della stratigrafia	74
4.2 Analisi della consistenza	84
5. Lo stato di conservazione	100
5.1 Analisi dei dissesti e quadro fessurativo	102
5.2 meccanismo locali di danno	108
5.3 Alterazioni	112
6. Progetto	121
6.1 Premessa	123
6.2 Il filo rosso	127
6.3 Elementi progettuali	129
6.4 Consolidamento	132
6.5 Interventi sul sistema vegetale	146
Allegati	154
Bibliografia	185
Ringraziamenti	196
Elaborati grafici	202

INTRODUZIONE

E' oggi evidente come per il complesso fortificato del castello di Castrocaro il connubio tra architettura e natura sia fortemente compromesso e come la mancata manutenzione abbia determinato, con il trascorrere del tempo, il deperimento della materia, da una parte, e la sopraffazione della vegetazione sulla fortezza, dall'altra. In questo quadro diviene complesso tentare di coglierne una prospettiva unitaria; una situazione potenzialmente felice si trasforma in una incompleta e faticosa comprensione. Seppur recentemente riaperto al pubblico, il castello risulta ancora carente nella restituzione di tutto lo splendore e la potenza di cui godeva un tempo.

La presente tesi si è posta l'obbiettivo di elaborare un progetto di restauro e valorizzazione non solo del manufatto, ma anche del suo contesto e della vegetazione che lo contraddistingue: un disegno progettuale che possa restituire alla comunità e ai turisti i valori e il potenziale che la rocca possiede e fare in modo che questi non vengano persi, ma recuperati e trasmessi alle generazioni a venire. L'intento principale del progetto è recuperare un'unità perduta, legando nuovamente le parti di un discorso compiuto.

Lo scopo è la tutela e la trasmissione dei valori che possiede il manufatto attraverso la salvaguardia dei caratteri che lo connotano. Risulta per cui necessaria e di fondamentale importanza la fase di conoscitiva del manufatto, della materia storica e della composizione strutturale del complesso. La conoscenza, infatti, è sempre il requisito primo e indispensabile per una progettazione ragionata e consapevole. Ciascuna scelta progettuale è stata frutto di un'attenta analisi delle condizioni esistenti, della natura del luogo e del suo contorno, prestando cura a rispettare sempre l'esistente. Agli interventi, apparentemente minimi, celano uno studio attento del particolare, "l'architettura più semplice è ancorata a considerazioni assolutamente funzionali, ma può scendere attraverso tutti i livelli di considerazione fino alla più alta sfera di esistenza spirituale, nel regno della pura arte"¹.

¹ Mies Van Der Rhoë

1. IL LUOGO E IL CONTESTO

1.1 Il territorio e la sua morfologia

Castrocaro Terme e Terra del Sole è un comune della provincia di Forlì-Cesena posto sulle prime colline dell'Appennino Tosco-Romagnolo. L'intero territorio è situato nella valle del Montone nel punto in cui si allarga gradualmente per aprirsi nella pianura forlivese.

La Valle del Montone è caratterizzata da un paesaggio ricco e variegato. La sua configurazione si presenta infatti variabile; risalendo la strada statale da cui è attraversata si nota il lento e progressivo mutare del territorio, che a cominciare da dolci rilievi collinari, nei pressi dell'abitato di Castrocaro e del grande parco delle Terme, si trasforma in declivi rigogliosi di fitta vegetazione fino a stringersi, alle quote più alte, in mezzo a formazioni rocciose ricoperte di roverelle e faggi. Il fiume dall'andamento piuttosto tortuoso che attraversa l'intera vallata nasce presso il Passo del Muraglione e prende il nome di Montone solo all'altezza di San Benedetto in Alpe, ove riceve le acque del Rio Destro e del torrente Acquacheta, vera perla del territorio.

La morfologia del territorio di Castrocaro Terme è tipica dell' Appennino romagnolo in cui si succedono, procedendo da monte verso valle l'erto rilievo marnoso arenaceo e il dolce paesaggio della collina argillosa, talvolta inasprito da calanchi e da limitati e dominanti affioramenti calcarei. L'unità geologica maggiormente diffusa è la formazione di argille azzurre, un insieme di depositi sedimentari detritici, più o meno fini, originatisi su un antico fondale marino tra il Pliocene e il Plestocene inferiore (tre cinque e un milione di anni fa)¹. Si tratta di rocce costituite in prevalenza da argille marnose e marne argillose² di colore grigio e grigio azzurro. Spesso in queste rocce abbondano i fossili di organismi marini come conchiglie e molluschi. Tra questi uno dei più noti è il cosiddetto sasso spungone, un deposito di mare basso, prossimo alla costa. Anticamente era infatti una scogliera sottomarina ricca di vita in cui abbondavano alghe calcaree, ricci di mare e granchi lungo tutto il suo spessore come

¹ P. G. FABBRI, G. MARCUCCINI, Comunità e vie dell'appennino toscano-romagnolo, Bagno di Romagna, 1997

² La differenza tra argille marnose e marne argillose è determinata dalla diversa quantità percentuale di argilla presente all'interno della marna (roccia sedimentaria di composizione intermedia tra un'argilla e un calcare).

nella suggestiva forra del Rio dei Cozzi³. Attualmente lo spungone genera una sorta di piccola catena rocciosa che si estende tra il torrente Marzeno (Brisighella) e Capocolle (sulla via Emilia, tra Forlimpopoli e Cesena). Nel corso degli anni, grazie alla sua facile reperibilità e lavorabilità, lo spungone è stato utilizzato sia come pietra da costruzione che come materia prima per la produzione di calce⁴. Nel punto in cui tale catena viene tagliata dal corso del fiume si possono osservare affioramenti rocciosi divenuti generalmente sede di rocche e fortilizi proprio come accade per Castrocaro dove il Castello sorge sul crinale dello spungone. Un'altra particolare caratteristica che presenta questa roccia carsica è quella di possedere i giusti attributi al fine di ospitare sorgenti termali. Gli strati di spungone che si trovano fino a 150 metri di profondità custodiscono, proprio come una grande spugna, le ricche falde delle acque termali del territorio proteggendole da possibili inquinamenti di superficie.

Le acque minerali di Castrocaro Terme sono note già da lungo tempo, come attesta l'antico nome latino della località *Salsubium*, menzionato anche dall'umanista Flavio Biondo. In un primo momento tali risorse sono state utilizzate come sale da cucina e sono divenute oggetto di contrabbando tra il Granducato di Toscana e il vicino stato Pontificio (Forlì). Le proprietà per uso terapeutico dell'acqua minerale sono state scoperte dal Prof. Antonio Targioni Tozzetti nel 1829 in seguito all'arresto di un contrabbandiere che rubò da un fosso locale una botticella d'acqua salata⁵. Lo sviluppo del termalismo locale si attribuisce al tenente della locale Guardia Nazionale Aristide Conti, che avviò a Castrocaro, nel 1871, un modesto stabilimento per bagni ed un impianto per l'estrazione di sali bromiodici. Questo primo intervento subì negli anni a seguire numerosi ampliamenti e modifiche tra cui lo spostamento della produzione dei sali in località Cozzi (1884), la valorizzazione delle sorgenti di Bolga e lo sviluppo di un notevole complesso termale dotato di un parco alberato di otto ettari. La ricchezza idrominerali di Castrocaro è stata rivelata sia da sorgenti, dovute alla naturale risalita di acque sotterranee in pressione lungo le fenditure delle rocce (come a Castrocaro o a

³ G. AGOSTINI, A. ANTONIAZZI, A. ANTONIAZZI, M. CONTI, Il patrimonio idrogeologico delle Terme di Castrocaro (FC)-1838-2008, 170 anni di attività, in "Il Geologo dell'Emilia Romagna", Terme di Castrocaro, 2008, p.11

⁴ P. G. FABBRI, G. MARCUCCINI, Comunità e vie dell'appennino tosco-romagnolo, Bagno di Romagna, 1997, p.

⁵ G. AGOSTINI, A. ANTONIAZZI, A. ANTONIAZZI, M. CONTI, Il patrimonio idrogeologico delle Terme di Castrocaro (FC)-1838-2008, 170 anni di attività, in "Il Geologo dell'Emilia Romagna", Terme di Castrocaro, 2008, p.9

Bolga), ossia dallo spontaneo deflusso di falde idriche contenute nelle masse litologiche incise dalla superficie topografica (come nel Rio dei Cozzi e nel Rio Borsano). Nel campo minerale di Bolga, privo della più recente copertura alluvionale, le argille azzurre affiorano direttamente in superficie mentre nel campo minerale Cozzi l'acqua utilizzata dalle Terme proviene direttamente dallo spungone tramite il pozzo Aristide Conti con la relativa galleria di captazione scavata nella roccia a 18-20 metri sotto il piano di campagna⁶.

⁶ G. AGOSTINI, A. ANTONIAZZI, A. ANTONIAZZI, M. CONTI, Il patrimonio idrogeologico delle Terme di Castrocaro (FC)-1838-2008, 170 anni di attività, in "Il Geologo dell'Emilia Romagna", Terme di Castrocaro, 2008, p.12





Vista dalla corte alta del castello



Vista da Via Rio Cozzi



Vista da Sadurano

1.2 Il sistema viario

La strada, come via di comunicazione e strumento di collegamento, possiede da sempre un'importantissima funzione economica e culturale. Gli assi viari, nati al fine di facilitare gli scambi e le relazioni tra capitali, sono divenuti anche linee di attacco di guerra e luoghi attorno a cui costruire insediamenti e fortificazioni. Il tracciato era preferibilmente rettilineo e veniva mantenuto tale anche in zone collinose per cui è stata necessaria la costruzione di opere come ponti e brevi gallerie. Tra le più antiche transappenniniche tosco-romagnole, quella solcata dal fiume stesso di Forlì, il Montone, è sempre stata importante, già a partire dall'età romana, per la presenza di vie di comunicazione. Alcuni storici ritengono infatti che già nell'età antica fosse presente una mulattiera che da Forlì, attraverso questa vallata, raggiungesse Dicomano e la Valle della Sieve per innestarsi successivamente nella via Cassia. Solamente nel 1863 per volere del Granduca Leopoldo II fu realizzata una carrozzabile che rappresentò, per quei tempi, una tra le più ardite opere di ingegneria. La strada che si componeva di numerosi tornanti sul fianco della montagna, permise di raggiungere il crinale alla Colla dei Pratiglioni in cui furono costruiti una cantoniera, un albergo e un muro per riparare i viandanti dal forte vento. Il luogo, definito Passo del Muraglione, mantenne questa sua peculiarità nei secoli successivi, quando divenne la principale via di comunicazione tra Romagna e Toscana collegando la città di Forlì a Firenze⁷. I comuni che rientrano all'interno della Valle del Montone come Castrocaro Terme e Terra del Sole, Dovadola, Rocca San Casciano, Portico di Romagna e San Benedetto in Alpe sono sorti in prossimità di questi assi viari di collegamento e nella maggior parte dei casi presentano rocche e fortificazioni per difendere il territorio.

⁷ P. G. FABBRI, G. MARCUCCINI, *Comunità e vie dell'appennino tosco-romagnolo*, Bagno di Romagna, 1997

1.3 Storia di Castrocaro

L'appennino forlivese, caratterizzato da una successione di dorsali parallele e ravvicinate tra loro è costituito da valli fortemente incise da formazioni marnoso-arenacee soprattutto nella parte alta. Per questo l'insediamento ha preferito concentrarsi sul fondovalle maggiormente coltivabile e con maggior profitto rispetto ai pendenti ed acuti versanti. Lungo le aste fluviali si sono quindi disposti gli insediamenti di maggior importanza, la cui origine si può far risalire ad epoca preromana. La rete dei centri con funzioni civili ed economiche è andata strutturandosi nel corso del Medioevo. Il loro sviluppo è avvenuto lungo la viabilità principale (strada del Muraglione), attorno ad emergenze architettoniche (rocche, pievi, chiese, etc.) e in corrispondenza di punti nodali come guadi, ponti o incroci.

Uno tra i casi più rilevanti è quello di Castrocaro il cui centro è sorto in corrispondenza di un attraversamento fluviale difeso da strutture fortificate costruite su uno sperone di roccia calcarea organogene, detta spungone. Il sito originario fu frequentato già in epoca preistorica, come attestano i numerosi reperti di insediamenti umani che vanno dall'eneolitico fino all'epoca umbro-etrusca, rinvenuti sia nei pressi della rocca che in località Montepoggiolo poco distante. Testimonianze scritte dei secoli passati hanno collocato un intenso popolamento in quest'area nell'età romana, accreditando l'ipotesi di un *vicus* di nome *Salsubium* in prossimità dell'antica Pieve di S. Reparata. Durante la crisi dell'alto Medioevo Castrocaro, così come gli altri borghi della vallata mantenne una sua parziale vitalità e come testimonia André Guillou⁸ sorse un *Kastron* bizantino a difesa della città di Forlì, sulla zona di confine tra il regno longobardo e l'esarcato. Nel secolo XI è già sicura l'esistenza di un insediamento fortificato, denominato *Castrum Carium* da identificare, per evidenti motivi strutturali, con la parte alta della fortezza. Soltanto dopo l'anno Mille la storia di Castrocaro si delinea con chiarezza grazie alla prima deposizione scritta da Zaccaria-Verna del 1059⁹. Nel 1118 il primo

⁸ E. Caruso, E. Caruso, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento, Società editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007

⁹ R. TANI, P. TAMBURINI, Insediamento storico e beni culturali, valle del montone, comuni di Castrocaro Terme e Terra del Sole, Dovadola, Rocca San Casciano, Portico e San Benedetto, Società editrice il Ponte vecchio, Cesena, 1998, p.35

insediamento fortificato venne trasformato in una rocca appartenente ai Conti di Castrocaro i quali esercitarono i loro poteri su un vasto dominio feudale.

Lo sviluppo urbanistico di Castrocaro è avvenuto tramite successivi ampliamenti verso valle seguendo la conformazione del terreno roccioso a partire dal nucleo originario del "Girone". Si contano infatti quattro fasi di espansione, comprese tra il 1059 e 1400, corrispondenti alla rocca e alle tre cerchie di mura che si estendono fino alle sponde del fiume Montone. Negli anni successivi le abitazioni del borgo cominciarono ad espandersi al di fuori delle cinte murarie andandosi a disporre in prossimità del fiume. Nel 1639 il ponte ligneo che ne consentiva l'attraversamento venne distrutto da una piena e in seguito ad un secondo crollo nel 1748, fu ricostruito in muratura a tre arcate come testimonia una foto del Mengozzi risalente al 1910¹⁰. In tempi recenti il ponte è stato completamente riedificato. Lo sviluppo edilizio di tutta l'area posta a nord-est del nucleo storico di Castrocaro è dovuto alla presenza delle Terme nei primi anni dell'Ottocento. Infatti, nel 1838, con la positiva sperimentazione curativa delle acque termali accertate dal 1830 dal professore fiorentino Targioni Tozzetti, iniziò per Castrocaro un periodo di grande afflusso turistico, che progressivamente portò sviluppo e benessere all'antico borgo, ormai proteso oltre il terzo giro di mura. In seguito ai primi approcci commerciali mediante spedizioni di acque termali in fiasche e damigiane fu costruito un primo stabilimento nel 1851 il cui ampliamento del 1871 ad opera di Aristide Conti è l'unico ad essersi conservato. Negli anni successivi, a partire dal 1880, lo stesso Conti iniziò un'intensa attività edilizia che vide la costruzione di nuove terme e la sistemazione di un grande parco circostante¹¹. Nel 1938 venne inaugurato lo Stabilimento Termale Demaniale e sorse quindi il Grand Hotel Terme, che diventò la foresteria del Duce, frequentata da ministri, ambasciatori e gerarchi. Grazie al potenziamento delle Terme, Castrocaro conobbe una nuova fase di espansione che portò all'edificazione di una zona residenziale stesa fino ai confini di Terra del Sole.

¹⁰ *ivi*, p.42

¹¹ M. GORI, U. TRAMONTI, *Castrocaro Città delle Acque*, Vespignani Editore, Castrocaro Terme, 2002

Infine nel 1957, grazie a un'idea di Natale Graziani, nacque il *Festival delle Voci Nuove*, un evento dedicato ai giovani talenti, che portò Castrocaro a divenire una località termale e turistica di fama nazionale.



Planimetria storica, XVIII secolo

1.4 Il contesto attuale

La Fortezza di Castrocaro è situata nel comune di Castrocaro Terme e Terra del Sole in provincia di Forlì-Cesena, lungo la strada statale SS67 che collega Forlì a Firenze attraverso il Passo del Muraglione. Inserita all'interno del territorio della Valle del Montone, la Rocca gode di un contesto di elevato pregio paesaggistico grazie alla ridente e ubertosa area collinare caratterizzata da speroni rocciosi, aree boschive e campi coltivati.

Il territorio comunale, situato nell'entroterra romagnolo, si estende attualmente su una superficie di circa 40 kmq posta nella parte sud-occidentale del comune di Forlì. Il centro storico di Castrocaro, sorto su uno sperone di sasso spungone, si trova ad un'altitudine di 83 m s.l.m. ed è costituito dal Castello e dalle residenze comprese all'interno della terza cinta muraria, mentre il comune, gli edifici amministrativi e le nuove abitazioni sono collocate nella recente zona di espansione che si estende verso est fino a Terra del Sole. Al contrario, a fondovalle, sono presenti numerosi ed ordinati appezzamenti agricoli in cui vengono coltivati principalmente cereali, viti e ulivi. Il paesaggio conserva inoltre zone incontaminate, un parco nazionale e vaste aree boschive di rispetto che favoriscono il giusto equilibrio tra natura e antropizzazione del territorio.

Il complesso del Castello di Castrocaro è attualmente di proprietà comunale in gestione alla ProLoco di Castrocaro dal 1995 in seguito all'aggiudicazione di un bando di idee e proposte volto al riuso turistico e culturale della Fortezza. La ProLoco, oltre che garantire l'apertura al pubblico durante tutto l'anno con visite guidate al Museo della Fortezza, si occupa della gestione, al suo interno, di un'*Enoteca dei Vini Pregiati locali* e organizza seminari, convegni e congressi. Grazie all'impegno di volontari, Fondazioni e benefattori dall'anno 2000 la ProLoco ha potuto restaurare e restituire alla pubblica fruizione diversi siti della Fortezza¹².

¹²E. Caruso, E. Caruso, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento, Società editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007



Planimetria attuale, XXI secolo

2. LA STORIA

2.1 XIII-XVII Secolo: una rocca contesa

Nel Medioevo Castrocaro rivestì una notevole importanza militare, e per circa tre secoli, fino al 1282, rimase sotto la giurisdizione degli Arcivescovi di Ravenna, potenti vassalli degli imperatori tedeschi del Sacro Romano Impero. A partire dal Duecento, Castrocaro iniziò ad ospitare le prime comunità, tra cui anche una ebraica risalente circa alla prima metà del Trecento come testimonia il borgo “casa dei padri” tradotto dallo *yiddish* “borgo pedra Besciabo”¹. Nello stesso periodo venne edificato il Palazzo Comunale, dove un Consiglio di anziani, scelti tra i rappresentanti del ceto medio e presieduto da un podestà da loro stessi eletto, amministrava le questioni cittadine, regolate dagli statuti detti “*consuetudines*” e ricordati per la prima volta nel 1284². Castrocaro, come anche altri comuni, entrò nel vortice delle lotte che la videro opposta a Forlì, a Faenza, a Bologna e a Ravenna. Per tutto il XIII secolo si protrassero tali lotte incentivate anche dalla crisi dell’aristocrazia di quel tempo e dal tramonto della potenza sveva in Italia.

Verso la fine del Duecento, grazie all’aiuto militare angioino il Papa riuscì a sottomettere e controllare militarmente, una dopo l’altra, tutte le città romagnole. Nel 1282 fu la volta di Castrocaro, poi Meldola, Bertinoro, Forlì e Faenza. Il castello divenne roccaforte angioina in cui si stanziarono le milizie francesi. Fu, questo, un cambiamento significativo per la città che vide il paese popolarsi di soldati stranieri, e la rocca trasformarsi da residenza feudale a presidio militare.

Tuttavia la Romagna era lontana dalla sede papale di Avignone e Castrocaro, sito strategico per la difesa forlivese, fu campo di una lunga serie di battaglie che la videro contesa tra il Papato e le più potenti famiglie degli Ordelaffi e dei Calboli di Forlì, e

¹ E. CARUSO, E. CARUSO, *Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento*, Cesena, Società Editrice il Ponte Vecchio, 2007, p.73

² *ivi*, p.18

dei Manfredi di Faenza.

Dal 1350 al 1359 la rocca venne presa dagli Ordelaffi e in seguito fu riconquistata militarmente dal cardinale Egidio Albornoz. Nel 1371 risultava ancora essere presidiata dalle milizie papali, come testimonia la *Descriptio Provinciae Romandiolae* del cardinale Anglic de Grimoard³.

La notte del 25 dicembre 1386, ricordata come la strage della notte di Natale, guelfi castrocaresi a favore della penetrazione fiorentina, e ghibellini a favore invece degli Ordelaffi si scontrarono in una lotta che culminò nella sconfitta dei primi, come ci racconta Giovanni di Mastro Pedrino⁴ nella sua *Cronaca*. L'orrore di questa vicenda rimase nella memoria per lunghi anni; così scriveva nel 1423 il Capitano di Castrocaro Bonaccorso Pitti⁵ :

“ [...] Nel castello di Castrocaro e nel suo contado sono più i ghibellini che i guelfi. E truovasi che circa 36 anni fa i ghibellini di questa terra di Castrocaro uccisero tutti i guelfi che poterono giugnere, e uccisero de' fanciulli e donne gravide, con grandissimo scelerio e con grande crudeltà [...]. ”

Era la fine del Trecento quando il Papato si trovava in una profonda crisi economica, causata anche dallo scisma d'Occidente e i Fiorentini ne approfittarono per entrare in Romagna. Il loro obiettivo era la rocca, in quanto miravano non solo ad espandere il loro governo fino alla costa Adriatica ma anche alla conquista della fortezza ritenuta di massima sicurezza in seguito alla diffusione delle armi da fuoco agli inizi del XV secolo.

Pertanto Papa Bonifacio IX, nel 1394 decise di colmare il vuoto economico delle casse della Camera Apostolica vendendo il castello di Castrocaro ai Fiorentini per la somma di 18.000 fiorini d'oro⁶. Al momento della consegna il castellano pontificio, Tommaso conte di Novi, assecondando le richieste degli Ordelaffi e forte del loro appoggio, si oppose. I fiorentini tentarono allora inutilmente di conquistare la rocca con l'uso delle armi. Solo nel 1403,

³ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.19

⁴ *ivi*, p.19

⁵ *ivi*, p.19

⁶ *ivi*, p.20

dopo lunghe e sofferte trattative, e anche grazie al pagamento di altri 2000 fiorini d'oro, Firenze poté entrare in possesso dell'ambito fortilizio.

Per definire le loro conquiste, i fiorentini chiamarono i territori romagnoli con l'appellativo "Romagna Toscana" e Castrocaro fu battezzato capoluogo, sede del Capitano di Giustizia inviato direttamente dalle terre fiorentine. Infatti il 20 novembre 1403 i Magnifici Dieci di Libertà e Pace vi mandarono Lapo di Giovanni Nicolini, con la qualifica di "*Capitaneus Castri-Cari et Provinciae Florentinae in partibus Romandiola*"⁷ dal 1403 al 1579.

Al Capitano competeva l'amministrazione della giustizia, non solo locale, bensì dell'intero territorio romagnolo di appartenenza fiorentina. Nel palazzo dei Capitani di Giustizia (detto Palazzo Pretorio) aveva quindi sede il governo politico della regione, retto da uomini di fiducia scelti tra le più eminenti famiglie di Firenze. All'economia di Castrocaro giovò molto la nuova ondata di traffico commerciale che la attraversava in direzione di Firenze; furono in particolare alcune famiglie castrocaresi a gestire gli scambi commerciali con Firenze di tessuti, ma soprattutto di cereali, provenienti dalle campagne romagnole.

Nei primi decenni del Quattrocento Filippo Maria Visconti, duca di Milano, dopo aver sottomesso la Lombardia, Piacenza, Parma e Genova, si convinse della possibilità di assoggettare anche le terre pontificie in Romagna. Nel 1421 e nel 1423 inviò il condottiero Angelo della Pergola ad effettuare alcune campagne militari in Romagna. Castrocaro, per la sua strategica posizione a guardia della strada che conduceva a Firenze, venne subito considerata uno dei più importanti obiettivi militari da conquistare. Contro il Visconti si coalizzarono Firenze e Venezia, allarmate dalla sua forte potenza militare. Un primo tentativo di conquista fu fatto dai milanesi nel 1424 che con la complicità di alcuni uomini sarebbero dovuti entrare in città la notte di carnevale, ma il complotto fallì, e ai congiurati venne tagliata la testa. Un altro tentativo fu nel Luglio dello stesso 1424 quando i milanesi e i

⁷ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.21

fiorentini si affrontarono in una sanguinosa battaglia presso Zagonara che si concluse con la vittoria dei milanesi e la conquista di Forlì, Dovadola, Forlimpopoli, Civitella e Galatea. Ma l'obiettivo rimaneva sempre Castrocaro che tuttavia riuscì a resistere agli attacchi, compreso quello del primo Ottobre del 1425 quando il milanese Secco da Montagnana tentò di assediare la Rocca, senza però riuscirci. Nei mesi a seguire le truppe milanesi e quelle fiorentine si scontrarono in campo aperto, con feriti e prigionieri da ambo le parti. Il clima era assai pesante, e il capitano fiorentino Oddo Castellani il 16 gennaio 1426 fece giustiziare nella Rocca di Castrocaro tre mercenari del duca di Milano, catturati nei precedenti scontri: due furono impiccati, uno decapitato. Per ritorsione Secco da Montagnana fece impiccare sette armati castrocaresi, che si trovavano prigionieri a Forlì. Firenze, vedendo aumentare i rischi di una guerra con i Visconti, trattò con il Doge di Venezia, gli Estensi di Ferrara, i Gonzaga di Mantova, il marchese del Monferrato, il duca di Savoia. Di fronte alla minaccia di tanti avversari il duca di Milano richiamò le sue truppe dalla Romagna. Il 20 maggio 1426 venne firmata la pace.

Cessate dunque le lotte tra milanesi e fiorentini in terra romagnola, bisognava risolvere l'astio tra fiorentini e forlivesi che lottavano tra loro per la mancata rassegnazione alla perdita di un feudo a discapito dei secondi. Eserciti di ogni fazione attraversavano Castrocaro, tanto che le misure di sicurezza si rafforzarono e nella seconda metà del Quattrocento, la fortezza, considerata di estrema importanza per l'incolumità della Repubblica, subì importanti lavori di ristrutturazione. Il 10 maggio 1469 il "*consilio populi et civitatis florentie*"⁸ dirottò a Castrocaro un'ingente somma di danaro pari a 2300 fiorini d'oro avuti in prestito da un banco ebreo per finanziare i lavori di manutenzione al Palazzo della Signoria e per effettuare interventi alle mura della cittadella, ritenuti in quel momento più importanti.

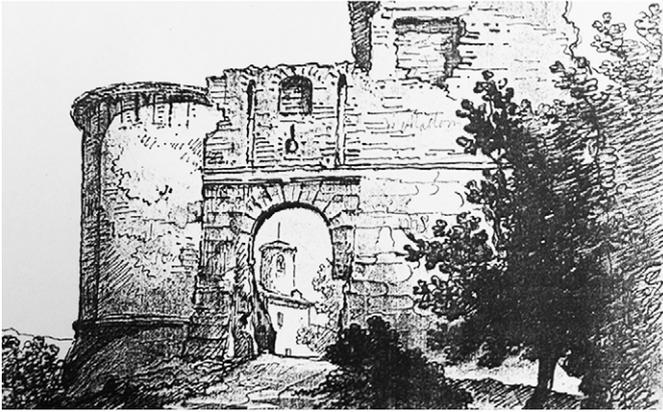
⁸ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.26

Durante il 1500 Castrocaro fu interessata da una grave crisi economica causata soprattutto dall'epidemia di peste che aveva decimato la popolazione. In questo stesso periodo le truppe pontificie tentarono di entrare in città da Porta Fiorentina, ma le truppe castrocaresi con l'aiuto di parte della popolazione, riuscirono a cacciare gli assalitori e ad impedire la conquista della città.

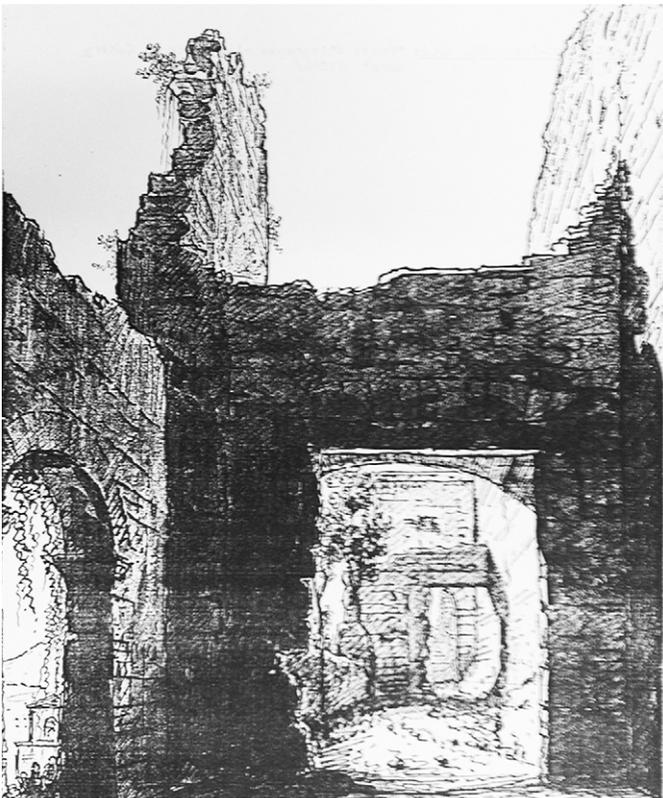
Nel 1564 il duca di Firenze, a conclusione di un complesso disegno militare di "ispessimento delle frontiere", volle la costruzione di un grande sistema difensivo a largo raggio, teso a sbarrare ai veneziani, ai milanesi e alle truppe francesi alleate del papa, tutte le vie di accesso al ducato.

L'accesso dalla Romagna era difeso dalla fortezza di Castrocaro, la cui struttura parve a Cosimo inadatta a sostenere eventuali attacchi delle moderne artiglierie. Per suo volere, dunque, a due chilometri verso Forlì, sul confine con lo Stato Pontificio, quell'anno venne intrapresa la costruzione di una nuova fortezza, con un possente giro di mura a forma quadrangolare bastionata, disegnato probabilmente da Domenico Mora, esperto di fortificazioni e di tattiche militari. Alla nuova colonia in costruzione venne dato il nome di Terra del Sole.

Nel 1676 la fortezza venne disarmata in quanto ormai abbandonata. Nei secoli XVII e XVIII la Romagna toscana fu interessata da una situazione economica disastrosa che tuttavia non intaccò le attività commerciali e agricole della città in riva al fiume Montone.



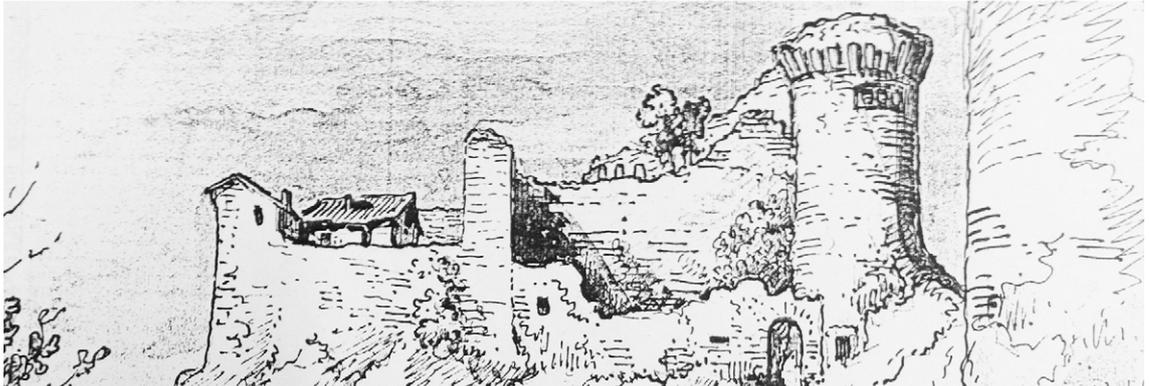
1856_Prima porta d'entrata alla rocca (acquerello di R. Liverani)



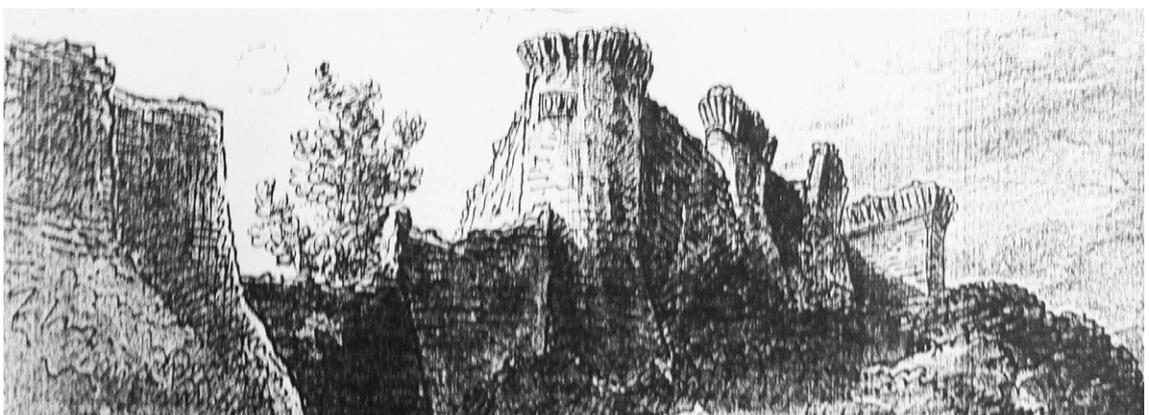
1856_Porta d'accesso e camminamento che conduce alla rocca (acquerello di R. Liverani)



1856 _Ponte, paese e rocca di Castrocaro(acquerello di R. Liverani)



1856 _Prospetto principale della rocca(acquerello di R. Liverani)



1856 _Fianco sud della rocca (acquerello di R. Liverani)

2.2 Le fasi di formazione del Castello

L'origine e lo sviluppo del Castello di Castrocaro sono stati condizionati in modo determinante dalla morfologia del sito, in particolare dall'affioramento roccioso posto tra il crinale e il fondovalle. Nell'alto Medioevo il regno longobardo e i domini bizantini erano divisi da questa rupe e lo studioso André Guillou ne aveva considerato il valore strategico in quanto facilmente difendibile e ottima sentinella sulla sottostante via di traffici. Pertanto ne concluse che nel luogo ove oggi è collocata la fortezza vi potesse essere un *kastron* bizantino. È in questo periodo che probabilmente vennero poste le prime pietre della torre che ancora oggi domina il paese. La prima testimonianza scritta dell'esistenza di un *castrum* fino ad oggi conosciuta risale al 1035⁹. Al 1118 risale la testimonianza di una famiglia comitale dell'entourage di imperatori tedeschi che abitava il fortilizio, il che, nelle primissime fasi del castello può aver contribuito allo sviluppo del centro abitato. È probabile che proprio questa famiglia abbia contribuito a trasformare la primitiva torre in una solida rocca, in grado di ospitare e proteggere la corte feudale, amministrare politicamente ed economicamente il territorio, controllare militarmente l'accesso alla valle. Una seconda pergamena documenta il *castrum* nel 1059¹⁰. Un altro documento, del 1187, testimonia che in quell'anno la rocca era abitata dal conte Bonifacio II. Seguì un periodo durante il quale la Fortezza di Castrocaro fu contesa tra il Papato e l'Impero fin quando nel 1282 passò sotto il diretto controllo della Chiesa, che vi insediò proprie milizie ed un castellano. I Conti di Castrocaro furono quindi costretti a giurare fedeltà al papa nella chiesa di Santa Maria della Rocca. Questa data fu fondamentale per Castrocaro, in quanto la fortezza cessò di essere una residenza feudale per divenire presidio militare. Sono di questo periodo sostanziali trasformazioni al complesso,

⁹ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.57

¹⁰ *ivi* p.57

che lo resero inespugnabile così come testimoniato nel testo di Bellondi:

“[...] il detto castello non si potea combattere [...] ed era molto forte di sito in tale modo che non si vedea che per battaglia si potesse vincere¹¹”.

L'analisi dell'assetto urbanistico, restituito nelle sue forme rinascimentali dal Catasto geometrico particellare toscano¹², evidenzia come lo sviluppo del Castello sia avvenuto a partire dalla sommità e progressivamente ampliato sui terrazzi rocciosi che si susseguono lungo il pendio fino al pianoro in prossimità del fiume con un dislivello di 68 m.

Lo studio delle strutture difensive, civili e religiose conservate e l'analisi delle fonti documentarie permette di delineare con precisione le fasi di sviluppo del Castello di Castrocaro nel corso del Medioevo.

Una prima fase può essere ascrivibile a partire dal 1059, quando si individua il nucleo difensivo originario detto Maschio o Mastio sulla sommità dello sperone roccioso attualmente occupato dalla Fortezza. Le strutture conservate, per caratteristiche formali, sono ascrivibili indicativamente al XII-XIII secolo; in particolare il girone è attestato con certezza dalle fonti scritte a partire dal 1220¹³.

Una seconda fase è data dall'ampliamento del Castello con l'addizione del ridotto fortificato inferiore, detto Rocca, edificato nel 1296 così come testimoniano gli *Annales Caesenates* del 1729. Al suo interno sono ricordati la chiesa di *Santa Maria de la Rocha* nel 1282 e il Palazzo dei conti nel 1312, che attestano indirettamente l'esistenza del fortilizio almeno tra la fine del XIII e l'inizio del XIV secolo. Tale datazione può tuttavia essere indicativamente spostata all'inizio del XII secolo, in quanto la prima

¹¹ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.58

¹² vedi figura 2 p.37

¹³ E. RAVIOLI, L'insediamento fortificato in Romagna tra fonti scritte e dati archeologici (VIII - XVI sec.), La provincia di Forlì - Cesena e Ravenna, Bononia University Press, Bologna, 2015, p.420 vedi figura 1.1 p.34

attestazione della famiglia comitale residente è del 1118. L'assetto della Rocca ripropone quello già osservato nel caso del girone: si ripete la planimetria triangolare, culminata dal cassero, un'alta torre cilindrica a nord adibita a difesa e un corpo di guardia a sud, inglobato poi dall'attuale palazzo. Anche per quanto riguarda l'ingresso viene riproposto il modello costituito da una successione di cancelli preceduti da un ponte e da un fossato scavato nella roccia¹⁴.

La terza fase è quella che attesta l'esistenza della murata (così come riportato nella *Descriptio Romandiole* del 1371) e di una torre posta al suo interno, forse da riconoscere in quella distrutta nel 1497 e sostituita con quella attuale detta Campanone, adiacente allo scomparso Palazzo del Podestà. Di quest'ultimo non si hanno notizie dirette, ma l'istituzione della podesteria a Castrocaro risale almeno al 1284¹⁵. La chiesa di San Giovanni Battista alla Murata, ricordata nelle *Rationes Decimarum* del 1292, si trovava all'interno delle mura e probabilmente serviva al culto del primo nucleo abitato del Castello. È probabile che la Rocca e la murata si siano sviluppate in maniera contemporanea, la prima con una connotazione spiccatamente militare, la seconda con funzione abitativa.¹⁶

Una quarta fase può essere identificata circa a partire dal 1300 quando venne costruito il secondo giro di mura. Al suo interno si trovava anche un borgo esistente già nel 1222, come attesta la presenza del palazzo dei Corbizi, privo di difese ma servito dalla chiesa di San Nicolò, attestata a partire dal 1256. Nel 1324 è menzionata la Porta dei Ciardi che rappresentava l'ingresso settentrionale alle mura. Ma non era l'unico accesso infatti come si legge nella *Descriptio Romandiole* vi erano quattro porte di accesso alla seconda cinta muraria: Porta Ulmi a ovest, Porta Sancti Nicolai a est, Porta Zardorum a nord-est e Porta Franca a sud. L'appellativo delle Porte veniva di volta in volta assegnato

¹⁴ vedi figura 1.2 p.34

¹⁵ E. RAVAIOLI, L'insediamento fortificato in Romagna tra fonti scritte e dati archeologici (VIII - XVI sec.), La provincia di Forlì - Cesena e Ravenna, Bononia University Press, Bologna, 2015, p.420

¹⁶ vedi figura 1.3 p.35

in base all'ingresso rivolto verso lo stato straniero confinante¹⁷.

La quinta e ultima fase è quella da attribuirsi alla realizzazione della terza cinta muraria, la cui edificazione ha avuto inizio nel 1404 per delibera comunale con la costruzione di Porta del Leone che va ad includere i borghi extramuranei e la chiesa di San Francesco con l'annesso monastero, l'ospedale di Santa Maria della Fontana e infine la chiesa di Santa Maria. Tale realizzazione, tuttavia, deve essersi protratta per circa un secolo dal momento che nel 1504 è ricordata la costruzione di Porta Franca, demolita poi nel 1880. Nel medesimo periodo ha inizio un ambizioso progetto di ammodernamento della Fortezza tramite la costruzione dell'apparato difensivo del cosiddetto bastione, come risulta dai documenti dell'epoca; si ampliò la "cittadella", detta anche "murata", si ricostruì la torre del Campanone, si modificò la porta San Giovanni. Assai spettacolare per l'imponenza fu la successiva costruzione, presso l'ingresso, della cilindrica torre "Guelfa", detta "delle Segrete", realizzata, come le parti più antiche del castello, in conci squadrate di pietra locale¹⁸. Sono di questo periodo l'ispessimento della scarpata della cortina nord della rocca, il rafforzamento della cortina est del girone, la sopraelevazione del maschio e del baluardo ghibellino e la costruzione degli arsenali medicei¹⁹.

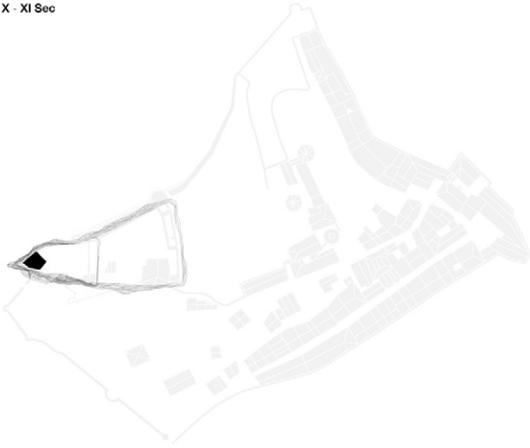
Grazie alle modifiche realizzate la fortezza riuscì a rimanere inespugnata agli assedi del 1425, 1450, 1467 e del 1529-30. Solo nel 1564 la grande struttura difensiva, a causa dello stato degli apparati difensivi del fortilizio ritenuti insufficienti rispetto alle necessità contingenti della moderna tecnica militare, venne rimpiazzata con la fondazione della vicina piazzaforte di Terra del Sole.

¹⁷ vedi figura 1.4 p.35

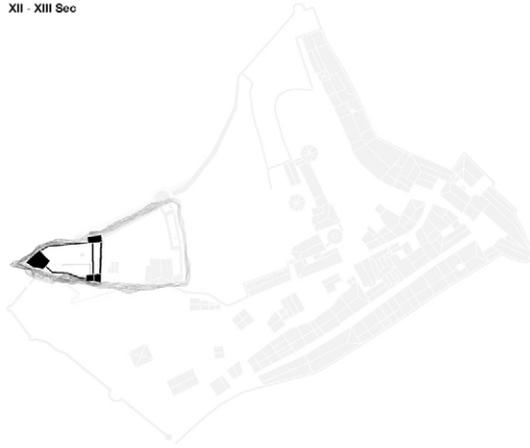
¹⁸ vedi figura 1.5 p.36

¹⁹ vedi figura 3 p.37

X - XI Sec



XII - XIII Sec



X - XI Sec



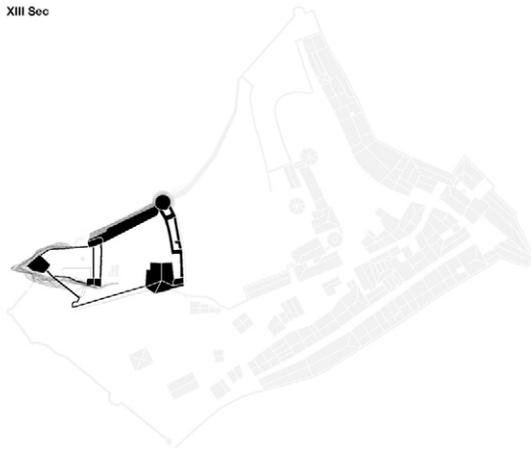
XII - XIII Sec



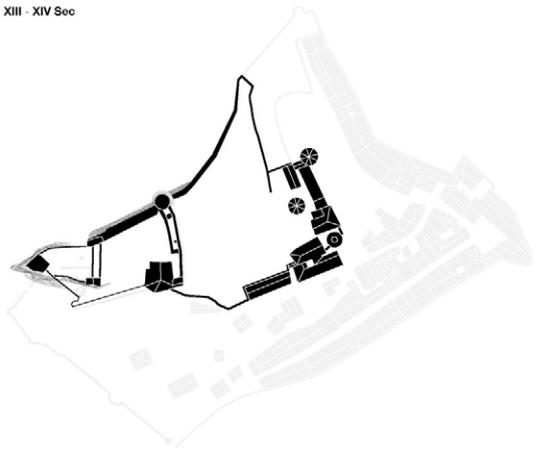
Figura 1.1

Figura 1.2

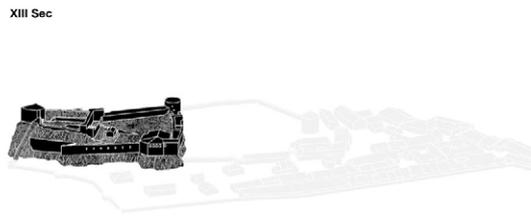
XIII Sec



XIII - XIV Sec



XIII Sec



XIII - XIV Sec

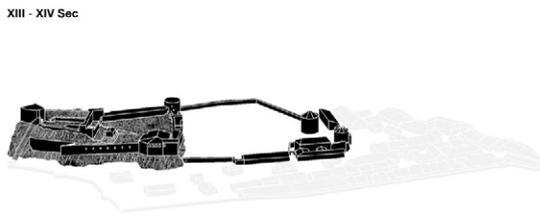
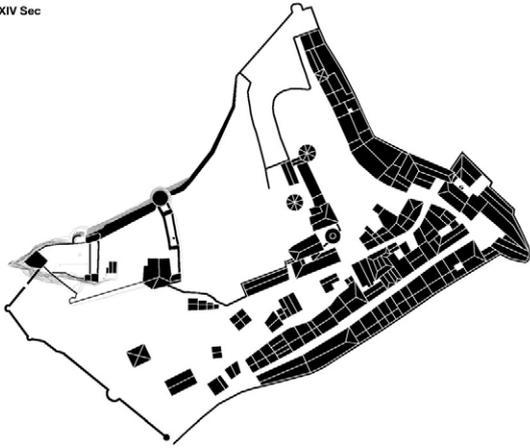


Figura 1.3

Figura 1.4

XIV Sec



XIV Sec



Figura 1.5



Figura 2 (Catasto geometrico particellare toscano, sezione G, foglio 6)

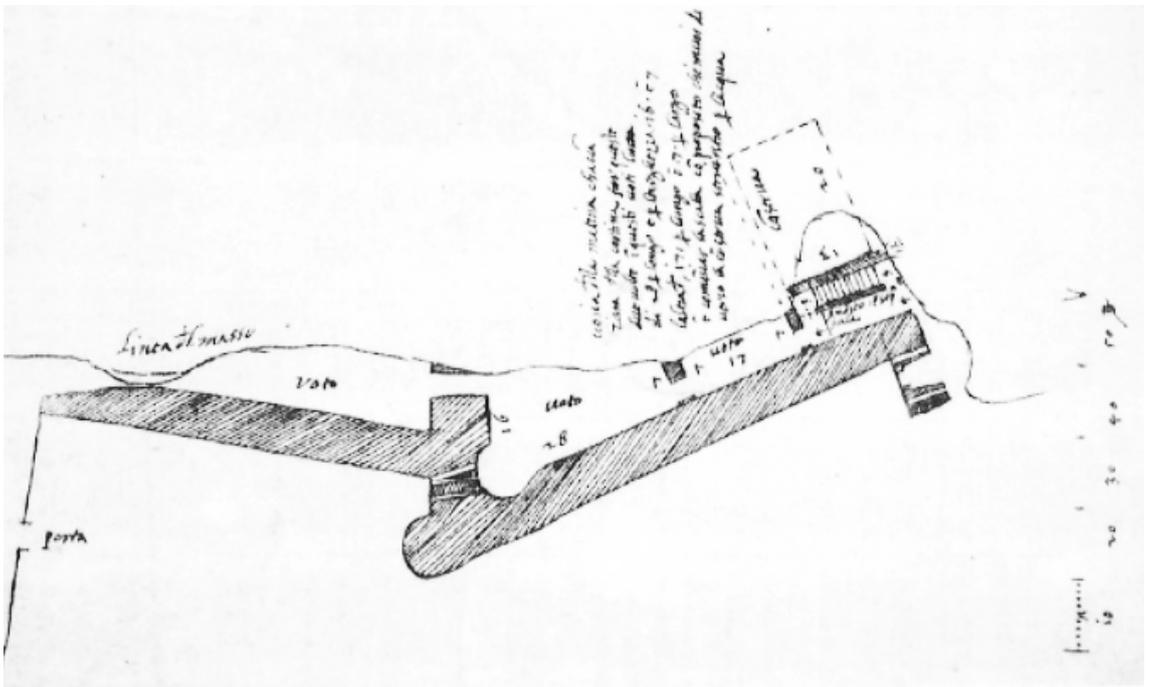


Figura 3 (1544_Progetto degli Arsenali Medicei di Giovan Battista Bellucci)

2.3 Il disarmo

Agli inizi del Seicento, dopo la rifondazione portuale di Livorno (1587-1609) e la costruzione di Terra del Sole, ebbe inizio la decadenza della Fortezza di Castrocaro.

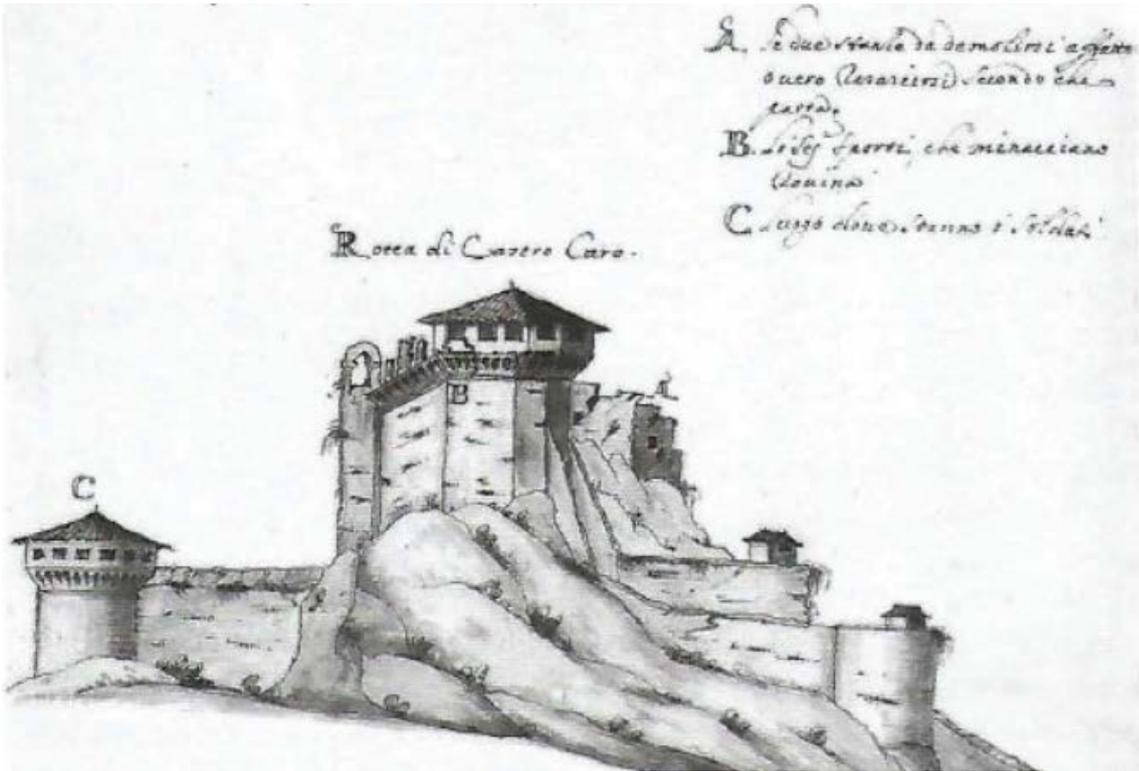
Essendosi delineato un nuovo equilibrio politico, la Romagna toscana cessò di rivestire un ruolo dominante e di conseguenza anche la fortezza abbandonò la sua posizione unica e strategica. Cessati i lavori di manutenzione per il complesso fortificato iniziò una lenta ma inesorabile decadenza. A ciò si aggiunse, nella seconda metà del Seicento, l'intensa attività sismica, che provocò gravi danni, troppo onerosi da riparare e pertanto alcuni edifici vennero fatti demolire.

Il 15 ottobre 1676 il Granduca Cosimo III, ritenendo troppo gravoso e inutile mantenere in efficienza il Castello, ne ordinò il definitivo disarmo²⁰; l'anno successivo venne quindi ceduta in affitto al tenente Giuseppe Confortini. Nel 1688 una nuova scossa sismica provocò ulteriori e consistenti danni alle strutture murarie, in particolare alle parti alte del maschio. Nel 1782 il Granduca Leopoldo I decise di disfarsene definitivamente, ridotta ormai a terra adibita all'orticoltura: erano infatti presenti orti e vigneti, ulivi²¹, gelsi, fichi, e altri alberi da frutto. Il 30 novembre venne ceduta alla Comunità di Terra del Sole e Castrocaro, che cinque anni più tardi la vendette a Giuseppe Nadiani. Venne quindi rivenduta alla famiglia Seganti, poi ai Salvetti, quindi ai Maiolani, ai Piancastelli, ai Contali, giungendo infine, per lascito testamentario ai Pii Istituti Ricovero di Mendicità, Asilo d'Infanzia ed Ospizi Marini della Città di Imola. Il 10 settembre 1923 il dott. Mariano Savelli, Commissario Straordinario del Comune di Terra del Sole e Castrocaro, procedette all'acquisto del fortilizio. Le promesse di risistemazione e ristrutturazione del complesso architettonico non

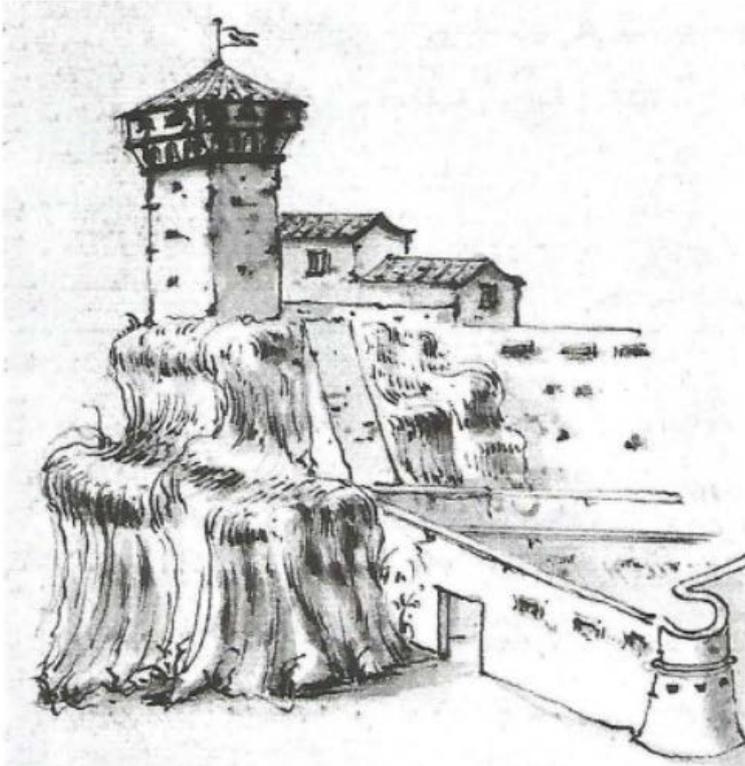
²⁰ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.63

²¹ Uno di questi ulivi, risalente al XVII secolo, è giunto fino a noi, e fa bella mostra al centro della corte grande. Dopo un intervento di dendrochirurgia, effettuato dalla Technogreen di Cesena sotto la direzione del perito Giuseppe Serra, è stato segnalato al CNR-Ibimet di Bologna, che lo tiene sotto costante controllo.

ebbero seguito e la fortezza rimase abbandonata, abitata da povera gente. Nel 1975, a causa delle pericolanti condizioni del Palazzo del Castellano, dove dal dopoguerra vivevano ben nove famiglie, venne sfrattato l'ultimo inquilino: Guido Gaudenzi. Finalmente nel 1980, dopo quasi quattrocento anni di abbandono, l'Amministrazione Comunale deliberò il restauro della rocca, individuandone il nuovo destino in un utilizzo museale e turistico.



1661_Disegno della fortezza di Ridolfo Giamberti



1688_Disegno di Antonio Ferri della Torre del Maschio, Porta e bastione di Porta dell'Olmo

2.4 Le antiche mura e il borgo

Nel Trecento l'abitato di Castrocaro si trovava ancora racchiuso entro il secondo giro di mura, arroccato sul pendio sud-est del colle sovrastato dalla fortezza: a sud il fiume, a est la piana verso Forlì. Le mura medievali partivano dalla base ovest del Castello, proprio sotto la torre del maschio, e scendevano lungo il pendio della "costa" fino alla porta Fiorentina, percorrevano un tratto pianeggiante raggiungendo porta San Nicolò e, dopo aver aggirato l'abside della chiesa omonima, piegavano a sinistra fino alla porta dei Ciardi. Le mura risalivano il pendio fino alla porta del Leone, escludendo l'attuale chiesa dei santi Nicolò e Francesco, e andavano infine a ricongiungersi con la fortezza alla torre Guelfa.

Oltre la Portaccia si trova la murata, detta anche "cittadella", un piccolo borgo chiuso da un possente giro di mura a forma quadrangolare edificato a difesa dell'ingresso. La cittadella era parte integrante del sistema fortificato, e rappresentava il luogo in cui i castrocaresi si rifugiavano in caso di pericolo. Ricordata nei documenti del Trecento, la murata venne maggiormente rinforzata nella prima metà del Cinquecento con alte muraglie in cotto che, sotto la direzione del Buontalenti e del Bellucci, vennero adeguate alle mutate tecniche di guerra. Sono di questo periodo alcune interessanti casematte rivolte verso sud, con ampie volte a botte, attualmente ingombre di macerie, sotto le quali si trovano altri locali e passaggi ancora non rilevati. Nel corso del Trecento la città crebbe, espandendosi oltre la seconda cerchia muraria. Sorsero così, nei lotti pianeggianti verso il fiume e verso Forlì il borgo Tachetti, il borgo della Croce, il borgo del Leone, il borgo del Mulino e il borgo Canneti, protetti da alti steccati lignei. Agli inizi del Quattrocento le autorità comunali decretarono la costruzione del terzo giro di mura per poter difendere gli insediamenti da

eventuali attacchi. Verso Forlì venne dunque aperta una nuova porta, detta “del borgo della Croce”; ricostruita in forme rinascimentali nel 1504 e rinominata porta Franca. Di qui le mura si dirigevano verso la collina della Fratta, per andare a raccordarsi con le vecchie mura presso la porta del Leone.

Cinque porte cittadine, aperte di giorno, chiuse di notte, consentivano di entrare e uscire dalla città: porta dell’Olmo, porta Franca, porta San Nicolò, porta dei Ciardi, porta del Leone. Nella *Descriptio Romandiolae* del 1371 si attesta che le prime quattro porte del Castello erano vigilate di giorno e di notte da almeno due armati.

La porta dell’Olmo, era situata all’inizio delle mura cittadine, a picco sotto il maschio della Fortezza, da dove partiva la strada che conduceva a Modigliana, Tredozio, e Firenze. Era costituita da un bastione cilindrico munito di feritoie, ancora oggi esistente e da una cortina muraria in conci di sasso degradata a tal punto da lasciare in vista soltanto le piante rampicanti che l’assalgono.

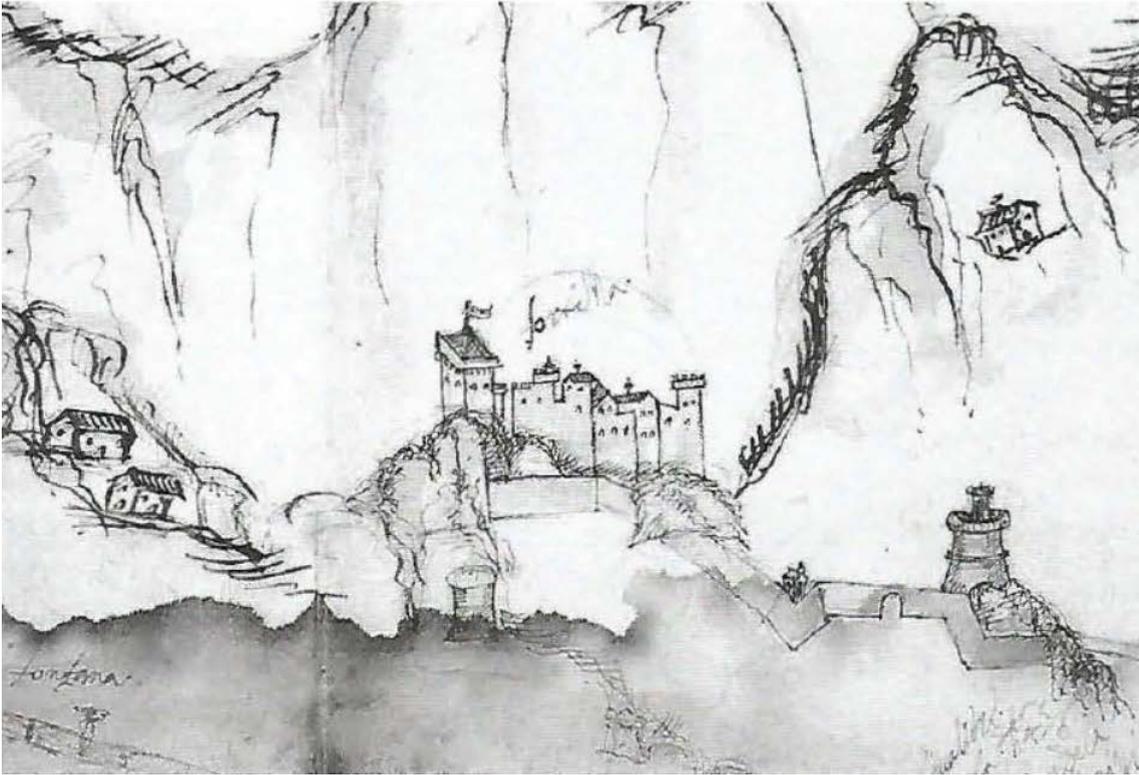
La porta Franca, detta anche Fiorentina, perché rivolta verso Firenze, fu eretta nel XV secolo e permetteva l’accesso alla seconda cerchia delle mure castellane. Si trovava nell’attuale via Maltoni, ed era costituita da due robusti torrioni cilindrici uniti da una breve cortina, nella quale si apriva la porta. Nella seconda metà del Seicento prese il nome di San Francesco; oggi non esiste più.

La porta San Nicolò, era rivolta verso il fiume e munita di una pesante saracinesca in legno e ferro. E’ l’unica porta nel paese ad arco gotico e nel Quattrocento, quando perse la sua funzione difensiva, venne sovrastata dalla torre del Comune, in cui per qualche tempo ebbe sede il Capitano di Giustizia. Essa rappresenta

l'unica torre civica medievale giunta fino a noi. La facciata esterna della torre è ancora oggi ornata da stemmi in pietra di capitani fiorentini e da una meridiana.

La porta dei Ciardi, detta anticamente Porta Zardorum ed oggi Porta san Francesco, era rivolta verso Forlì. Provvista in origine di ponte levatoio alla fine del XV secolo il fossato venne chiuso e al posto del ponte fù costruito un portone in legno molto pesante. In origine la porta era anche sovrastata dall'omonima torre ad uso di guardia che successivamente venne inglobata nell'attuale edificio.

La porta del Leone, di cui si è persa ogni memoria, potrebbe probabilmente essere quella che si trova nell'area privata retrostante l'ex Palazzo Pretorio. Chiamata successivamente porta dei Capitani, fù inglobata nelle pertinenze del palazzo stesso, e non venne mai più utilizzata dai castrocaresi, motivo per il quale, con l'andare del tempo, se ne perse memoria.



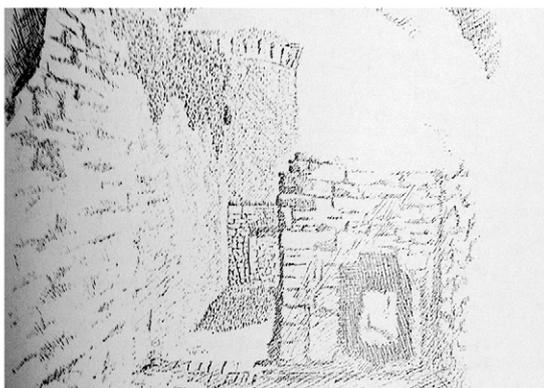
1560_Disegno della fortezza e dei confini antichi



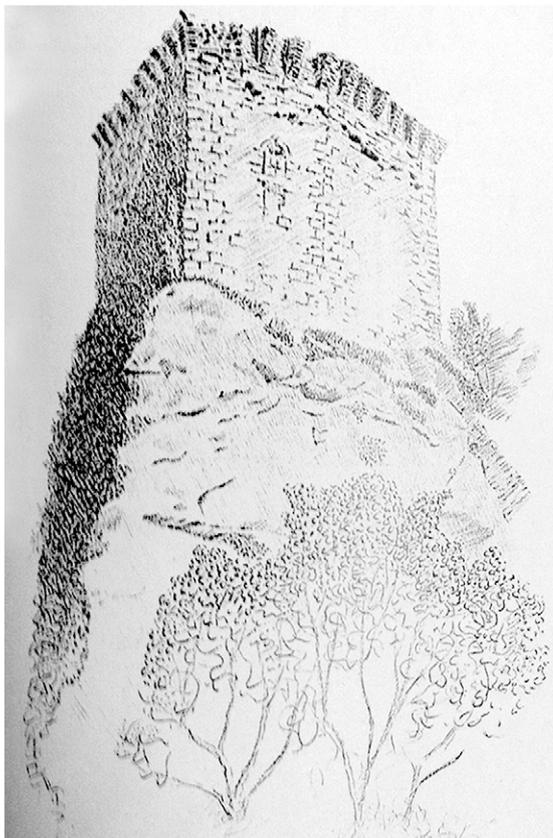
1544_Disegno del giro delle mura di Castrocara attribuito al Bellucci



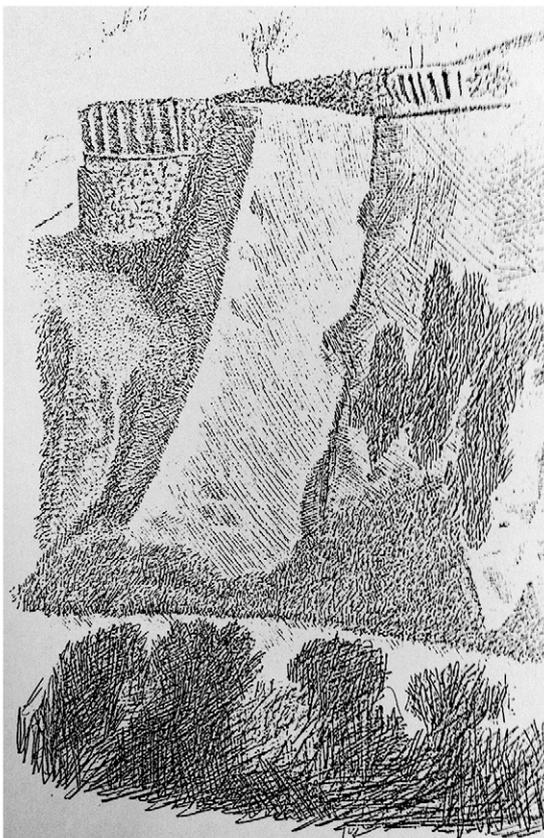
Porta dell'Olmo



Accesso alla rocca



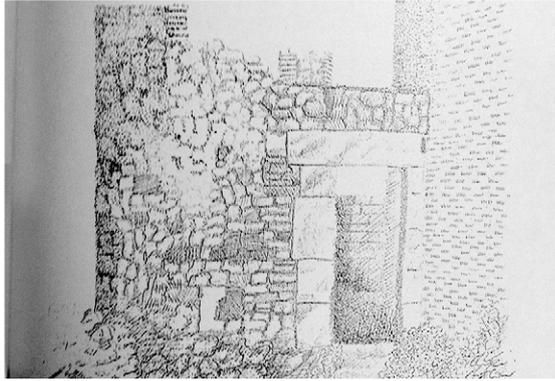
Torre del Mastio



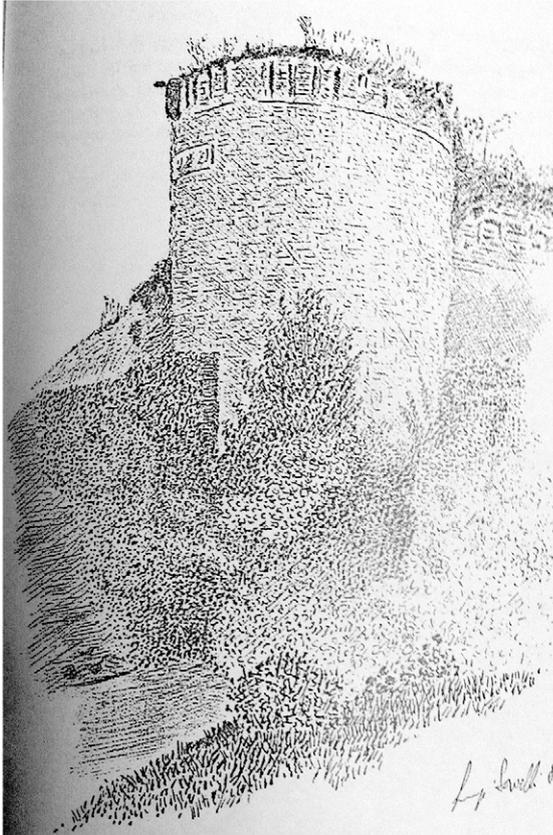
Torre poligonale



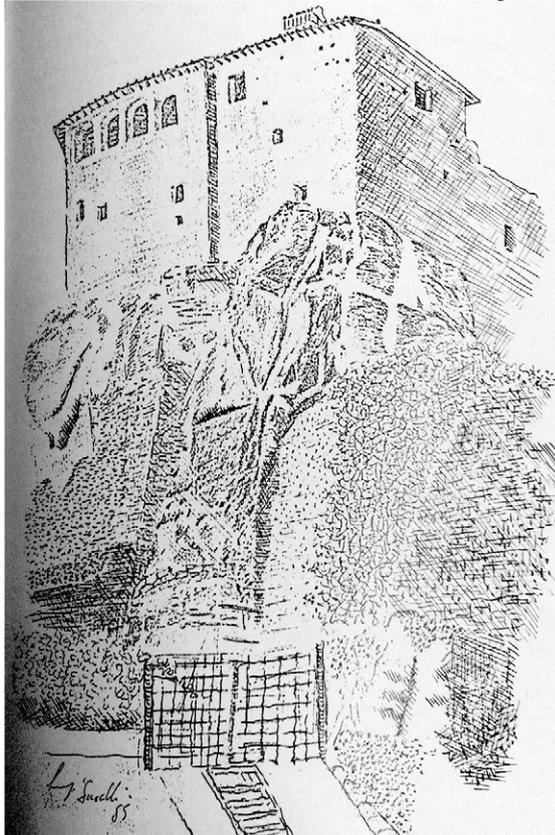
Chiesa di Santa Barbara



Accesso al girone



La Torre Guelfa



Il Palazzo

2.5 La Fortezza oggi

Dopo Quattrocento anni di abbandono, nel 2000 grazie ai lavori di restauro finanziati dall'Amministrazione Comunale, parte della Fortezza è stata aperta al pubblico ed è stata data in gestione alla Pro Loco di Castrocaro che ne favorisce la fruizione mediante attività turistiche e culturali. A partire dal 2007 si sono rese agibili la *Domus*, detta anche Palazzo del Castellano, la chiesa di Santa Barbara, la torre Guelfa, il cortile delle Armi, la piccola corte, la corte grande, le grotte trogloditiche, gli spalti delle bombarde e da poco tempo anche gli Arsenali Medicei.

Unica nel suo genere per tipologia e ampiezza, la fortezza è composta da tre distinte opere architettoniche e difensive: il girone, la rocca e gli arsenali medicei.

Il Girone risalente al XI-XII secolo, costituisce la parte più antica della fortezza, ed è caratterizzato dalla presenza della Torre maestra, o Maschio, l'imponente torre dalla pianta pentagonale, alta trentadue metri, che risale a prima del Mille, quando in questa località erano i confini militari e politici tra Longobardi e Bizantini. Fanno parte del Girone anche la Torretta del Corpo di Guardia, il Bastione ghibellino, la Corte Alta con cisterna, la Cortina sud, la Cortina est e la Cortina nord, provvista quest'ultima di numerose feritoie per il tiro frontale. Il Girone era separato dal borgo sottostante grazie ad un fossato, attraversabile mediante un ponte levatoio oggi sostituito con delle scalette in legno. Oltre l'ingresso è il Corridoio del Girone, protetto sulla destra dal Baluardo ghibellino. Il lato Nord difendeva la Fortezza tramite una casamatta munita di archibugiera. Una scaletta in sasso sorretta da un arco rampante all'interno della Torretta di Guardia permette di accedere alla piccola battagliera merlata, dalla quale si ammira un panorama stupendo sui borghi sottostanti. Il passaggio di

ronda che consente di accedere al Maschio, è fiancheggiato dai resti del Palazzo dei Conti.

La torre del Mastio è composta da tre livelli: il primo costituito dalla sala d'ingresso, con volte a crociera irregolare, in cui si apre nel pavimento una botola che permette di scendere nella sala sottostante, adibita a granaio. Il secondo livello è caratterizzato da una sala con volta a botte a cui si accede mediante ciò che resta di una scalinata esterna (probabilmente un tempo interna alla torre). Infine una rampa in sasso conduce al terzo ed ultimo livello rappresentato dalla copertura della torre, un tempo occupato da una sala coperta e dotata di merlature.

Nel terrapieno che oggi occupa lo spazio dinanzi il Maschio si apre una profonda e ampia cisterna detta pozzo a rasoi per via di un leggendario utilizzo a tranello. Poco distante vi è la battagliera del Baluardo ghibellino, in origine merlata e coperta, dalla quale si poteva scendere nelle casematte mediante delle scalinate.

Sul lato Nord del Girone è situato il quattrocentesco Bastione fiorentino, detto anche torre poligonale, edificato per proteggere con il tiro di radenza le due cortine della Fortezza. Costruito in sasso fuori e rivestito in mattoni dentro, si presenta con una pianta pentagonale e base scarpata. Un tempo era munito di due porte di soccorso: una visibile a metà della sua altezza; l'altra non ancora trovata. Nel 1861 il sisma causò il distacco della torre dalla cortina e ne provocò una inclinazione che con il tempo si è stabilizzata e permette ancora oggi di poter leggere la sezione del bastione.

La Rocca costituisce l'espansione due-trecentesca del Girone, ed è formata dalla Corte, attorno alla quale si ergono il Palazzo del Castellano o *Domus*, la Chiesa di Santa Barbara, la Cortina nord,

la Cortina est e la poderosa Torre delle Segrete.

Oltre il portone d'ingresso si trova il Cortile delle armi, protetto da un'alta cortina in sasso, un tempo merlata e provvista di camminamento, nella quale si aprono due ampie cannoniere.

Proseguendo si trova il Palazzo del Castellano o "*Domus*", risalente al Duecento e anticamente abitato dai feudatari di Castrocaro. Al piano terra è allestita un'esposizione permanente dal titolo *L'Aquila, le Chiavi, il Giglio* che racconta le vicende che coinvolsero la fortezza nel periodo che va dal Medioevo al Rinascimento. Nella vicina Sala dell'Aquila, è illustrato il periodo Alto-medievale del fortilizio (sec. IX-1282), quando la località era sotto la dominazione degli imperatori tedeschi del Sacro Romano Impero. Nella Sala delle Chiavi, invece, è documentato l'arco temporale che va dal 1282 al 1403 in cui la rocca rimase sotto il controllo pontificio. La successiva Sala del Giglio è dedicata al periodo fiorentino di Castrocaro (1403-1676). Questo locale è chiamato anche Stanza dei granai, per la presenza, sotto il pavimento, di due grandi fosse per la conservazione dei cereali. Il piano nobile, è composto dalla Sala del Castellano, dal Corridoio delle Arti e dalla Loggia dei Cavalieri. In queste sale è allestito il Museo storico, in cui si rievoca l'atmosfera e gli ambienti di quel tempo. Accanto è situata la sala "del tribunale" di cui si conserva ancora oggi l'originale soffitto a cassettoni e in cui si svolgono periodicamente convegni, conferenze e mostre temporanee. Dal Corridoio si accede alla suggestiva Loggia dei cavalieri, rivolta verso sud, dalla quale si può osservare l'incantevole panorama della vallata del Montone.

Infine nella sala adiacente si possono gustare le pietanze tipiche del luogo grazie all'allestimento dell'*Enoteca della Strada dei Vini e dei Sapori*.

Dinanzi alla *Domus* vi è la cisterna, che testimonia un raro e

complesso apparato di potabilizzazione dell'acqua meteorica. L'apparato filtrante era costituito da un ampio e sotterraneo locale con volta a botte, riempito di sabbia e ghiaia e alimentato dalla cisterna di raccolta e decantazione posta al di sotto dell'ulivo secolare situato nella Piazza delle Armi. Nella parete nord di quest'ultima è incisa a fresco la data "28 settembre 1475" e altre scritte coeve. Sul bordo in sasso della cisterna si notano le scanalature provocate dallo sfregamento delle antiche corde.

Non distanti dalla cisterna si aprono tre Grotte trogloditiche: la Grotta dell'aceto, la Grotta dell'olio e la Grotta delle macine, tutte scavate nella roccia in epoca imprecisata. Nel Medioevo le prime due venivano utilizzate come magazzini, l'ultima invece, come suggerisce il nome e la presenza di una canna fumaria, era utilizzata come forno.

Sul fronte sud si trovano gli spalti delle bombarde, un'ampia terrazza panoramica sorretta dalle volte dei sottostanti Arsenali medicei. Al di sopra di questi si eleva la Torretta del corpo di guardia da cui si ha accesso alla parte più antica del castello.

Oltre l'ulivo è situato il Quartiere di Santa Barbara, composto da modesti edifici di servizio, dei quali restano le fondamenta e parte dei muri addossati all'imponente cortina nord, dove sono visibili gli scassi delle antiche travature.

Sopra lo sperone roccioso in sasso spungone, si erge la chiesa di Santa Barbara, realizzata secondo armoniche proporzioni. La mancata documentazione rende impossibile stabilire l'anno di costruzione ma è probabile che sia stata edificata nel XVI secolo, in sostituzione della chiesa di Santa Maria della Rocca. Un inventario del 1539 ricorda l'edificio sacro come "nuda". Altri riferimenti alla chiesa si trovano nella visita pastorale del 5 ottobre 1700 e in un altro inventario della fortezza redatto nel 1705²².

Ridotta in stato di rudere, nel 2002 è stata restaurata dai volontari della ProLoco che ne hanno restituito l'antico fascino.

Presso il Piazzale delle Armi è situata la Torre Guelfa, detta anche delle Prigioni. La costruzione è ornata in sommità da tre stemmi in arenaria, rappresentanti il giglio di Firenze, l'aquila della Parte Guelfa, la croce del Popolo di Firenze. La Torre, alta 37 metri, è divisa in cinque livelli, collegati tra loro mediante una scala elicoidale in pietra arenaria. L'ingresso è situato al secondo livello da cui è possibile salire alla battagliera, un tempo coperta e protetta da merlatura con beccatelli e caditoie e oggi adibita a belvedere panoramico. Scendendo la stretta scala a chiocciola si raggiunge il terzo livello costituito dalla Sala dei tormenti, ove sono documentate alcune tecniche di tortura usate nel Medioevo e da cui è possibile raggiungere la buca dell'archibugiere, una feritoia impiegata per il tiro radente a difesa della cortina nord. Al piano inferiore si trova la Stanza della Sentinella in cui vi era una seconda postazione di fuoco a difesa del ponte levatoio. L'ultimo tratto di scala conduce alle Segrete, formate da un andito di servizio e da tre loculi, che in origine furono impiegati come casematte. Si vedono sulle volte i condotti di areazione per la fuoriuscita delle esalazioni fumogene delle bombarde, e gli incassi per il fissaggio degli affusti nelle pareti laterali. Successivamente le feritoie vennero murate e i tre angusti locali, privi di luce e con poca aria, furono utilizzati come prigioni²³.

Gli Arsenali Medicei costruiti nella prima metà del XVI secolo, per volere della Repubblica fiorentina prima, di Cosimo de'Medici poi, rappresentano una straordinaria novità nel campo dell'architettura fortificata rinascimentale, atti a rinforzare e difendere dalle nuove e potenti armi da fuoco la parte sud della rocca. La volontà di Cosimo de'Medici per la realizzazione di questo apparato a difesa della Fortezza era da ricercarsi nell'importanza che rivestiva in quanto situata sui confini con lo Stato della Chiesa, e dalla città

²² E. CARUSO, E. CARUSO, *Il patrimonio artistico, architettonico e ambientale di Castrocaro, Terra del Sole e Pieve Salutare*, Società editrice "Il Ponte Vecchio", Cesena, 2009, p.96

²³ E. CARUSO, E. CARUSO, *Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento*; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, pp.199-200

di Castrocaro nominata capoluogo della Romagna Toscana per tutto il Rinascimento. I lavori iniziati nel 1504 da Antonio da Sangallo il Vecchio proseguirono, a partire dal 1544, sotto la direzione di Giovan Battista Bellucci, detto il Sammarino²⁴, Primo Architetto Militare²⁵ al servizio di Cosimo de' Medici. Il progetto prevedeva un utilizzo polivalente dei locali, che potevano essere impiegati sia come cannoniere che come magazzini o accuartieramento dei soldati. Il risultato dei lavori fu un'opera gigantesca e scenografica, in cui per la prima volta venne sperimentato il "fianco ritirato con traditore". Questa grandiosa opera difensiva è apprezzabile in particolare dal lato sud, dal quale si possono ammirare i diciotto metri di altezza dell'ampia costruzione in cotto, e il lungo e affusolato camino costruito per la fuoriuscita dei fumi di volata provenienti dalle casematte interne. Quest'ultimo elemento conferisce all'edificio un'insolita eleganza, frutto delle idee razionalistiche rinascimentali che miravano a rendere funzionale l'utilizzo e lineari le forme. Anche all'interno si possono notare dimensioni imponenti, soprattutto le tre sale superiori, dove un tempo erano allestiti i ponti in legno dei cannoni per il tiro frontale. La prima sala è detta Sala Buontalenti; la seconda Sala Serbelloni sulla cui parete di sinistra si aprono tre grandi finestre rivolte verso la valle sottostante, forse un tempo attrezzate con palchi di legno per le postazioni delle artiglierie. La terza sala è chiamata Sala Bellucci, o Sala della Fonte in cui è presente una fonte un tempo alimentata dall'acquedotto della Petrosola²⁶.

²⁴ Antonio Giamberti da Sangallo era detto il Vecchio per differenziarlo dal nipote Antonio da Sangallo il Giovane. Era un architetto e scultore italiano del Rinascimento conosciuto soprattutto per la progettazione di opere di fortificazione.

²⁵ Commerciante di lana, si interessò all'architettura e nel 1543 venne chiamato da Cosimo de' Medici, Granduca di Toscana, come ingegnere per realizzare gli Arsenai Medicei.

²⁶ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, pp.196-197



Vista del prospetto Sud della rocca



Vista del prospetto Nord della rocca



Vista del prospetto est di accesso alla rocca



Piazza delle Armi



Vista dell'accesso al Mastio



Vista del piano superiore del Mastio

3. IL PAESAGGIO

3.1 Caratteri del paesaggio

Nel punto in cui la valle del Montone si allarga gradualmente per aprirsi nella pianura forlivese si erge la rupe di Castrocaro, chiaramente marcata dall'imponente fortezza. Situata nel cuore del centro cittadino, all'interno del polmone boschivo che sovrasta il paese, la rocca vanta un notevole contesto paesaggistico e ambientale.

Il territorio comunale di Castrocaro si colloca infatti in una fascia di prima pianura in parte medio-collinare di grande pregio paesistico, caratterizzata pertanto sia da zone pianeggianti in prossimità del guado fluviale sia da rilievi di modesta entità costituiti da una roccia calcarea organogena detta "spungone" su cui è sorto il primo insediamento. Per quanto riguarda le forme del paesaggio agrario e del manto vegetale si può riscontrare un'omogeneità tra le coltivazioni della vicina pianura e quelle medio collinari. I fondovalle e i primi rilievi sono caratterizzati da colture specializzate come alberi da frutto mentre nelle aree più elevate prende il sopravvento il seminativo nudo di tipo frumenticolo o prativo¹.

La rocca, integrata con il paesaggio, sembra completare la fisionomia dello sperone roccioso come se fosse un suo naturale prolungamento a tal punto da diventare un'unica entità. I colori e i materiali della fortificazione contribuiscono al rafforzamento dello stretto legame instaurato nel tempo tra architettura e natura. Allo stesso modo gli ampliamenti strutturali effettuati nei secoli del Medioevo e del Rinascimento sono stati realizzati conciliando le esigenze belliche alla morfologia del terreno. Ne è risultato, per cui, un irripetibile connubio in cui l'architettura fortificata si è inscindibilmente legata all'ambiente circostante.

¹ L. PARMIGIANI, A. PRADELLI, IL TERRITORIO - La vegetazione e la geologia, in Acqua dolce & salata, carta escursionistica didattica, 2002.

3.2 Ambiti paesaggistici

Al fine di effettuare una corretta lettura del paesaggio e determinare differenti aree di intervento sulla struttura vegetale si è deciso di suddividere il territorio circostante il castello, comprendente anche le aree boschive, in cinque ambiti di pertinenza. Ogni ambito possiede caratteristiche diverse in base alla conformazione del paesaggio e alle funzioni tutt'ora presenti. I cinque settori individuati sono stati identificati con le seguenti nomenclature: *la Murata*, *il parco attrezzato*, *il castello*, *il percorso storico* e *il bosco spontaneo*.

La Murata, nome con cui viene definito l'antico borgo situato a est della fortezza, rappresenta la prima espansione con funzione abitativa della neonata città di Castrocaro. L'ambito in esame possiede differenti attitudini e funzioni; al suo interno sono contenuti manufatti storici di attrattiva culturale, come la torre dell'orologio e il Battistero di San Giovanni, contemporaneamente alla presenza di attività di ristorazione e di edifici residenziali. I manufatti si trovano in buono stato di conservazione mentre la struttura vegetale necessita di una maggiore manutenzione.

Il secondo ambito analizzato è definito Parco attrezzato. Situato a nord del borgo della murata, adiacente la cinta muraria della prima espansione, possiede percorsi naturalistici in pessimo stato di conservazione che si inoltrano in una compagine boschiva disomogenea. Lungo le tracce del percorso, in parte scomparso, si trovano alcune panchine e punti panoramici per ammirare il paesaggio. Al suo interno è inserito uno stabilimento dell'Hera di recente realizzazione per la gestione e il controllo dell'acqua.

Il castello è il terzo ambito paesaggistico esaminato. Importante è evidenziare l'attuale frattura del fortilizio in due zone distinte. La più antica comunemente chiamata Girone, oggetto del nostro rilievo, si trova in pessimo stato di conservazione sia dal punto di vista dei manufatti,

sia per quanto riguarda la vegetazione. La zona della piazza d'armi del secondo girone invece grazie a recenti interventi di restauro e ad una manutenzione costante si trova in buono stato conservativo nonostante l'attuale disposizione della vegetazione e il percorso di visita della grande corte non contribuiscano ad una corretta lettura della rocca.

Il percorso storico o quarto ambito è situato a mezzogiorno, ai piedi del castello. Anticamente rappresentava la via d'ingresso posizionata a sud-ovest che, attraverso la Porta dell'olmo ridotta a rudere e in pessimo stato di conservazione, conduceva alla vicina murata. Attualmente il sentiero largo circa 3,5 metri non è agibile al pubblico per motivi di sicurezza dato che, ad oggi, non si sono ancora effettuati interventi di manutenzione. L'area boschiva adiacente è anch'essa trascurata e in cattivo stato fisisanitario.

Il quinto e ultimo ambito paesaggistico è rappresentato dal bosco spontaneo che funge da cintura e polmone vegetale del lato nord-ovest della fortezza, proteggendo lo stesso dalla strada che conduce ai colli limitrofi. E' stato definito spontaneo poiché la vegetazione che lo compone è cresciuta senza alcuna regola o progetto del paesaggio. Purtroppo anche in questo caso la mancanza di una regolare cura della alberature e del manto vegetale ha favorito la crescita di specie infestanti che, oltre ad invadere il sottobosco, soffocano numerose specie arboree e arbustive.

3.3 Elementi architettonici

Il parco e le aree boschive che abbracciano la fortezza si sono sviluppate in parte nelle aree di espansione del castello, in parte nei pressi delle antiche tracce della cinta muraria della città. Per questo motivo è possibile individuare all'interno del contesto paesaggistico esaminato, differenti manufatti storici² e, in alcuni casi, fabbricati di recente realizzazione. Riportiamo in seguito una breve descrizione dei manufatti principali al fine di definirne i caratteri fondamentali e il loro legame con la fortezza.

Postierla. L'antica porta, detta della Postierla, segna l'ingresso principale al borgo della Murata; definita tale poiché consentiva l'accesso alla cittadella sottostante, chiamata appunto "postierla", permetteva di raggiungere una porta omonima di soccorso situata nelle mura esterne del castello. Databile intorno al XVI secolo, era munita di ponte levatoio a bolzoni contrappesati e di una feritoia, ora murata, che si apriva sopra l'arco a tutto sesto da cui difendersi con armi da braccio. Sul fianco sinistro si può notare un torrione circolare con scarpa alla base, le cui feritoie assicuravano la difesa grazie a tiri radenti. L'originale merlatura ghibellina è stata recentemente ridotta alla guelfa in seguito alla demolizione delle caratteristiche "code di rondine". Analizzando i materiali utilizzati possiamo riconoscere due differenti fasi di esecuzione: la parte più antica, comprendente la porta e la cortina, è caratterizzata dall'uso di conci di pietra mentre quella più recente, ovvero il torrione e le mura sovrastanti la cordonatura, privilegia l'utilizzo del mattone³.

Battistero di San Giovanni. Situata al centro della murata, la chiesa di San Giovanni Battista, comunemente detto "Battistero", fu costruita nella prima metà del XV secolo in sostituzione ad una più antica costruzione risalente al 1292. L'edificio possiede una pianta circolare e murature con spessore di un metro. Nel 1930 sono stati effettuati i primi lavori di

² Vedi figura 1 p.65

³ C. VERNA, A. ZACCARIA, L'antica fortezza di Castrocaro; Tipografia castrocarese, Castrocaro Terme (FC), 1986, p. 26

restauro sul manufatto che hanno interessato la parte superiore, consolidata con una chiave in ferro. Al centro dello spazio interno si trova un sarcofago in marmo datato al secolo VIII e adibito a fonte battesimale. Infine nella zona retrostante l'altare si può notare un affresco raffigurante San Giovanni Battista⁴.

Torre dell'orologio. Definita comunemente il “campanone” è stata realizzata intorno al XV secolo sulle rovine di una più antica torre di guardia esplosa nel 1497 a causa di una saetta che accese certe polveri lasciate al suo interno. Alta circa 17,5 metri e costruita completamente in cotto, possiede una pianta circolare con scarpa alla base e un apparato a sporgere con piombatoi e beccatelli alterni a scopo difensivo. Le antiche merlature, una volta conclusa la stagione militare, vennero murate così come venne costruita una cella campanaria al di sopra di vecchie strutture difensive. All'interno trovano posto tre locali collegati da una scaletta a chiocciola in arenaria⁵.

Parcheggio. Ai piedi della fortezza si trova una recente area parcheggio realizzata nel 2002 contestualmente ai lavori di restauro effettuati sul castello. L'intervento, piuttosto invasivo, non tiene conto del contesto paesaggistico in cui è inserito, caratterizzato da geometrie contrastanti con la conformazione del territorio e componendosi di una vasta area cementificata a discapito del manto vegetale.

Grotta. Di datazione incerta e situata nel borgo della Murata, nell'area sottostante la zona parcheggio, è completamente scavata nella roccia calcarea chiamata “spungone”. Utilizzata in origine per la conservazione degli alimenti, la grotta è oggi di proprietà del Club degli Alpini di Castrocaro.

Il capanno. Di recente realizzazione, costruito nel XX secolo con materiali di recupero, è adibito a deposito per lo stoccaggio degli attrezzi per la

⁴ C. VERNA, A. ZACCARIA, L'antica fortezza di Castrocaro; Tipografia castrocarese, Castrocaro Terme (FC), 1986, p. 28

⁵ *ivi* p. 30

manutenzione degli spazi aperti del castello e del borgo della Murata.

Porta San Giovanni. Rappresentava l'accesso secondario alla murata dal lato meridionale. Realizzata nel 1504 su progetto di Antonio da Sangallo fu in parte modificata contestualmente ai lavori di trasformazione della torre del "campanone". Al di sopra dell'arco trova posto una garitta munita di piombatoio per la difesa dell'ingresso mentre a sinistra era presente un bastione con feritoie a vari livelli che assicuravano la difesa con tiri d'infilata. La porta consentiva accesso ad un cortile interno dove trova posto una cisterna, incassata nel terrapieno, per la raccolta delle acque piovane e sotterranee. L'ambiente, al fine di evitare rischi e pericoli, è stato recentemente murato⁶.

Grotta comunale. Situata a mezzogiorno, ai piedi degli arsenali medicei, la grotta comunale rappresentava probabilmente una via di fuga dalla fortezza, oggi murata per motivi di sicurezza. L'ampio locale viene utilizzato come magazzino e ricovero degli attrezzi per i lavori di manutenzione e restauro dei manufatti.

Porta dell'olmo. Completamente abbandonata e immersa nella vegetazione della vicina area boschiva, la porta dell'olmo si trova in pessimo stato di conservazione e ridotta a rudere. Rappresentava l'ingresso occidentale al borgo del terzo girone di mura ed era ubicata in prossimità del mastio dove fiancheggiava il percorso di ronda.

Il palazzo. Databile agli inizi del XIV secolo, il palazzo o "domus", rappresentava la residenza dei Conti di Castrocaro. E' evidente come l'edificio subì numerose trasformazioni nel corso dei secoli fino ai giorni nostri. Possiamo infatti ipotizzare che le parti in sasso corrispondano al corpo più antico mentre le strutture in cotto, visibili sul lato est, siano state realizzate durante l'ampliamento cinquecentesco, inglobando una antica torre a pianta quadrata. Intorno al 1700 la base del palazzo venne rinforzata da un contrafforte in cotto in seguito ad un terremoto che provocò il distacco di alcuni massi⁷. Nel 2002 vennero eseguiti gli

⁶ C. VERNA, A. ZACCARIA, L'antica fortezza di Castrocaro; Tipografia castrocarese, Castrocaro Terme (FC), 1986, p. 32

⁷ *ivi* p. 36

ultimi lavori di restauro che recuperarono gli ambienti interni e misero in sicurezza la struttura. Attualmente il palazzo, così come il castello, è gestito dalla Pro Loco di Castrocaro e ospita oltre il Museo della Fortezza, un'enoteca e un piccolo bookshop.

Le grotte. Poste in quella che viene definita piazza d'armi del secondo girone si trovano le grotte trogloditiche dell'olio e dell'aceto utilizzate anticamente come magazzini per le derrate alimentari.

Torre guelfa. Detta anche "torre delle prigioni" o "della sentinella" la torre guelfa si può datare agli inizi del XV secolo, costruita in sostituzione di una più antica torre quadrata. In origine veniva utilizzata per difendere l'accesso alla rocca e la cortina settentrionale. La torre, realizzata in conci di sasso spungone, possiede beccatelli e feritoie in pietra arenaria così come la scala a chiocciola interna. Tale scala collega quattro livelli di cui quello inferiore conta tre casematte adibite a prigioni mentre i locali superiori venivano utilizzati per la difesa con tiri radenti attraverso feritoie⁸. L'edificio è stato oggetto dei lavori di restauro che hanno interessato anche il Palazzo della Guarnigione nel 2002.

Chiesa di Santa Barbara. Costruita nel 1800 da Don Luigi Nadiani e protettrice degli artiglieri, la chiesa rimase per lungo tempo in stato di rudere. Presumibilmente il luogo di culto nacque all'interno di una vecchia polveriera o santabarbara e solo successivamente fu realizzato l'edificio⁹. Soltanto nel 1987 fu recuperata e in parte ricostruita dai volontari della Pro Loco di Castrocaro.

Il capanno. Nella corte della piazza d'armi si possono osservare manufatti provvisori realizzati con materiale di recupero dal gestore della fortezza e utilizzati come deposito e stoccaggio per gli attrezzi di manutenzione del giardino e della rocca.

La cisterna. Databile attorno al XV secolo la cisterna costituisce la testimonianza dell'antico sistema di raccolta delle acque piovane e

⁸ C. VERNA, A. ZACCARIA, L'antica fortezza di Castrocaro; Tipografia castrocarese, Castrocaro Terme (FC), 1986, p. 42

⁹ *ivi* p. 44

sotterranee. I due ambienti sottostanti il pozzo della piazza d'armi sono costruiti interamente in cotto con solai voltati a botte. I locali, collegati da uno stretto passaggio voltato in laterizio, si compongono di trattamenti a terra differenti: l'ambiente orientato a nord possiede una pavimentazione a spina di pesce in cotto mentre quello a sud è in terra battuta per filtrare le acque meteoriche e incanalarle nel pozzo situato proprio al centro di questa stanza.



Postieria



Battistero



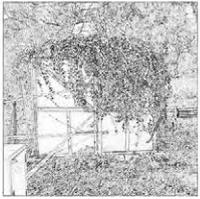
Torre dell'orologio



Parcheggi



Grotta



Il capanno



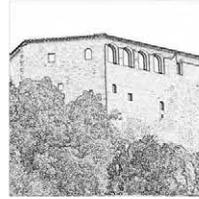
Porta San Giovanni



Grotta del Comune



Porta dell'olmo



Il palazzo



Le grotte



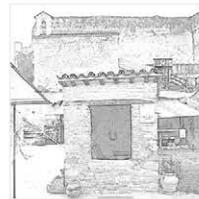
Torre guelfa



Chiesa di S. Barbara



Il capanno



La cisterna

Figura 1

3.4 La visuale e i punti panoramici

La fortezza di Castrocaro, grazie alla sua posizione arroccata su uno sperone di sasso spungone, controllava egregiamente il traffico della valle ed era per questo motivo facilmente difendibile. Questa sua peculiarità offre oggi la possibilità di realizzare numerosi punti panoramici che affacciano sul paesaggio di fondovalle dell'Appennino romagnolo. Raggiunti i punti più alti del castello, corrispondenti alla sommità del primo girone e della terrazza della torre Guelfa, lo sguardo può ammirare persino la vicina Forlì e, nelle giornate più limpide, il mare. Gli altri punti panoramici, non meno affascinanti, non consentono una visuale a tutto tondo come accade per le altre zone ma garantiscono allo stesso modo la vista di paesaggi mozzafiato che caratterizzano il territorio.

3.5 Il sistema vegetale

Il manto vegetale che abbraccia il territorio di Castrocaro si compone dalla tipica vegetazione della fascia di prima pianura e medio collinare dell'Appennino romagnolo, contraddistinta dalla presenza di boschi di querce ed altre specie arboree caducifoglie e di una vegetazione termofila in rapporto al clima temperato caldo che interessa questi rilievi inferiori¹⁰.

Le aree boschive che insistono sul territorio possiedono il carattere ecologico di querceti con vegetazione mesofila (aggruppamenti forestali che esigono una moderata ma continua disponibilità di acqua). I querceti mesofili sono cenosi forestali molto complessi, dal momento che nella loro composizione rientrano numerose specie arboree che, mescolandosi in diverse proporzioni, originano compagini boschive di differente aspetto anche se ricollegabili ad un unico intorno floristico e ambientale¹¹.

Gli alberi principali del querceto mesofilo analizzato sono la rovere (*Quercus petraea*), l'acero campestre (*Acer campestre*) e il carpino bianco (*Carpinus betulus*) solo nei tratti di bosco con il terreno più umido. Cospicua è anche la componente arbustiva composta da diverse specie come il nocciolo (*Corylus avellana*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*) e i biancospini (*Crataegus monogyna*)¹². Infine sul suolo troviamo una manto di piante erbacee che generano uno strato lieve di vegetazione grazie alle caratteristiche climatiche equilibrate (senza estremi di caldo e freddo) e alla presenza di umidità anche nei mesi più caldi.

Sul territorio sono state rilevate anche altre specie arboree¹³, arbustive ed erbacee ecologicamente compatibili con la struttura vegetale dell'Appennino romagnolo come l'ippocastano (*Aesculus hippocastanum*), l'acacia rosa (*Albizia julibrissin*), il bagolaro (*Celtis australis*), il cipresso sempreverde (*Cupressus sempervirens*), il fico (*Ficus carica*), l'ulivo (*Olea europaea*), il sambuco (*Sambucus nigra*), il bosso (*Buxus sempervirens*), l'alloro (*Laurus Nobilis*), la marruca (*Paliurus spina-christi*), l'alaterno

¹⁰ C. FERRARI, Flora e vegetazione dell'Emilia-Romagna; Regione Emilia-Romagna, Bologna, 1984, p.65

¹¹ L. PARMIGIANI, A. PRADELLI, IL TERRITORIO - La vegetazione e la geologia, in Acqua dolce & salata, carta escursionistica didattica, 2002.

¹² C. FERRARI, A. GEREMIA, M. TOMASELLI, Guida Botanica dell'Appennino Romagnolo, Provincia di Forlì; Maggioli Editore, Rimini, 1987, pp. 54-55

¹³ Vedi Figura 2 p.69, Figura 3 p.70

(*Rhamnus alaternus*), il pungitopo (*Ruscus aculeatus*), la ginestra (*Spartium junceum*), il viburno (*Viburnum tinus*), la salvia (*Salvia officinalis*) e il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*).

L'analisi condotta ha inoltre rilevato la presenza di altre specie vegetali ecologicamente non compatibili ovvero inconciliabili con le peculiarità del territorio ospitante e, in alcuni casi, con comportamento infestante. La mancanza di una regolare manutenzione sull'intera area boschiva ha compromesso lo stato fitosanitario e una corretta crescita di alcune alberature e ha favorito lo sviluppo e l'invasione di infestanti che si estendono sia nel sottobosco sia sulla struttura vegetale adiacente. Tra queste si possono classificare ecologicamente non compatibili l'acero americano (*Acer negundo*), l'ailanto (*Ailanthus altissima*), il leylandii (*Cupressocyparis leylandii*), l'abete rosso (*Picea abies*), la palma nana (*Chamaerops humilis*), il rovo (*Rubus ulmifolius*), la vitalba (*Clematis vitalba*) e l'edera con bacche nere (*Hedera helix*).

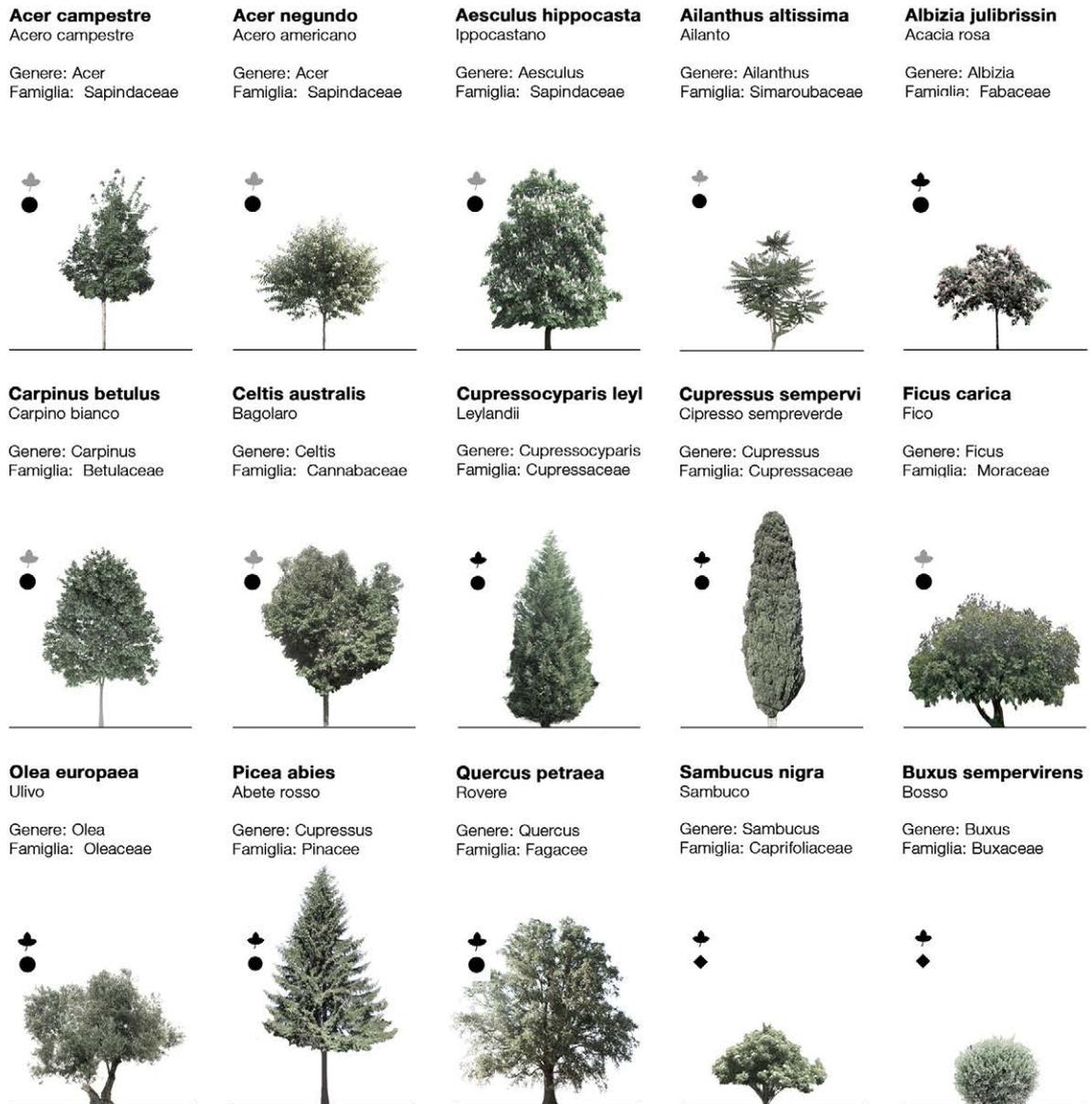


Figura 2

Chamaerops humilis
Palma nana
Genere: Chamaerops
Famiglia: Aracaceae



Corylus avellana
Nocciolo
Genere: Corylus
Famiglia: Betulaceae



Cornus sanguinea
Sanguinella
Genere: Cornus
Famiglia: Cornaceae



Crataegus monogyna
Biancospino
Genere: Crataegus
Famiglia: Rosaceae



Laurus nobilis
Alloro
Genere: Laurus
Famiglia: Lauraceae



Paliurus spina-christi
Marruca
Genere: Paliurus
Famiglia: Rhamnaceae



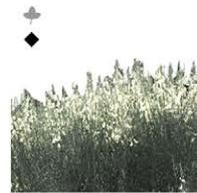
Rhamnus alaternus
Alaterno
Genere: Rhamnus
Famiglia: Rhamnaceae



Ruscus aculeatus
Pungitopo
Genere: Ruscus
Famiglia: Ruscaceae



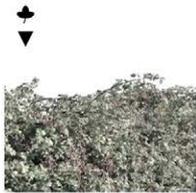
Spartium junceum
Ginestra
Genere: Genisteae
Famiglia: Fabaceae



Viburnum tinus
Viburno
Genere: Viburnum
Famiglia: Caprifoliaceae



Rubus ulmifolius
Rovo
Genere: Rubus
Famiglia: Rosaceae



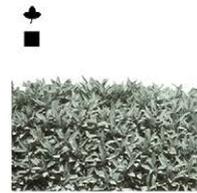
Clematis vitalba
Vitalba
Genere: Clematis
Famiglia: Ranunculaceae



Hedera helix
Edera con bacche nere
Genere: Hedera
Famiglia: Araliaceae



Salvia officinalis
Salvia
Genere: Salvia
Famiglia: Lamiaceae



Rosmarinus officinalis
Rosmarino
Genere: Rosmarinus
Famiglia: Lamiaceae

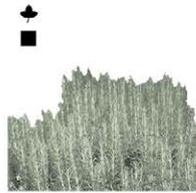


Figura 3

3.6 Interazione con le strutture architettoniche

Una corretta lettura dell'apparato vegetale comprende, oltre al rilievo e alla classificazione delle varie specie, l'analisi e la valutazione dello stretto legame, che in contesti di manufatti in stato di rudere, si instaura tra elementi architettonici e vegetazione, al fine di individuare circostanze che si possono rivelare dannose per le strutture e pericolose per le persone che visitano l'area.

Le principali interazioni con le strutture architettoniche si sviluppano sui paramenti murari dove è possibile osservare come le radici, visibili dall'esterno, si insidiano tra le pietre della muratura in esame. Nella maggioranza dei casi, le specie infestanti non presentano grandi apparati radicali e chiome generose poiché periodicamente il gestore della Fortezza effettua piccoli interventi di manutenzione senza però mai estirpare definitivamente i polloni radicali. Il rilievo eseguito ha individuato cinque principali specie infestanti che interagiscono con le strutture e gli apparati architettonici tra cui l'edera (*Hedera helix*), l'ailanto (*Ailanthus altissima*), il rovo (*Robus ulmifolius*), il capperò (*Capparis spinosa*) e infine la robinia (*Robinia pseudoacacia*).

4. LA CONOSCENZA

4.1 Analisi della stratigrafia

Uno degli strumenti utili alla conoscenza del manufatto è rappresentato dall'analisi delle stratigrafie. Tale scienza, come indica il nome stesso, descrive la successione in profondità degli strati che nel tempo si sono sovrapposti sul manufatto. Dunque, l'obbiettivo di questa metodologia d'indagine è costituito dalla descrizione delle varie deposizioni e distruzioni degli strati di materia che man mano hanno generato l'aspetto attuale della costruzione. Per essere identificata, l'unità stratigrafica deve possedere due caratteristiche: continuità nello spazio e nel tempo. Pertanto le unità stratigrafiche rispondono a precise leggi, più precisamente dette leggi di Harris, che sono comunemente utilizzate in archeologia, ma sono utili anche alle deduzioni di un architetto. Occorre infatti sottolineare che archeologi ed architetti svolgono due differenti tipologie d'intervento: i primi ricorrono praticamente allo smontaggio dell'opera per poterla analizzare, studiare e classificare; i secondi si limitano a operazioni di smontaggio ideale per individuare le relazioni stratigrafiche degli oggetti presenti nel soprassuolo. Le leggi possono essere così sintetizzate:

Legge di sovrapposizione. In una successione di strati, le unità stratigrafiche più alte sono le più recenti, quelle più basse sono le più antiche.

Legge di orizzontalità originaria. Ogni strato tende ad assumere una disposizione orizzontale. Gli strati inclinati saranno disposti così sin dall'origine oppure seguiranno i contorni di un bacino di deposito preesistente.

Legge di continuità originaria. Ogni deposito sarà delimitato da un bacino o andrà assottigliandosi verso i suoi margini. Più in generale la sua continuità deve essere cercata o la sua assenza spiegata.

Legge di successione stratigrafica. Ogni unità stratigrafica è compresa tra la più bassa di tutte le unità stratigrafiche che le giacciono sopra e la più alta di tutte quelle che le giacciono sotto con le quali ha un contatto fisico.

Per unità stratigrafiche si intendono "quelle parti dell'oggetto di studio che possono essere considerate unitarie dal punto di vista della

stratigrafie, essendo prive al loro interno di soluzioni di continuità.”¹

Le unità stratigrafiche si possono così classificare:

u.s. positive. Porzioni di edificio frutto di un'unica intenzione costruttiva. Tali u.s. sono identificate simbolicamente con il semplice numero che le individua (es.1);

u.s. di rivestimento. Unità stratigrafiche positive che rivestono altre unità nascondendole. Ne fanno parte intonaci, pavimenti e manti di copertura. Vengono identificate con un triangolo campito (▲);

u.s. negative. Superfici con evidenti segni di asportazione di materia dovute ad azioni antropiche. Non sono da considerarsi tali le mancanze dovute a fenomeni di degrado. Tali u.s. sono rappresentate con un numero inscritto in un quadrato (□n).

Il primo step nel riconoscimento delle unità stratigrafiche è costituito dall'individuazione, non sempre immediata, del limite di ogni unità che, per giunta, costituisce anche il bordo dell'unità limitrofa. Ciascuna unità viene contraddistinta da un numero progressivo secondo l'ordine di riconoscimento e quindi non rispecchiante l'effettiva consequenzialità stratigrafica.

Successivamente viene individuato il rapporto temporale intercorrente tra le varie unità. Tali rapporti temporali si esplicano in: anteriorità, posteriorità o contemporaneità e vengono definite secondo deduzioni (conoscenza mediante ricerche storiche sull'oggetto delle varie operazioni nel tempo), leggi fisiche (una u.s. che si appoggia sull'altra è o contemporanea o posteriore alla stessa), o necessità costruttive (una u.s. che si ammorsa su di un'altra u.s. è necessariamente successiva). Convenzionalmente tali rapporti vengono così graficizzati:

- △ posteriorità dell'unità stratigrafica che contiene il simbolo
- ∩ contemporaneità tra due unità stratigrafiche contigue
- ∩ rottura tra due unità stratigrafiche.

Le datazioni delle unità stratigrafiche si suddividono in “relative” e

¹ S. F. MUSSO, con la collaborazione di C. ARCOLAO, Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica, EPC Libri, Roma, 2004, p.321

“assolute”: le prime non si possono far risalire ad una data certa, le seconde invece, hanno una vera e propria data di realizzazione. La lettura stratigrafica di un manufatto implica la ricostruzione della storia del manufatto stesso, quindi delle fasi costruttive che lo hanno portato alla conformazione attuale. Tutti i manufatti storici sono, nel maggior parte dei casi, pluristratificati, presentano cioè una serie di trasformazioni in seguito alla loro realizzazione date sia da interventi di manutenzione che da operazioni di demolizione e ricostruzione. Più precisamente, e sulla base delle nozioni sopra descritte, si procede alla lettura delle stratigrafie del manufatto oggetto di studio.

Il castello di Castrocaro è caratterizzato da una pluristratificazione complessa, la cui ricostruzione è resa difficile sia dalla mancanza di fonti scritte a riguardo, che dalla sua grande estensione e modifiche che ha subito nel tempo. Grazie allo stato di conservazione dei materiali è stato possibile tracciare, seppur per grandi linee, la storia costruttiva del fortilizio.

Come in tutte le fortificazioni medievali, il primo nucleo ad essere edificato è il Mastio (o Maschio) così come attestano anche i documenti scritti che accertano la presenza di tale struttura già nel 1059. Sorto sulla sommità di uno sperone roccioso, si compone di blocchi squadrati di sasso spungone che fungono da appoggio alle rimanenti merlature in laterizio realizzate alla fine del Quattrocento.

La lettura della muratura del prospetto sud² del volume suggerisce una iniziale costruzione in conci regolari di pietra locale alternati a filari in laterizio di ripianamento (u.s. 6) posti quasi senza l'uso di malta e rivestiti da uno strato di intonaco bianco (u.s. 5) ad oggi solo in parte visibile.

Della stessa intenzione costruttiva fa parte anche l'apertura finestrata della sala superiore, un tempo coperta e merlata, e successivamente tamponata con laterizi e sassi di recupero (u.s. 8-9).

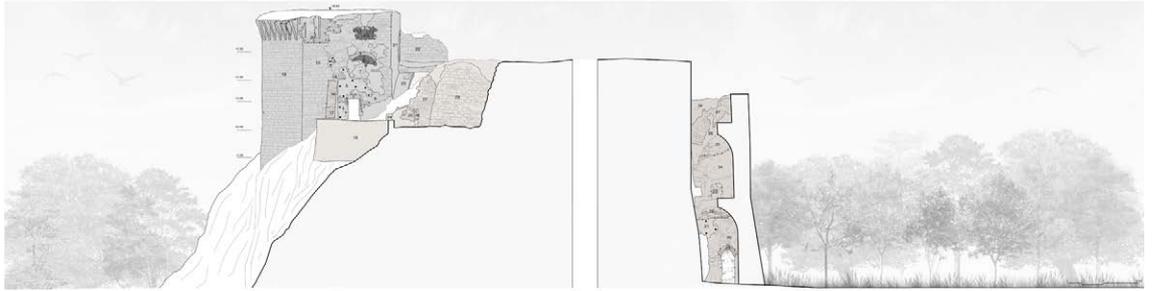
Quale fosse originariamente l'apertura d'ingresso al Mastio non è possibile affermarlo ma ad oggi vi si accede mediante un'apertura priva di infisso e caratterizzata da un architrave in laterizi disposti

² vedi sezione CC, figura 1, pag.78

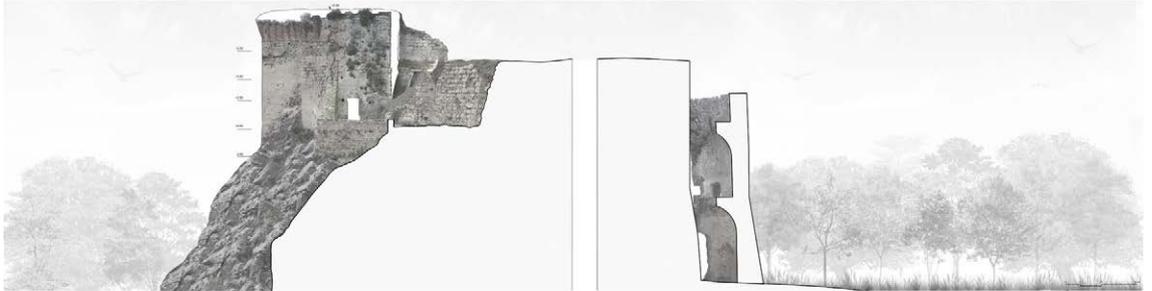
di coltello e spallette anch'esse in laterizio ma probabilmente risalenti a un periodo successivo (u.s. 1-4). Sullo stesso prospetto si appoggia parte della muratura di rinforzo che fu realizzata nel corso del Cinquecento quando prese forma un programma di ammodernamento e ampliamento delle strutture difensive del castello (u.s. 16-18). Al piano superiore del Mastio si accedeva mediante una scalinata in pietra, oggi ancora visibile e coperta da un arco realizzato successivamente in laterizio e oggi pericolante (u.s. 23).

La parte superiore del Mastio è rappresentata da ciò che rimane del successivo ribassamento del torrione, un tempo costituito da merlature di sostegno all'ambiente coperto soprastante adibito a vedetta e realizzato in laterizio (u.s. 20). Qui vi si poteva accedere grazie ad una scala in pietra di sasso spungone appoggiata da un lato alla muratura perimetrale della cortina nord, e dall'altro a un muro ancora oggi visibile e parzialmente distrutto (u.s. 22). L'elevata altitudine è stata fondamentale per la sicurezza del castello, in quanto i militari potevano avvistare e segnalare la posizione del nemico con grande anticipo. La difesa poi, era garantita in parte dall'elemento naturale, in quanto due lati si trovano a strapiombo sulla vallata, e in parte dall'elemento artificiale costituito da un primo recinto, quale la Murata, costituito da due porte e da un secondo recinto, la Rocca, dotato di un solo ingresso che consentiva una difesa razionale ed organizzata. La fortezza di Castrocaro infatti si caratterizza per la presenza di molteplici accessi che permettevano di organizzare la difesa degli ambienti in compartimenti stagni. Prerogativa questa, data da una precisa ed attenta ricerca della sicurezza³.

³ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.192



Sezione CC



Sezione CC

Figura 1

Nonostante l'abbondante vegetazione abbia complicato la lettura dei paramenti murari, è stato possibile proseguire nella ricostruzione delle relazioni temporali tra i volumi della fabbrica analizzando l'intero prospetto della cortina nord⁴.

A partire dall'originaria muratura perimetrale del Mastio (u.s. 1-16) segue il paramento della cortina nord che costituisce anche il perimetro della murata di contenimento della Piazza d'Armi (u.s. 17-23).

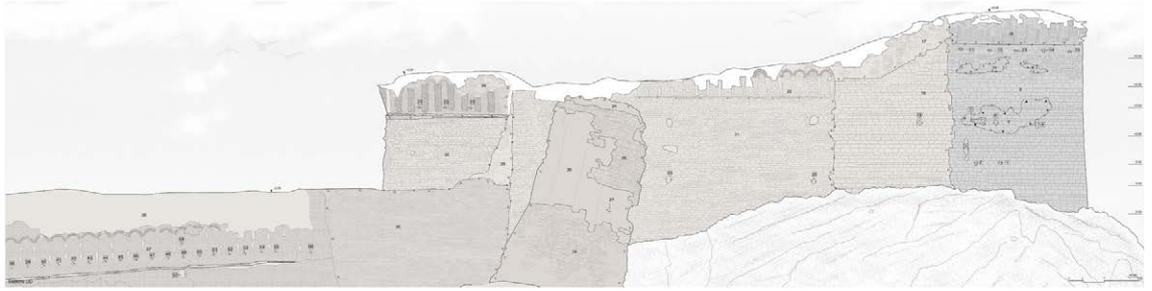
Su questo prospetto tra modifiche e integrazioni succedutesi nel tempo, trova spazio il rinforzo in mattoni dell'intero paramento, risalente al Cinquecento⁵ e realizzato per far fronte alle ingenti ed evolute tecniche belliche (u.s. 35-56).

Accostato al paramento di rinforzo vi è la torre poligonale detta anche Bastione fiorentino, edificato nella prima metà del Quattrocento per proteggere con il tiro di radenza le due cortine nord della fortezza. Nel 1861 in seguito ad un violento terremoto si staccò per poi assestarsi secondo l'attuale configurazione. Dunque, si poggia alla muratura portante della cortina nord e seppur frutto di un'unica intenzione costruttiva si caratterizza per la presenza di più unità stratigrafiche (u.s. 24-28) come testimonia la presenza di una delle due porte di soccorso (dell'altra non si conosce ancora l'ubicazione) oggi visibile a circa metà della sua altezza.

Da ultimo si trova il Baluardo Ghibellino, in origine merlata e coperta, dalla quale si poteva scendere nelle casamatte sottostanti. Tuttora è possibile ammirare parte della muratura portante (u.s. 30) sulla quale poggiano le rimanenti merlature in laterizio (u.s. 31-34) ribassate nel corso del tempo e danneggiate dalla vegetazione infestante.

⁴ vedi sezione DD, figura 2, pag.80

⁵ E. CARUSO, E. CARUSO, Castrocaro nel Rinascimento, Il capoluogo della Romagna toscana tra Quattrocento e Cinquecento; Società Editrice il Ponte Vecchio, Cesena, 2007, p.59



Sezione DD



Sezione DD

Figura 2

Ulteriori analisi stratigrafiche sono state effettuate negli ambienti interni del Mastio e su tutto il prospetto sud della fortezza⁶. L'interno del piano terra del Mastio è costituito da muratura in sassi di pietra locale dalle forme tondeggianti misti a laterizi di ripianamento parzialmente intonacati (u.s. 3-5) su cui poggia la copertura voltata e lunettata realizzata in laterizi disposti di coltello (u.s. 6). Probabilmente frutto di una volontà costruttiva successiva è l'apertura arcuata che conduce al piano superiore del mastio e realizzata in laterizi così come i tamponamenti lungo le spalle dell'apertura stessa (u.s. 8-10). Nel centro della stanza si apre una piccola cisterna adibita un tempo alla conservazione del grano.

Il piano superiore è invece costituito da una muratura in conci di sasso spungone (u.s. 11-12) su cui poggia la volta a botte in laterizio di copertura (u.s. 13). Entrambe le sale sono state tamponate con un paramento murario che riduce le dimensioni degli ambienti al fine di consolidare i muri esterni (u.s. 15-16).

Abbastanza difficoltosa è stata la lettura della cortina di contenimento della corte alta in quanto infestata da vegetazione. Per quanto è stato possibile analizzare il paramento, si può ipotizzare un'unica azione costruttiva realizzata però con materiali differenti, probabilmente per rispondere ad esigenze economiche di risparmio. Più specificatamente alla prima porzione muraria (u.s. 18-22) si appoggia un secondo paramento parzialmente distrutto e realizzato successivamente in laterizi e conci di pietra locale all'interno del quale è possibile vedere ancora oggi il passaggio di un condotto idraulico (u.s. 17).

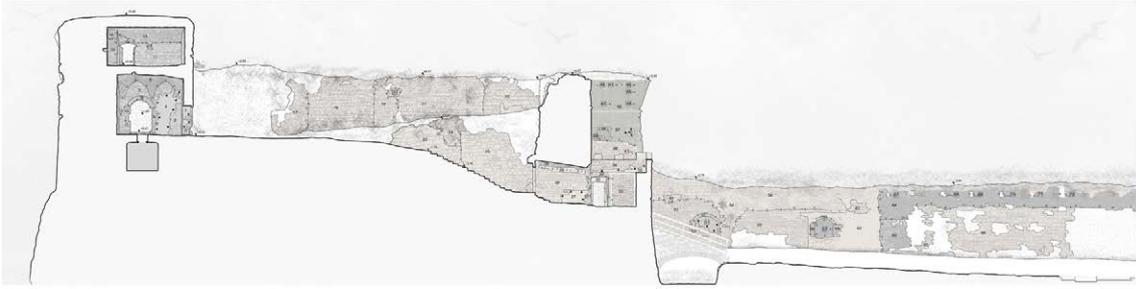
L'accesso al Mastio giungendo dalla piazza d'armi è reso possibile grazie ad un camminamento, detto passaggio di ronda, caratterizzato da un percorso voltato in laterizio poggiato su una muratura in grossi conci di pietra in sasso spungone (u.s. 29-33) realizzato nello stesso arco temporale in cui si è realizzata anche la torretta del corpo di guardia (u.s. 34-35) che permetteva di controllare il fortilizio verso sud.

Infine vi è il paramento murario nord che corre dal baluardo ghibellino alla torre guelfa che dalla parte interna alla piazza d'armi si presenta costituito da più unità stratigrafiche. Infatti è frutto di numerose modifiche avvenute nel corso degli anni come attestano le tamponature delle

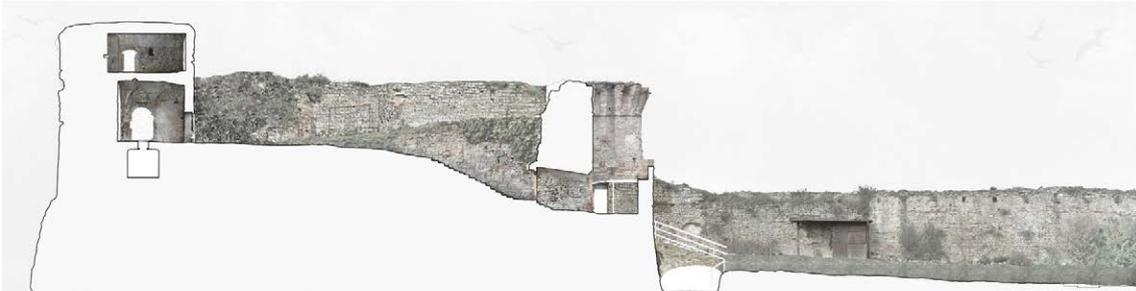
⁶ vedi sezioni AA e BB, figura 3, pag.83

aperture (u.s. 51-53 e 57-60) e i materiali differenti che sono stati adoperati. A partire da ciottoli di piccole dimensioni (u.s. 50-55) si prosegue con un paramento in laterizio (u.s. 63-72) e infine con uno in conci di pietra locale (u.s. 65-66). Così come attestano i documenti storici questo paramento costituiva il perimetro di un antico borgo che lascia le sue tracce non solo nei resti delle fondamenta di due case all'interno della piazza d'armi, ma anche nelle numerose buche pontate che corrono a distanza regolare sul paramento murario analizzato.

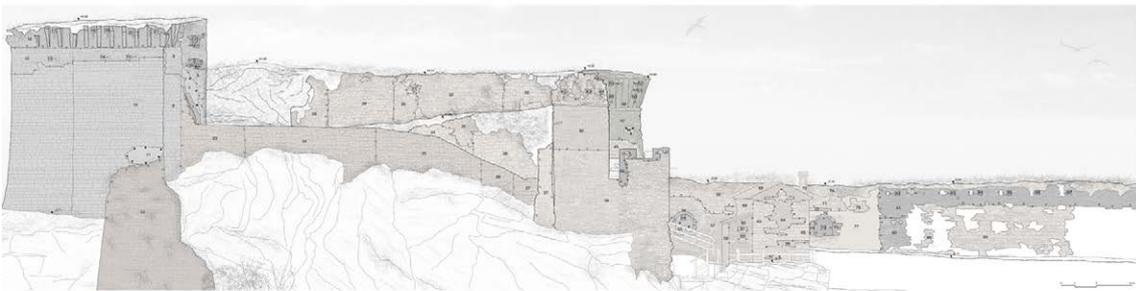
Grazie alla lettura stratigrafica si sono quindi tracciate a grandi linee la storia costruttiva del castello e la sua logica espansiva, punto di partenza fondamentale per un progetto di restauro e valorizzazione del fortilizio.



Sezione AA



Sezione AA



Sezione BB



Sezione BB

Figura 3

4.2 Analisi della consistenza

La conoscenza della materia e della struttura che compone il manufatto storico è fondamentale per la determinazione delle scelte conservative e progettuali. Conoscere la materia significa valutare lo stato di sicurezza statica e strutturale in cui versa l'edificio e stabilire dunque quali sono le procedure più appropriate di restauro e consolidamento degli elementi⁷. Il risultato delle indagini sulle analisi della consistenza materiale devono essere, quindi, non solo volte al riconoscimento dei materiali che compongono il manufatto, ma anche atte a comprendere le tecniche costruttive e le caratteristiche prestazionali che la materia, posta in una determinata maniera, può garantire⁸.

Dapprima si sono suddivise le analisi strutturali in settori, decidendo di prendere in considerazione i solai, le murature e le coperture voltate che compongono il castello. In maniera più dettagliata e mediante il ridisegno dei prospetti si sono poi comprese meglio lo stato di conservazione dei singoli elementi e la qualità muraria da cui dipende il comportamento meccanico degli stessi. Infatti l'uso di materiali differenti nella composizione di un unico elemento devono soddisfare una risposta monolitica alle sollecitazioni, in particolar modo a quelle sismiche. Tale comportamento della struttura come "tutt'uno" viene creato dal modo in cui i conci di pietra si scambiano le tensioni e quanto più questi rispondono alla migliore regola d'arte tanto più ottimale sarà la collaborazione delle parti. Il rispetto della giusta regola d'arte può essere studiato analizzando le caratteristiche della muratura come ad esempio la forma degli elementi resistenti, il tipo di legante adoperato e il tipo di tessitura adottato. Particolare attenzione è stata posta nell'analisi degli sfalsamenti tra i giunti verticali ed orizzontali della muratura. Infatti il mancato allineamento dei giunti verticali garantisce una buona resistenza a trazione della muratura, mentre, un corretto allineamento dei filari orizzontali garantisce un'ottima distribuzione dei carichi verticali gravanti sulla muratura stessa. Da ultimo, ma non meno importante, è la qualità della malta che,

⁷ A. BORRI, a cura di C. DONA', con la collaborazione di A. DE MARIA, Manuale delle Murature storiche, Il, Dei, Roma, 2011, p.104.

⁸ D. BESANA, Progettare il costruito. Tra conoscenza e interpretazione, Alinea editrice, Perugia, 2008, p.45.

distribuita in maniera uniforme crea un appoggio continuo fra i corsi di mattoni e crea coesione nella muratura. Seguendo la valutazione proposta dal “*Manuale delle murature storiche*”⁹ la qualità muraria si è così suddivisa in tre macro sezioni: sfalsamento dei giunti verticali; presenza dei filari orizzontali e qualità della malta.

Per quanto concerne lo sfalsamento dei **giunti verticali** si sono adottate le seguenti diciture: rispettato (i giunti di malta si trovano circa in corrispondenza della metà dell'elemento sottostante); parzialmente rispettato (i giunti si trovano in posizione intermedia tra zona centrale dell'elemento inferiore e il suo bordo); non rispettato: i giunti di malta si trovano allineati.

La valutazione dei **filari orizzontali** ha seguito i seguenti parametri di riferimento: rispettato (l'allineamento interessa l'intera lunghezza, o buona parte, del paramento murario senza presentare interruzioni e su entrambe le facce della parete); parzialmente rispettata (l'allineamento interessa meno dei 3/4 dell'estensione muraria e presenta solo localmente interruzioni di continuità); non rispettata (i filari orizzontali sono continuamente interrotti o presentano sfalsamenti sull'intera lunghezza della parete muraria).

In quanto alla **qualità della malta** si distinguono le seguenti diciture: rispettata (malta in buono stato conservativo e con giunti di dimensioni non eccessive rispetto alle pietre); parzialmente rispettata (malta dai giunti non eccessivamente erosi); non rispettata (malta di scarsa qualità del tutto priva di coesione); assente (presenza minima, quasi nulla della malta. I giunti sono totalmente erosi e dunque non garantiscono coesione tra gli elementi della muratura stessa).

La Rocca rappresenta un vero e proprio palinsesto di tecnologie costruttive dovute alle numerose variazioni che ha subito nel corso del tempo. I materiali utilizzati si possono sostanzialmente ridurre a laterizi, pietre in sasso spungone e ciottoli. Lo spessore delle murature varia a seconda del ruolo svolto e della posizione planimetrica, mentre la

⁹ A. BORRIL, a cura di C. DONA', con la collaborazione di A. DE MARIA, *Manuale delle Murature storiche*, II, Dei, Roma, 2011, p.240-246

variazione delle dimensioni e del colore dei materiali, come accade per i laterizi, indica un differente periodo di costruzione rispetto al paramento vicino. E' inoltre indice di un diverso periodo costruttivo la disposizione di determinati materiali nei prospetti come accade per i laterizi molto spesso utilizzati come tamponamenti di aperture preesistenti. Questi elementi d'indagine costituiscono certamente indizi utili per la datazione delle strutture architettoniche ma non ne forniscono una prova certa e sempre attendibile. Infatti i laterizi impiegati in paramenti murari differenti, seppur simili in forma e colore, non indicano necessariamente una loro coevità.

Si catalogano di seguito, le differenti murature, portanti e non; le tipologie di paramenti murari rilevati all'interno del fortilizio. Al termine del capitolo si allegano le sezioni costruttive della torre poligonale e del mastio¹⁰.

¹⁰ vedi figura 4 p.98 e figura 5 p.99

Murature

M1. Muratura portante in conci squadrate di sasso spungone di grandi dimensioni. Paramento esterno del Mastio: tipologia B.

M2. Muratura in conci squadrate di sasso spungone di piccole e medie dimensioni mista a laterizi di ripianamento. Paramento della torre di avvistamento: tipologia E.

M3. Muratura in conci squadrate di sasso spungone di medie dimensioni parzialmente intonacato. Paramento interno del percorso di ronda: tipologia B.

M4. Muratura a sacco in conci squadrate di sasso spungone di medie dimensioni parzialmente intonacati. Paramento esterno del percorso di ronda: tipologia H.

M5. Muratura in conci tondeggianti e squadrate di sasso spungone di medie dimensioni e parzialmente intonacato. Paramento esterno della torre di avvistamento: tipologia B.

M6. Muratura a sacco in pietrame internamente intonacato addossato ad una muratura portante in conci squadrate di sasso spungone. Paramento interno del pian terreno del Mastio: tipologia C.

M7. Muratura in conci squadrate di sasso spungone di medie dimensioni mista a laterizi di ripianamento e tamponamento. Paramento interno ed esterno del muro est del mastio: tipologia A.

M8. Muratura portante in conci squadrate di sasso spungone di grandi dimensioni internamente rivestiti da tracce di intonaco. Paramento esterno lato meridionale del Mastio: tipologia B.

M9. Muratura non portante in pietrame, conci squadrate di sasso spungone di piccole dimensioni e laterizi di ripianamento. Paramento

murario del parapetto lungo il prospetto sud del fortilizio: tipologia A.

M10. Muratura di contenimento mista in conci squadrati di sasso spungone di piccole e medie dimensioni, pietrame e laterizio di ripianamento. Paramento di contenimento del terrapieno della Corte Alta del Mastio: tipologia A.

M11. Muratura a sacco costipato in conci medi di sasso spungone dal lato interno e in laterizi dal lato esterno. Paramento esterno della torretta di guardia: tipologia H.

M12. Muratura portante a sacco costipato in pietre squadrate in sasso spungone di medie dimensioni. Paramento esterno della torre poligonale: tipologia H.

M13. Muratura di rinforzo alla muratura portante in conci di sasso spungone. Paramento esterno della cortina nord: tipologia G.

M14. Doppio paramento murario a sacco costipato in sasso spungone di medie dimensioni rinforzato da una scarpa rifinita in cotto. Paramento esterno della cortina nord nel punto d'attacco con la torre poligonale: tipologia H.

M15. Muratura portante a sacco costituita da laterizi, pietre di medie dimensioni e ciottoli. Paramento interno della cortina nord: tipologia F.

M16. Muratura composta da conci squadrati e tondeggianti in sasso spungone di piccole e medie dimensioni. Paramento esterno ed interno della muratura d'ingresso al Girone: tipologia E.

M17. Muratura di rinforzo in cotto a cinque teste appoggiata ad una muratura in conci squadrati di sasso spungone. Paramento esterno del prospetto est del Girone: tipologia G.

M18. Muratura portante in conci squadrate di sasso spungone di medie dimensioni mista a laterizi di ripianamento e tamponamento. Paramento esterno di contenimento del percorso di ronda: tipologia A.

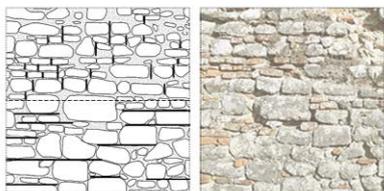
M19. Muratura portante a sacco costipato in conci squadrate di sasso spungone di piccole e medie dimensioni. Paramento esterno della torre poligonale: tipologia H.

M20. Muratura portante in conci regolari di sasso spungone di medie e grandi dimensioni. Paramento esterno della cortina nord del primo Girone: tipologia B.

M21. Muratura portante in laterizio di rivestimento e conci di sasso spungone. Paramento perimetrale del Baluardo ghibellino: tipologia G.

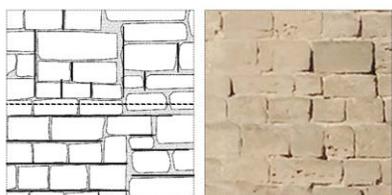
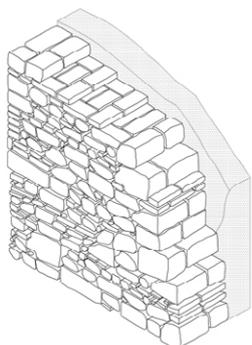
M22. Muratura mista in laterizio e sasso spungone di medie dimensioni. Paramento esterno della torre di avvistamento: tipologia A.

Tipologie di paramento murario



Tipologia A. Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario posta in opera con sufficiente regolarità. Il pietrame presenta sia forme squadrate che tondeggianti, mentre i laterizi fungono da ripianamenti.

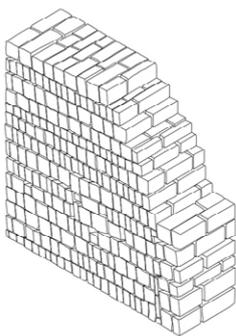
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: in buona parte rispettata in quanto presenta solo localmente piccole interruzioni. Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato trovandosi a metà tra il centro e il bordo dell'elemento inferiore. Qualità della malta: non rispettata in quanto scarsa e parzialmente erosa.

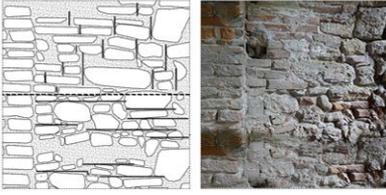


Tipologia B. Muratura in conci di sasso spungone di uso primario e dalle forme principalmente squadrate. In alcuni punti del paramento interno sono presenti tracce di intonaco.

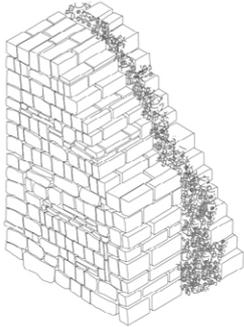
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata in quanto non sono presenti interruzioni lungo il paramento. Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato trovandosi nel mezzo tra centro e bordo dell'elemento inferiore.

Qualità della malta: rispettata. I giunti non sono molto erosi.

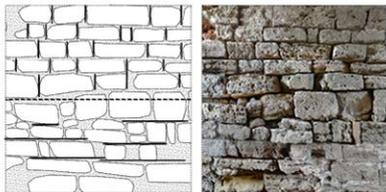




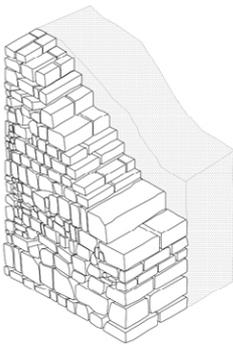
Tipologia C. Paramento murario misto in pietrame e laterizi di uso secondario. Le pietre, di piccole e medie dimensioni, presentano forme sia squadrate che tondeggianti, mentre i laterizi fungono da ripianamenti.



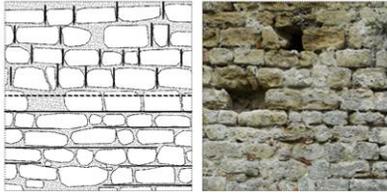
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: parzialmente rispettata con interruzioni solo locali. Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato. Si trova tra centro e bordo dell'elemento sottostante. Qualità della malta: rispettata. Soltanto in alcuni punti risulta assente.



Tipologia D. Muratura in conci di pietra di sasso spungone. Il pietrame presenta forme tendenzialmente squadrate di medie e grandi dimensioni.

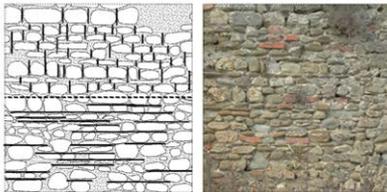
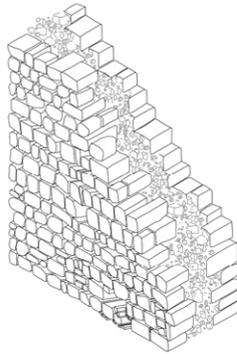


Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Presenta solo localmente sfalsamenti o interruzioni. Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato. Si trova tra centro e bordo dell'elemento inferiore. Qualità della malta: assente. Probabilmente a causa del trascorrere del tempo, la malta è assente e solo localmente presente ma molto erosa.



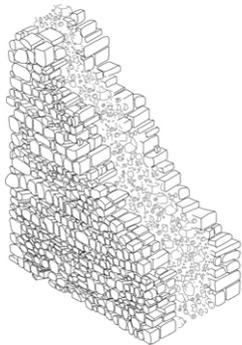
Tipologia E. Muratura in conci di sasso spungone di uso primario. Le pietre si presentano principalmente di forma squadrata.

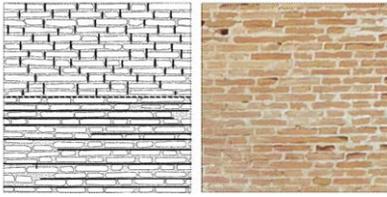
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata, non presentano interruzioni. Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato. Si trova tra centro e bordo dell'elemento inferiore. Qualità della malta: non rispettata, tendenzialmente assente.



Tipologia F. Muratura in pietrame e laterizi di uso secondario. Le pietre presentano forme sia squadrate che tondeggianti, mentre i laterizi fungono da ripianamenti.

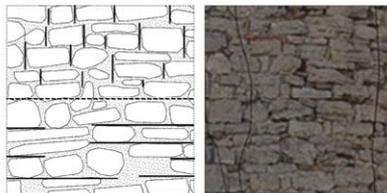
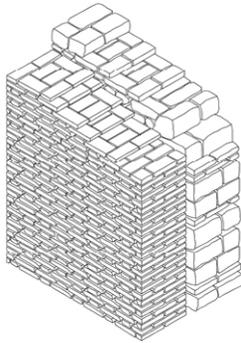
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata, non sono presenti interruzioni. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Si trova nel centro dell'elemento inferiore. Qualità della malta: parzialmente rispettata. E' erosa a causa del trascorrere del tempo.





Tipologia G. Muratura in laterizi di rinforzo disposti alla fiamminga addossati ad un paramento murario in sasso spungone dalle pietre squadrate di medie e grandi dimensioni.

Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Non si riscontrano interruzioni lungo tutta la lunghezza del paramento murario. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Il giunto si trova nel mezzo dell'elemento inferiore. Qualità della malta: rispettata. I giunti non sono erosi.



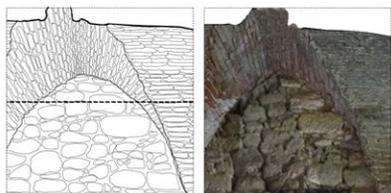
Tipologia H. Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario. Le pietre presentano forme squadrate e tondeggianti. I laterizi fungono da ripianamenti.

Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: non rispettata. Lungo il paramento sono presenti numerosi sfalsamenti e interruzioni. Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato e localmente non rispettato. Qualità della malta: parzialmente rispettata. I giunti non sono molto erosi.



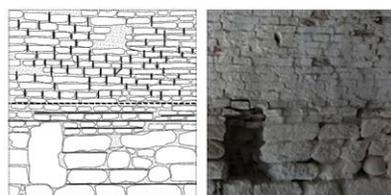
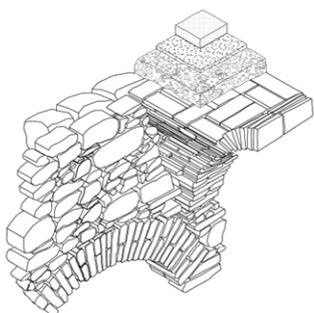
Al fine di garantire un quadro conoscitivo il più possibile esaustivo si sono analizzati anche i pacchetti costruttivi dei solai e delle volte di copertura che compongono il fortilizio.

Volte



V1 Volta a crociera irregolare. Volta di copertura al piano terra del mastio realizzata in laterizi disposti di coltello. A partire da una volta a botte, perpendicolarmente al suo asse, si intersecano due lunette anch'esse in laterizio.

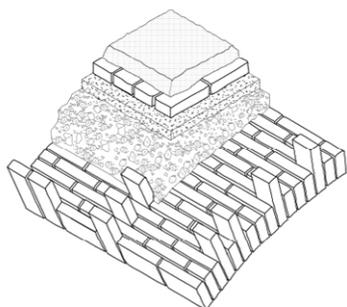
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Non ci sono interruzioni o sfalsamenti. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Si trova tra centro e bordo dell'elemento inferiore. Qualità della malta: parzialmente rispettata e solo localmente erosa.

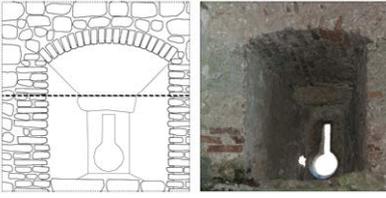


V2 Volta a botte. Volta di copertura all'ambiente superiore del mastio. Si compone interamente di laterizi disposti di coltello. Sulla superficie sono presenti parziali tracce di intonaco.

Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata.

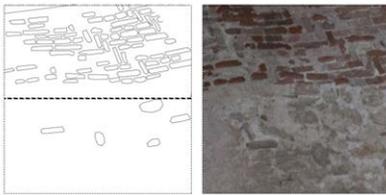
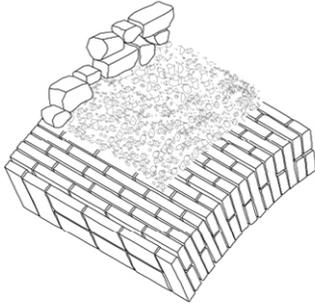
Sfalsamento dei giunti verticali: parzialmente rispettato. Si trova tra centro e bordo dell'elemento inferiore. Qualità della malta: parzialmente rispettata e in parte erosa.





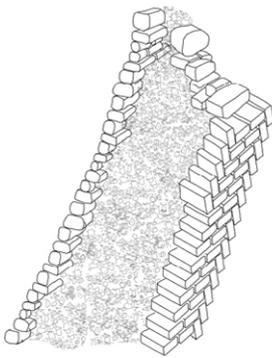
V3 Volta a botte ribassata. Volte di copertura delle cannoniere in laterizi disposti di coltello. In sezione presentano una forma a cannocchiale dall'interno verso l'esterno della muratura.

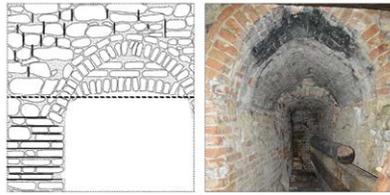
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Qualità della malta: parzialmente rispettata. I giunti sono in parte erosi.



V4 Volta a cupola. Volta di copertura di entrambi i piani della torre poligonale. Si compone di laterizi disposti secondo una geometria ben specifica. Infatti a metà di ogni laterizio disposto di coltello si contrappone un laterizio di fascia. Ad oggi è visibile solo il nodo di congiunzione tra la volta e la muratura della torre.

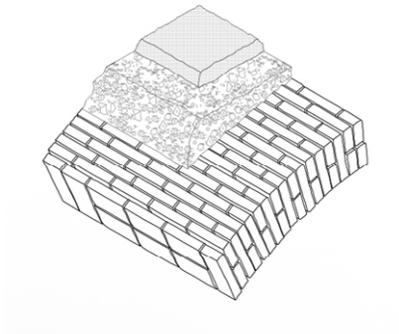
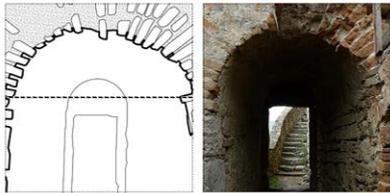
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: parzialmente rispettata. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Qualità della malta: rispettata. I giunti si presentano in buono stato di conservazione.





V5 Volta a sesto acuto. Volta di copertura della cannoniera posta lungo la cortina nord del fortilizio composta da laterizi disposti di coltello. Nella sua estensione in profondità presenta un ribassamento di circa 15 cm e assume in sezione una configurazione a cannocchiale dall'interno verso l'esterno della muratura.

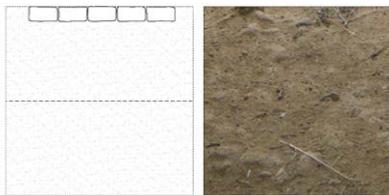
Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Qualità della malta: parzialmente rispettata. I giunti sono in parte erosi.



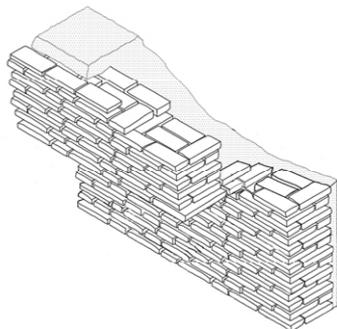
V6 Volta a tutto sesto. Volta di copertura al passaggio del camminamento di ronda composta da laterizi disposti di coltello. Poggia da un lato sulla muratura portante esterna del fortilizio e dall'altra su una muratura in conci squadrati di sasso spungone di contenimento al terrapieno della corte alta.

Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Qualità della malta: parzialmente rispettata. I giunti si presentano parzialmente erosi.

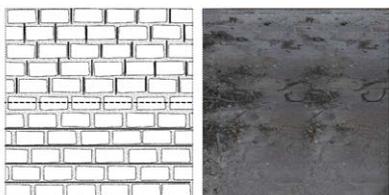
Solai



S1 Solaio piano. Solaio del piano terra del mastio composto da terra battuta non livellata. Nel centro è presente una cisterna dall'apertura circolare costituita da una muratura in laterizio a tre teste. Internamente si presenta rivestita da uno strato di intonaco bianco parzialmente eroso.

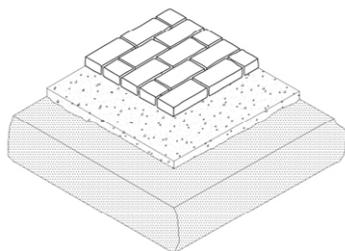


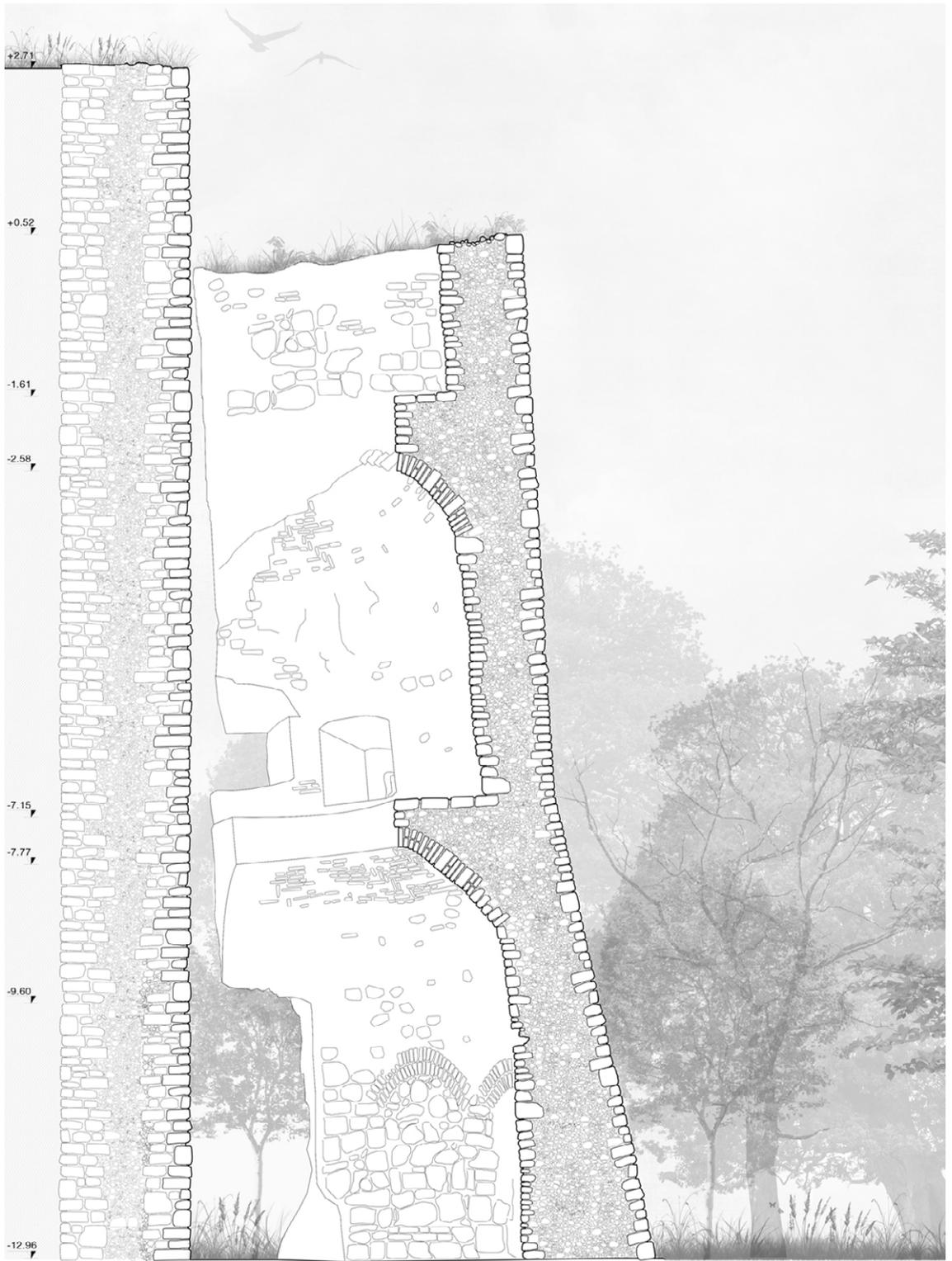
Qualità della muratura. Presenza di filari orizzontali: rispettata. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Si trova nel centro dell'elemento inferiore. Qualità della malta: parzialmente rispettata e coperta localmente da tracce di intonaco.



S2 Solaio piano. Solaio del camminamento di ronda che conduce al Mastio. E' costituito da mattoni disposti di fascia.

Qualità della muratura. Presenza dei filari orizzontali: rispettata. Sfalsamento dei giunti verticali: rispettato. Qualità della malta: parzialmente rispettata. E' parzialmente erosa.





+2.71
+0.52
-1.61
-2.58
-7.15
-7.77
-9.60
-12.96

Figura 4

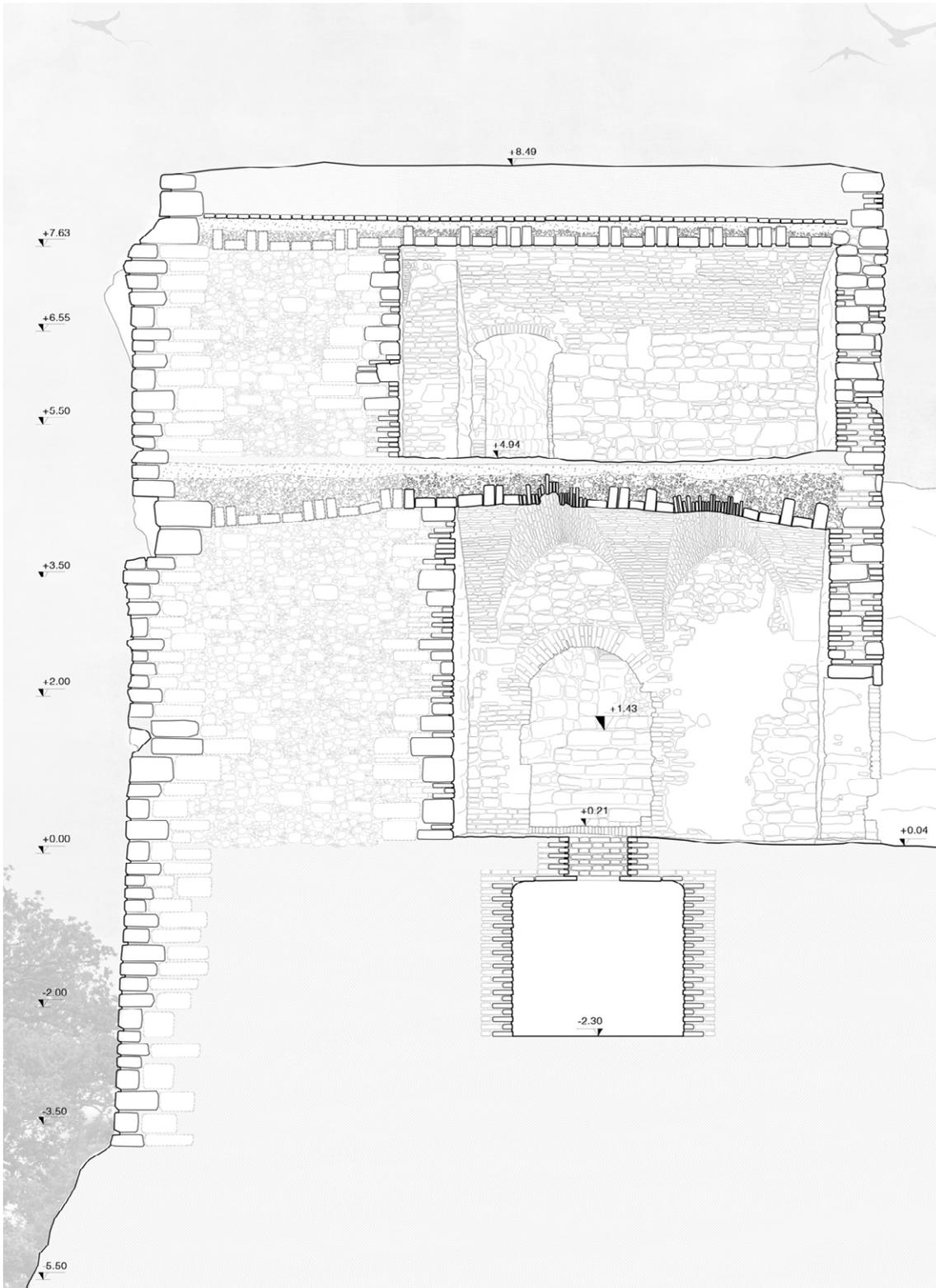


Figura 5

5. LO STATO DI CONSERVAZIONE

5.1 Analisi dei dissesti e quadro fessurativo

“I complessi edilizi, nella loro essenza strutturale sono costituiti di membrature costruttive connesse dimensionate in modo da poter assolvere, entro i limiti dei carichi di sicurezza, ai compiti statici loro affidati, rispettando le resistenze caratteristiche dei materiali con cui sono costruite”¹. Il regime di equilibrio del complesso può essere in alcuni casi alterato implicando dissesti statici nella massa muraria evidenziati da specifiche lesioni. Non sempre tali fessurazioni indicano condizioni di pericolo ma rappresentano il raggiungimento di una nuova configurazione di equilibrio.

In seguito ai rilievi e all'analisi svolta sul castello sono state descritte le lesioni principali attraverso un quadro fessurativo dettagliato. In particolare sono state individuate le cause scatenanti le fratture, l'ampiezza e la lunghezza delle lesioni. Le principali tipologie di lesioni individuate sono *rottura per flessione e taglio della muratura* e *distacco per discontinuità materica e costruttiva*.

Le fratture dovute a rottura per flessione e taglio della muratura mostrano cedimenti differenziali delle fondazioni delle murature e si presentano generalmente inclinate a 45°. Generalmente hanno andamenti differenti in funzione della forma geometrica del solido, della presenza di aperture e dal tipo di materiale utilizzato.

Il danno dovuto al distacco per discontinuità materica costruttiva è legato alla compresenza e accostamento di due materiali differenti e alla realizzazione di elementi del fabbricato in tempi e periodi diversi. Nel nostro caso si può notare che il dissesto è localizzato in diverse porzioni di muratura del castello in seguito alle numerose modifiche attuate nel corso degli anni. Queste fessure murarie sono generate dalle dilatazioni dei materiali nel corso del tempo.

Inoltre si indica il comportamento dei cigli fessurativi ovvero se sono passanti o non rispetto all'asse x, paralleli o non paralleli rispetto all'asse

¹ S. MASTRODICASA, Dissesti statici delle strutture edilizie, Hoepli, 1993

y, complanari o non complanari rispetto all'asse z. Nel caso specifico è stato rilevato che tutti i cigli fessurativi non sono passanti per cui non è necessario alcun intervento di cucì scuci. Allo stesso modo si presentano paralleli lungo l'asse y e complanari lungo l'asse z evitando interventi di rimessa a piombo delle murature².

² Vedi figura 1-4, pag.104-107

Analisi del quadro fessurativo della struttura

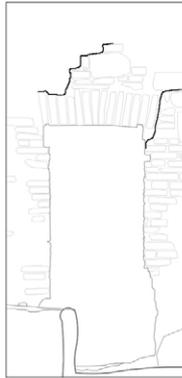
Fessura F1 _ Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

Le fessure esaminate sono causate da cedimenti differenziali delle fondazioni delle murature. In particolare si presentano inclinate a 45° in corrispondenza delle aperture.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,3 cm
 max. 2,5 cm
 Lunghezza: 100 cm; 85 cm



Fessura F2 _ Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La presenza di queste due sollecitazioni è abbastanza frequente soprattutto quando si hanno dei cedimenti differenziali delle fondazioni delle murature.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 1 cm
 max. 4 cm
 Lunghezza: 310 cm



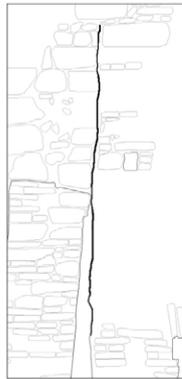
Fessura F3 _ Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

Il danno, dovuto al distacco per discontinuità materico costruttiva, è legato alla copresenza e accostamento di due materiali differenti e alla realizzazione periodi diversi.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min 0,5 cm
 max. 3 cm
 Lunghezza: 265 cm



Fessura F4 _ Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

La lesione è legato alla copresenza e accostamento di due materiali differenti e alla realizzazione dei tamponamenti delle aperture del mastio, anch'esse non coeve alla facciata su cui insistono.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,6 cm
 max. 2 cm
 Lunghezza: 67 cm; 55 cm

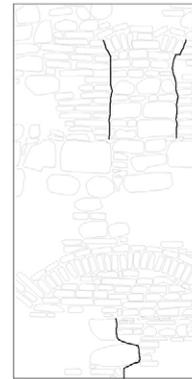


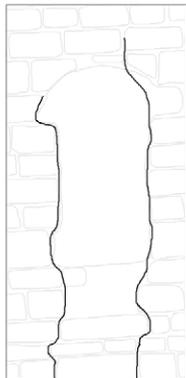
Figura 1

Fessura F5_ Distacco per discontinuità materico costruttiva**Cause**

La lesione è generata dalla realizzazione in tempi differenti delle due murature affiancate, nonostante il rivestimento sia dello stesso periodo le pareti più antiche corrispondono a fasi evolutive differenti.

Descrizione

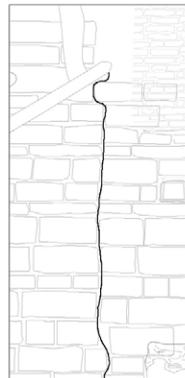
Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,8 cm
 max. 3,2 cm
 Lunghezza: 920 cm

**Fessura F6_ Distacco per discontinuità materico costruttiva****Cause**

La lesione è generata dalla realizzazione in tempi differenti delle due murature affiancate, nonostante il rivestimento sia dello stesso periodo le pareti più antiche corrispondono a fasi evolutive differenti.

Descrizione

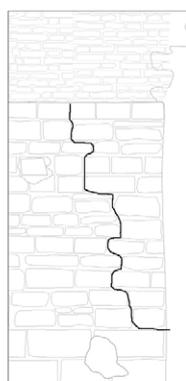
Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,8 cm
 max. 3,2 cm
 Lunghezza: 920 cm

**Fessura F7_ Rottura per flessione e taglio della muratura****Cause**

Le fessure sono causate da cedimenti differenziali delle fondazioni delle murature. In particolare si presentano inclinate a 45°, in questo caso in corrispondenza del cantonale.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 1 cm
 max. 1,5 cm
 Lunghezza: 265 cm

**Fessura F8_ Rottura per flessione e taglio della muratura****Cause**

Le lesioni dovute a cedimenti differenziali delle fondazioni delle murature si presentano generalmente inclinate a 45°.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,8 cm
 max. 2,7 cm
 Lunghezza: 240 cm

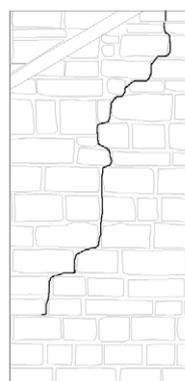


Figura 2

Analisi del quadro fessurativo della struttura

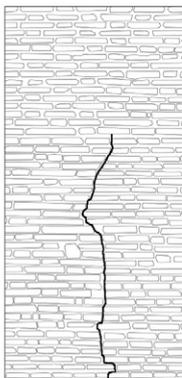
Fessura F9_ Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La lesione è generata da cedimenti fondazionali, le fessure si presentano inclinate a 45° come accade generalmente.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,5 cm
 max. 2,2 cm
 Lunghezza: 100 cm



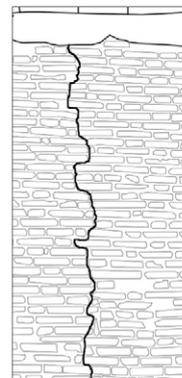
Fessura F10_ Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La presenza di queste due sollecitazioni è abbastanza frequente soprattutto quando si hanno dei cedimenti differenziali delle fondazioni delle murature.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,6 cm
 max. 2,3 cm
 Lunghezza: 260 cm



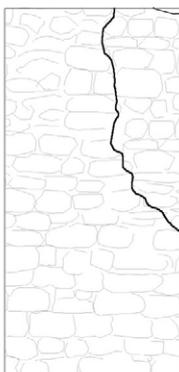
Fessura F11_ Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La fessura generata da flessione e taglio si presenta inclinata a 45° ed è causata da cedimenti fondazionali.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 0,3 cm
 max. 2,6 cm
 Lunghezza: 180 cm



Fessura F12_ Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La lesione è causata da cedimenti differenziali delle fondazioni, solitamente sono inclinate a 45° come nel caso in oggetto.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante 
 Cigli fess. asse y: paralleli 
 Cigli fess. asse z: complanari 
 Ampiezza: min. 1,1 cm
 max. 3,3 cm
 Lunghezza: 150 cm

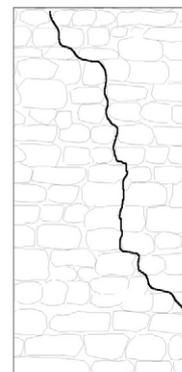


Figura 3

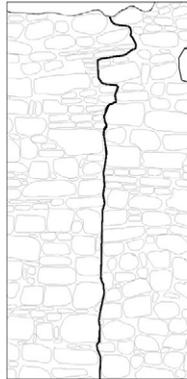
Fessura F13 _ Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

La fessura esaminata è causata da una discontinuità costruttiva, le due pareti presentano lo stesso materiale ma una differente posa in opera.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante
Cigli fess. asse y: paralleli
Cigli fess. asse z: complanari
Ampiezza: min. 0,5 cm
max. 2,1 cm
Lunghezza: 360 cm



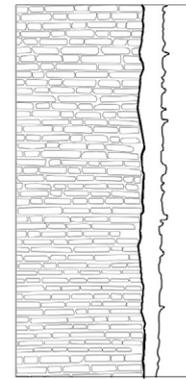
Fessura F14 _ Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

Il danno, dovuto al distacco per discontinuità materico costruttiva, è legato alla realizzazione periodi diversi della muratura, sovrapposta ad una più antica in materiale differente.

Descrizione

Cigli fess. asse x: passante
Cigli fess. asse y: paralleli
Cigli fess. asse z: complanari
Ampiezza: min 10 cm
max. 15 cm
Lunghezza: 1120 cm



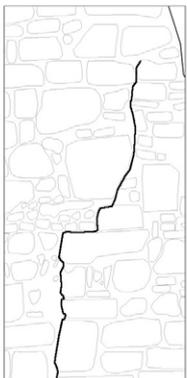
Fessura F15 _ Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

La fessura in esame è causata da una discontinuità materica, le porzioni di muratura affiancate si compongono di diversi materiali.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante
Cigli fess. asse y: paralleli
Cigli fess. asse z: complanari
Ampiezza: min. 0,7 cm
max. 1,9 cm
Lunghezza: 245 cm



Fessura F16 _ Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

Le lesioni sono dovute a distacco per discontinuità costruttiva, molto probabilmente sono state realizzate in periodi differenti.

Descrizione

Cigli fess. asse x: non passante
Cigli fess. asse y: paralleli
Cigli fess. asse z: complanari
Ampiezza: min. 1,1 cm
max. 2,9 cm
Lunghezza: 180 cm

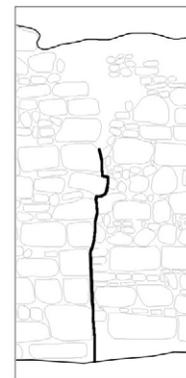


Figura 4

5.2 Meccanismi locali di danno

Le problematiche strutturali della fortezza di Castrocaro si possono suddividere in due diverse categorie entrambe riguardanti gli apparati murari. In primo luogo vengono analizzate le murature portanti del mastio, soggette a spinte orizzontali generate dalle volte e da cedimenti fondazionali del terreno. Si procede poi con lo studio le murature che fungono da contenimento del terrapieno della corte alta del primo girone.

La torre poligonale, situata sul fronte nord della fortezza, si mostra in pessimo stato di conservazione e totalmente distaccata dal paramento murario a cui era ancorata anticamente. L'attuale posizione non rispecchia quella originaria; si può notare infatti dal rilievo come il rudere sia scivolato verso il basso ed abbia compiuto una lieve rotazione in seguito al sisma del 1861. Sul manufatto sono state eseguite analisi cinematiche lineari allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita grazie all'evidente necessità di un tempestivo intervento di consolidamento.

Fabbricato più antico dell'intero castello, il mastio, ha subito nel corso degli anni diversi interventi sulle murature chiaramente leggibili nei diversi prospetti ed evidenziati nell'analisi delle unità stratigrafiche. Queste discontinuità costruttive unite alle spinte delle volte dei due solai ed a cedimenti fondazionali riscontrati dall'analisi del quadro fessurativo potrebbero innescare un distacco ed un principio di ribaltamento della facciata. Analogamente le murature perimetrali del girone, che fungono da contenimento del terreno, hanno subito nel corso del tempo varie trasformazioni, aggiunte e rinfoderi che, in seguito alle lesioni riscontrate, potrebbero provocare il ribaltamento ed il cedimento dell'apparato murario stesso.

Alla luce delle premesse fatte si è quindi deciso di verificare il comportamento di entrambe le categorie di murature attraverso il metodo dei meccanismi locali di danno al fine di poter valutare, se necessario,

il tipo di intervento strutturale adeguato all'elemento in esame.

Si seguiranno perciò le indicazioni fornite dal DM 14 gennaio 2008-Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008), della Circolare Ministeriale del 2 febbraio 2009 n.617 (CM 2009) e del DPCM 9 febbraio 2011-Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale (LG 2011).

Un'efficace monoliticità, garantita dalla qualità della muratura, è un'ipotesi di fondamentale importanza per poter sopporre dei collassi parziali. Si è infatti dimostrato che generalmente tutte le strutture in muratura collassano in maniera ordinata sotto la sollecitazione del sisma e subiscono danni alle parti più deboli. A differenza di quanto accade per le strutture in acciaio o in cemento armato, concepite come un intero in tutte le proprie parti, le strutture in muratura sono costituite da connessioni tra le singole unità; muro e solaio. Nel caso in cui queste connessioni non siano soddisfacenti, l'edificio non sarà capace di sviluppare una risposta globale alla sollecitazione esterna per cui le singole parti mostreranno delle risposte indipendenti.

Attraverso la consultazione della CM 2009, capitolo C8A4, saranno effettuate verifiche con particolare riferimento ai meccanismi locali di danno e collasso tramite l'analisi limite di equilibrio, secondo un'analisi cinematica lineare ipotizzando che le strutture murarie possano essere costituite da macroelementi indeformabili così detti "corpi rigidi"³.

Le ipotesi di partenza, al fine di effettuare una corretta analisi, sono la resistenza nulla a trazione, l'assenza di scorrimento tra i blocchi e la resistenza a compressione infinita della muratura. Nonostante ciò è bene sapere che si è di fronte ad una schematizzazione del problema reale che approssima la realtà con un margine di errore accettabile. Si utilizzerà come metodo di verifica l'analisi cinematica lineare allo Stato Limite di Salvaguardia della vita (SLV).

³ G.C. BEOLCHINI, L. MILANO, Repertorio dei meccanismi di danno, delle tecniche di intervento e dei relativi costi negli edifici in muratura. Definizione dei modelli per l'analisi strutturale degli edifici in muratura, vol II, L'aquila, 2005.

Lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita rientra all'interno della categoria degli Stati Limite Ultimi (SLU) e garantisce che la costruzione conservi una parte di resistenza e un margine di sicurezza nei confronti del collasso a seguito di un terremoto.

Analisi cinematica lineare

L'analisi cinematica lineare consiste nel confrontare l'accelerazione del meccanismo di collasso con l'accelerazione di picco della domanda sismica riferita al suolo considerato⁴. Al fine di svolgere una corretta analisi si procederà come segue:

Individuazione del **macroelemento** e trasformazione dello stesso in un sistema labile in seguito al riscontro di fratture che ne annullano le forze di attrito con gli elementi adiacenti.

Valutazione del **moltiplicatore orizzontale dei carichi** α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo (stato limite di danno) mediante l'applicazione del Principio dei Lavori Virtuali sul setto murario considerato di cui si vuole valutare un possibile ribaltamento.

Definizione degli elementi di calcolo utili alla **verifica di sicurezza allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)** secondo cui l'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo cinematico deve essere maggiore o al più uguale all'accelerazione di picco della domanda sismica⁵.

Individuazione della pericolosità del sito e scelta della strategia di progettazione

In primo luogo è stata individuata la pericolosità del sito e le caratteristiche del moto sismico definendo l'accelerazione massima e il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione⁶.

In secondo luogo si sono definite le strategie progettuali al fine di fissare la Vita Nominale e la Classe d'uso del manufatto. La Vita nominale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo per la

⁴ CM 2009, C84.1

⁵ Vedi allegato 1 pag.156

⁶ CM 2009, C84.1; Vedi allegato 2 pag.158

quale è destinata⁷. Questo parametro può assumere valori differenti a seconda della tipologia dell'opera che si sta considerando⁸.

Successivamente, a partire da un buon livello di conoscenza del manufatto ottenuto grazie ai rilievi e alle indagini conoscitive, si è determinato il *Fattore di confidenza*, utile alla valutazione di attendibilità del modello di analisi⁹, e la verifica dei carichi gravanti sulla muratura¹⁰.

Meccanismi locali di danno: ribaltamento semplice di parete

Il meccanismo locale di danno individuato, consiste nel ribaltamento semplice delle pareti del mastio e delle murature di contenimento del terrapieno. Generalmente si utilizza una schema che presuppone la rotazione della parete attorno ad una cerniera cilindrica che si verifica quando il muro, sollecitato da un'azione orizzontale esterna, risulta non vincolato in sommità e non ammortato alle pareti ad esso perpendicolari. I fattori che favoriscono il meccanismo di ribaltamento sono: assenza di cordoli o catene ai piani; orizzontamenti deformabili e mal collegati; intersezioni murarie di cattiva qualità; difetti di monoliticità trasversale, come nel caso di muratura a sacco o paramenti mal collegati; presenza di elementi spingenti; presenza di grandi aperture in prossimità del cantonale. Le caratteristiche geometriche del macroelemento da considerare sono: lo spessore della muratura (b_p); l'altezza della parete (h_p); il peso della parete (P_p) e il carico del solaio gravante sulla parete (N_p).

Si rimanda agli allegati per la procedura di calcolo dell'analisi cinematica di tutte le pareti analizzate¹¹, quali quelle del Mastio e delle murature di contenimento del Girone, che risultano verificate.

⁷ NTC 2008, 3.2; CM 2209, C3.2

⁸ Vedi allegato 2, pag.158

⁹ Ivi, pag.158

¹⁰ Vedi allegato 3, pag.160

¹¹ Vedi allegati 4-11 pag.161-184

5.3 Alterazioni

Lo studio dello stato di conservazione del manufatto viene definito Diagnosi e si interpone tra una prima fase di conoscenza della fabbrica, delle sue caratteristiche costruttive ed evolutive, ed una seconda fase di messa a punto degli interventi di consolidamento strutturale e restauro della stessa. Per usare le parole di Daniela Besana, la diagnosi sul manufatto storico equivale alla determinazione del suo “stato di salute”¹². Così come il dottore analizza la patologia del paziente e ne suggerisce la cura, così anche la carta del restauro del 1972¹³ fornisce tecniche di indagine per la valutazione dello stato di conservazione dell’edificio utilizzando l’ausilio di tutte le scienze a disposizione, e consente al restauratore di decretare l’intervento migliore per “curare” la fabbrica stessa. La relazione che intercorre tra diagnosi e intervento è consequenziale. Per descriverla con le parole di Paolo Marconi “alla diagnosi fa riscontro immediata terapia”¹⁴.

Più dettagliatamente i metodi d’indagine possono essere suddivisi in diretti e indiretti. I primi non fanno uso di strumenti di collegamento tra osservazione e informazione, ma forniscono informazioni desunte da fonti di natura diversa dalla prova fisica. I secondi invece, sono quelli che consentono di osservare il materiale direttamente in *situ* e all’occorrenza prevedono il prelievo di un campione da analizzarsi in un secondo momento in laboratorio. Questa metodologia fa uso di prove che possono essere distruttive, parzialmente distruttive o non distruttive. Le prime due, prevedendo l’asportazione di materia, sono definite invasive e il livello di aggressività dell’intervento è determinato dalla porzione di materia asportata e dai danni che la prova arreca alla struttura. La terza invece mantiene inalterato il manufatto e fa uso di strumenti che non danneggiano la struttura. Quest’ultimo caso corrisponde al metodo d’indagine utilizzato sul

¹² D. BESANA, Progettare il costruito. Tra conoscenza e interpretazione, Alinea editrice, Perugia, 2008, p.55.

¹³ Carta Italiana del Restauro, 1972, art.8.

¹⁴ P. MARCONI, Il restauro e l’architetto. Teoria e pratica di due secoli di dibattito, Saggi Marsilio Editore, Venezia, 1993, p.52.

manufatto. Infatti è stata l'analisi visiva che ha condotto lo studio sullo stato di conservazione degli elementi presenti nel castello e occasionalmente il contatto fisico con la materia ha permesso di definire una malta polverulenta piuttosto che una pietra scabra. Prima di procedere alla descrizione dello stato di conservazione degli elementi del castello di Castrocaro, più in particolare delle porzioni oggetto di studio, è importante dare una chiara distinzione tra degrado e alterazione. Sono da attribuirsi al termine degrado tutte le modificazioni che hanno determinato un peggioramento dello stato conservativo della materia, mentre rientrano nel concetto di alterazione tutte le modificazioni che non ne hanno comportato un deterioramento. I principali fenomeni di degrado sono di tipo chimico, meccanico e biologico. I meccanismi di natura chimica sono causati dall'ambiente che modifica la composizione del materiale; quelli di tipo meccanico sono dovuti all'azione di stress esercitata dall'ambiente sulla materia e infine quelli di natura biologica sono causati da fattori biologici che alterano la struttura del materiale.

Non bisogna dimenticare inoltre, che essendo state effettuate modifiche e trasformazioni nel corso degli anni, anche i materiali adoperati hanno avuto natura differente e dunque, alcune fessure presenti nei paramenti murari potrebbero essere dovute proprio al differente comportamento statico delle strutture, meno solidali con le murature stesse, oltre che a cause di entità differente come sismi e mancata manutenzione.

La collocazione del castello di Castrocaro influisce notevolmente sulla conservazione del manufatto. Quest'ultimo infatti sorgendo sulla sommità di uno sperone roccioso è continuamente esposto agli agenti atmosferici, e la scarsa, se non mancata manutenzione, ha contribuito ad incrementare lo stato di alterazione dei suoi elementi. Si possono individuare in linea generale delle macro cause che hanno determinato il degrado nel quale versa

attualmente il fortilizio.

Vento. Il castello è continuamente esposto ai venti che risalgono dalla valle del Montone. Non essendo provvisto di alcuna forma di protezione è soggetto a erosione e perdita di elementi delle murature. Le superfici maggiormente danneggiate sono quelle sulle quote più alte e meno curate, dunque il Mastio, la corte alta e più in generale tutta la parte ovest del castello.

Pioggia. Il castello non è provvisto di un adeguato sistema di smaltimento delle acque meteoriche, pertanto l'assorbimento delle acque sia nelle murature che nel terrapieno provoca la proliferazione di patina biologica e vegetazione infestante.

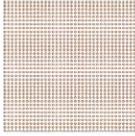
Vegetazione a crescita spontanea. La mancata pulizia ordinaria degli spazi esterni del castello e la scarsa manutenzione ha determinato la crescita incontrollata di diverse specie infestanti sia arboree che erbacee e rampicanti. Ciò ha causato, con il passare del tempo il danneggiamento della struttura, della sua superficie e delle creste murarie e conseguentemente l'impossibilità di rendere accessibile il sito ai turisti.

Mancata manutenzione. Il lungo periodo di abbandono, come testimonia la storia del castello, insieme a cause naturali come il sisma e le intemperie, e la mancata manutenzione da parte dell'uomo, ha determinato diffusi dissesti statici e un pessimo stato di conservazione del fabbricato.

Analisi e interventi sulle alterazioni

Per la definizione, descrizione e rappresentazione grafica delle patologie presenti si è fatto riferimento alle “Raccomandazioni NORMAL-1/88. Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico”, CNR-ICR, 1990, Roma.

D1



Alveolizzazione pietra

Formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e con distribuzione uniforme.

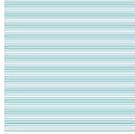
Cause

- composizione chimica
- cristallizzaz. sali solubili
- cicli di gelo e disgelo
- azioni eoliche
- infiltrazioni di acqua
- umidità

Interventi

Pulitura a secco mediante penelli a setole morbide e aspiratori a bassa pressione; estrazione dei sali solubili mediante impachi di polpa di carta e acqua deionizzata; protezione tramite resine acril-siliconiche.

D2



Colaticcio

Patologia causata per effetto del ruscellamento delle acque meteoriche. I colaticci hanno generalmente andamento verticale.

Cause

- dilavamento idrico del supporto
- morfologia propria del manufatto

Interventi

Pulitura mediante apparecchi aereoabrasivi a bassa pressione, stesura di consolidamento protettivo per preservare la parte dall'azione meteorica.

D3



Crosta nera

Strato superficiale formatosi per solfatazione del carbonato di calcio. Può distaccarsi dal substrato che si presenta disgregato.

Cause

- composizione chimica mineralogica del materiale
- inquinam. ambientale
- presenza di pellicola d'acqua in superficie

Interventi

Pulitura mediante apparecchi aereoabrasivi a bassa pressione; stesura di consolidamento-protettivo al fine di preservare la parte dall'azione delle acque meteoriche.

D4



Degradaz. differenziale

Riguarda l'eterogeneità di composizione o struttura del materiale da evidenziarne spesso gli originali motivi tessiturali o strutturali.

Cause

- azione meccanica e/o chimica dovuta agli agenti atmosferici
- inquinam. atmosferico
- infiltrazioni d'acqua

Interventi

Eventuale fermatura di scaglie; pulitura a secco tramite impiego di spazzole, spugne e aspiratori a bassa pressione per rimuovere i depositi di polvere; stesura a spruzzo di consolidante riaggregante organico.

D5



Disgregazione

Stadio avanzato di decoesione caratterizzato da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.

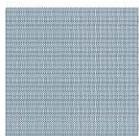
Cause

- dilatazione termica
- cicli gelo-disgelo

Interventi

Eventuale fermatura di scaglie; pulitura a secco tramite impiego di spazzole, spugne e aspiratori a bassa pressione per rimuovere i depositi di polvere; stesura a spruzzo di consolidante riaggregante organico.

D6



Efflorescenza

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento sulla superficie del manufatto.

Cause

- composizione chimica mineralogica materiale
- accesso di acqua
- cristallizzazione dei sali solubili

Interventi

Spazzolatura; estrazione dei sali solubili mediante cicli di impacchi assorbenti di acqua distillata, lavaggio con acqua deionizzata e leggera spazzolatura; estrazione dei sali solubili mediante due cicli di impacco.

D7



Erosione

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa.

Cause

- azioni eoliche
- infiltrazioni di acqua
- scarsa compattezza dello strato superficiale
- inquinam. atmosferico

Interventi

Cauta rimozione di porzioni instabili; pulitura a secco tramite moderati getti di aria compressa a bassa pressione; applicazione, previa bagnatura, di rappezzature con malta compatibile per natura, grana e colore.

D8



Erosione dei giunti

Asportazione del materiale dalla superficie dovuta ad azioni meccaniche di particelle solide trasportate dal vento.

Cause

- infiltrazioni di acqua
- migrazioni di umidità
- cicli di gelo e disgelo
- agenti atmosferici
- inquinam. atmosferico
- scarsa manutenzione

Interventi

Pulitura a secco con di spazzole e aspiratori a bassa pressione; valutare i tipi e la qualità delle malte; risarcitura puntuale leggermente rientrante e inclinata dei giunti con uso di spatola con malta di calce simile all'originale.

D9



Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati sub-paralleli tra loro.

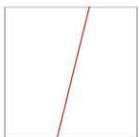
Cause

- oscillazioni termiche
- composizione materiale
- infiltrazioni di acqua e umidità del supporto
- cristallizzazione dei sali solubili

Interventi

Fissaggio delle sfoglie sconnesse con fermature a base di calce naturale applicato in modo puntuale, pulitura a secco con pennelli setole morbide e aspiratori a bassa pressione; stesura di consolidante-riaggregante.

D10



Fratturazione

Si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

Cause

- composizione chimica
- proprietà fisico-mecc.
- infiltrazioni d'acqua
- oscillazione termica
- cicli gelo-disgelo
- inquinam. atmosferico

Interventi

Fermature nei punti di distacco con resine epossidiche in pasta; a copertura dei ponti di resina si eseguiranno stuccature con malte sintetiche costituite da elastomeri fluorurati.

D11



Graffiti

Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati più interni o del supporto.

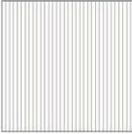
Cause

- mancata manutenzione
- decoesione legante
- infiltrazioni d'acqua
- dilavamento
- cicli gelo-disgelo
- cristallizzazione dei sali

Interventi

Pulitura; ristilatura dei giunti di malta erosi con stucco a base di calce idraulica naturale; rappezzo con malta a base di calce idraulica naturale e terre naturali con cromia dell'intonaco circostante.

D12



Lacuna

Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati più interni o del supporto.

Cause

- mancata manutenzione
- decoesione legante
- infiltrazioni d'acqua
- dilavamento
- cicli gelo-disgelo
- cristallizzazione dei sali

Interventi

Pulitura; ristilatura dei giunti di malta erosi con stucco a base di calce idraulica naturale; rappezzo con malta a base di calce idraulica naturale e terre naturali con cromia dell'intonaco circostante.

D13



Mancanza

Caduta e perdita di parti.

Cause

- mancata manutenzione
- decoesione materiale
- infiltrazioni d'acqua
- dilavamento
- presenza di fessurazioni o lesioni strutturali

Interventi

Cauta rimozione degli elementi instabili e decoesi; pulitura a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; ricostruzione con elementi similari allettati con malta di calce idraulica e sabbia di fiume.

D14



Patina

Modificazione naturale della superficie non collegabile a fenomeni di degrado e percepibile come una variazione del colore originario.

Cause

- caratteristiche materiche
- migrazioni di umidità
- cicli di gelo e disgelo
- agenti atmosferici

Interventi

Pulitura meccanica a secco con l'ausilio di spazzole e getti di aria compressa a bassa pressione, stesura di consolidamento protettivo per preservare la parte dall'azione meteorica.

D15



Patina biologica

Attacco riscontrabile in modo macroscopico da parte di micro organismi di colore e forma variabili.

Cause

- struttura dei vuoti
- accesso di acqua
- sufficienti fonti luminose
- umidità relativam. alta
- presenza di materie organiche nel substrato

Interventi

Applicazione di biocidi specifici, asportazione meccanica con spazzole, idrolavaggio a pressione moderata, trattamento finale preventivo mediante vaporizzazione a bassa concentrazione di biocida.

D16



Polverizzazione

Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea del materiale sotto forma di polvere o granuli.

Cause

- composizione chimica
- infiltrazioni d'acqua
- agenti atmosferici
- cristallizzazione dei sali
- inquinam. atmosferico

Interventi

Pulitura a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; integrazione dell'elemento mediante grassello di calce e polvere di coccio pesto di colore simile ai mattoni da integrare.

D17



Presenza di vegetazione

Innesca di vegetazione nel paramento che innesca altri fenomeni di degrado quali fessurazioni, disgregazioni.

Cause

- accumuli di umidità
- attacco di organismi autotrofi
- presenza di cavità dove vanno a depositarsi spore e semi

Interventi

Applicazione di biocidi specifici per la specie infestante; asportazione meccanica con spazzole sintetiche; idrolavaggio a pressione moderata; trattamento finale a bassa concentrazione biocida.

D18



Rappezzo incongruo

Oggetti diversi dai materiali originali, ma aderenti ad essi come perni, chiodi o staffe di ferro, materiale e residui di altri restauri.

Cause

- azioni antropiche

Intervento

Cauta rimozione dell'intervento.

D19



Scagliatura

Distacco di scaglie o frammenti spesso in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario.

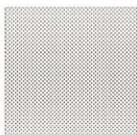
Cause

- proprietà fisico-mecc.
- oscillazioni termiche
- cristallizzazione dei sali
- infiltrazioni d'acqua
- cicli gelo-disgelo
- fattori climatici

Interventi

Fissaggio delle scaglie sconnesse o distaccate mediante fermature eseguite con impasti a base di calce naturale; consolidamento delle strato corticale tramite stesura a spruzzo di idoneo consolidante organico.

D20



Sub-efflorescenza

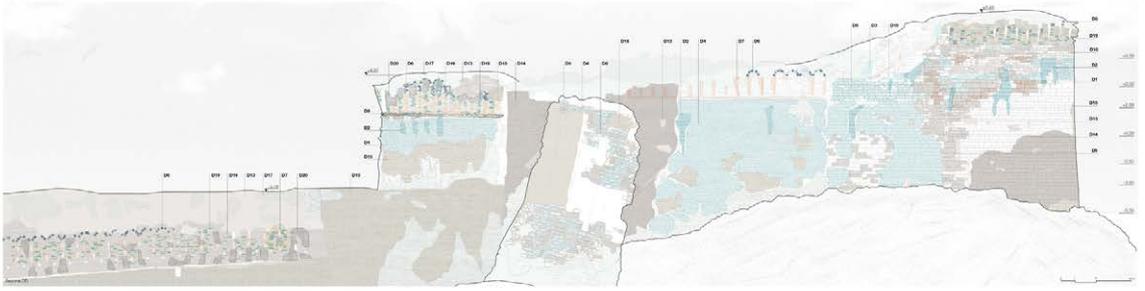
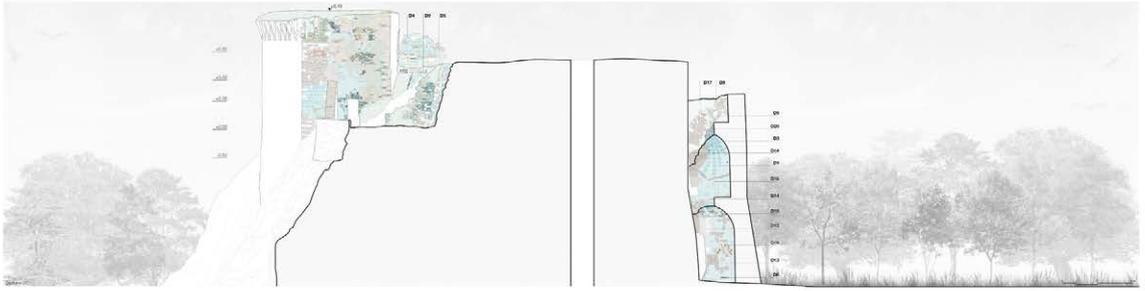
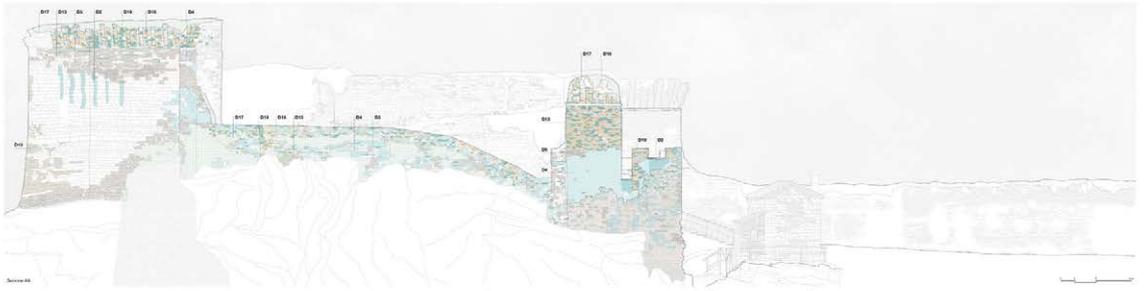
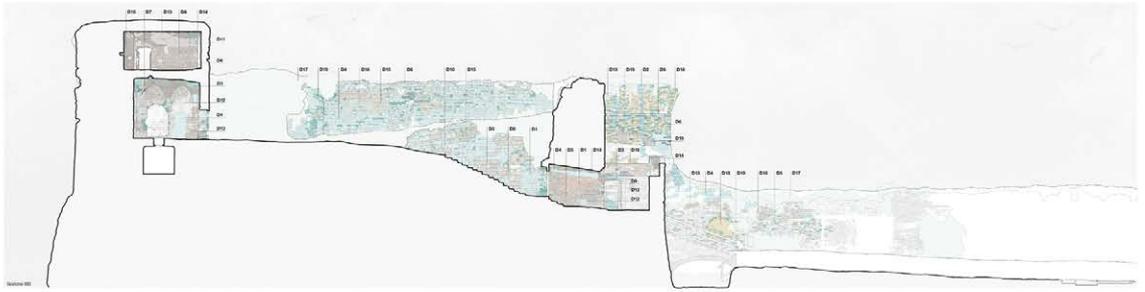
Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento sulla superficie del manufatto.

Cause

- composizione chimica mineralogica materiale
- accesso di acqua
- cristallizzazione dei sali solubili

Interventi

Spazzolatura; estrazione dei sali solubili mediante cicli di impacchi assorbenti di acqua distillata, lavaggio con acqua deionizzata e leggera spazzolatura, estrazione dei sali solubili mediante due cicli di impacco.



6. PROGETTO

6.1 Premessa

“La grande lotta tra la volontà dello spirito e la necessità della natura, tra l'anima che tende verso l'alto e la pesantezza che tende verso il basso, perviene alla sua effettiva pacificazione, raggiunge l'esatta parità soltanto nell'architettura, unica fra tutte le arti. Nella poesia, nella pittura, nella musica il materiale deve servire il pensiero artistico facendo tacere le sue proprie leggi, di modo che quest'ultimo, una volta compiuta l'opera, ha assorbito in sé la materia, l'ha resa per così dire invisibile. Persino nella scultura, il pezzo di marmo tangibile non è l'opera d'arte: quel che la pietra e il bronzo le conferiscono di particolare non è altro che un mezzo espressivo dell'intuizione psichica creatrice. L'architettura invece, impiegando e distribuendo la pesantezza e la resistenza della materia secondo un piano che è possibile solo nell'anima, fa sì che la materia stessa operi con la sua natura immediata, anche se all'interno di questo piano, in certo modo portandolo a compimento con le sue proprie forze. È questa la più sublime vittoria dello spirito sulla natura: la stessa cosa accade quando ci proponiamo di guidare un uomo alla realizzazione del nostro volere senza sopraffare la sua volontà, ma facendo in modo che egli esegua il nostro piano seguendo le proprie leggi.

Questo equilibrio tutto speciale tra materia meccanica, pesante, la materia che resiste passivamente alla pressione, e la spiritualità formatrice, tesa verso l'alto, si frantuma però nel momento in cui l'edificio va in rovina. Tutto ciò non significa altro che le forze puramente naturali cominciano a trionfare sull'opera dell'uomo. Questa alterazione si risolve in una tragedia cosmica che, per il nostro sentire, riveste le rovine di un'ombra di malinconia: ora infatti, la rovina appare come la vendetta della natura per la violenza che le ha fatto lo spirito per averla conformata a sua immagine e somiglianza. [...]

Nel momento in cui la rovina dell'edificio distrugge la compatta armonia della forma, natura e spirito si presentano di nuovo separati e rivelano la loro originaria inimicizia che si riscontra in tutto l'universo: è come se la formazione artistica fosse stata soltanto un atto di violenza dello spirito

cui la pietra si è sottomessa contro voglia, è come se la pietra si liberasse poco alla volta di questo giogo e lo respingesse nell'autonoma legalità delle sue forze.”

Quello appena citato è uno stralcio reperito dal saggio *sulle rovine*, apparso nella raccolta di studi *Philosophische Kultur*, scritto da Georg Simmel all'inizio del secolo scorso e che, considerato alla luce del progetto di restauro che riguarda la rocca di Castrocaro, appare particolarmente pertinente.

L'intero complesso della rocca si presenta come un testo vergato su una pagina in parte chiara e leggibile, in parte in pessimo stato di conservazione tanto che le “parole” si confondono con lo sporco e l'intrico dei rampicanti e il “testo” si fa incomprensibile. In questo modo diviene terribilmente faticoso tentare di ricostruirne il significato, coglierne una prospettiva unitaria e una situazione potenzialmente felice si trasforma in un rompicapo fatto di parole mancanti e significati nascosti.

Dunque, l'intento principale del progetto è teso al recupero di un'unità perduta, di una trama smarrita, di una prospettiva parzialmente occultata. La volontà è quella di legare nuovamente le parti di un discorso interrotto restituendo alla comunità di Castrocaro (e non solo) un brano fondamentale della sua storia.

Ciò che oggi si è perso è proprio il legame tra “spirito e natura” di cui si accennava in precedenza citando Simmel, o, in altri termini, si è perso il legame tra uomo e natura (il che costituisce un argomento di grande attualità). In questo caso particolare poi, si è persa quella simbiosi costitutiva della rocca come manufatto, ovvero la stretta corrispondenza tra paesaggio e architettura che si fondevano insieme come se l'una fosse il “naturale” prolungamento dell'altra. Il recupero, non solo del manufatto, ma dell'armonia che in passato legava la fortezza con il proprio territorio costituisce l'imperativo che guida le scelte di progetto. La rocca di Castrocaro rappresenta per la propria comunità un elemento

fortemente identitario nonostante il suo stato di conservazione; in virtù di questo, ad oggi, non sembra sprigionare lo stesso potenziale attrattivo di un tempo. Per questo motivo diventa necessario inserire il castello in un circuito entro il quale possa proporsi come monumento fruibile, e insieme, diventare l'anello di giunzione tra due ambiti attigui: il centro abitato e il grande polmone verde che orla la fortezza.

A livello funzionale, la rocca potrà essere in grado di ospitare manifestazioni culturali ed eventi di vario genere come mostre temporanee per cui saranno recuperate le sale interne del mastio, o possibili allestimenti all'interno delle varie corti verdi che offrono suggestivi scorci sul paesaggio circostante.

Allo stesso modo anche la sistema vegetale e le aree boschive adiacenti il castello si inseriranno in un sistema già consolidato di parchi attrezzati e aree escursionistiche di uso pubblico. In particolare il bosco che cinge il castello sarà l'elemento chiave di collegamento al vicino parco termale e al sentiero escursionistico che conduce ai colli soprastanti.

Il progetto dovrà prevedere anche il potenziamento dell'attuale museo della fortezza al fine di offrire un'importante attrattiva culturale e inserirsi come completamento al turismo termale, cercando quindi di ampliare il ventaglio delle offerte dedicate a chi decide di trascorrere il proprio tempo libero in questa località.

La fortezza dovrà essere in grado di divenire perno tra centro abitato, area del turismo termale ed il contesto naturalistico.

Affinché tutto questo sia possibile sarà necessario, oltre ai tempestivi interventi di conservazione della materia storica e di consolidamento delle strutture, proporre strategie di riqualificazione e valorizzazione del paesaggio.

Come accennato in precedenza, uno dei principali obiettivi del progetto di restauro e valorizzazione della rocca di Castrocaro consiste nel recuperare gli elementi la cui leggibilità risulta alterata, in modo da

consentire al visitatore una fruizione più agevole. Quello che si cerca di ristabilire è il filo logico del discorso che oggi risulta interrotto e facilitare la comprensione di un manufatto che porta con sé numerose testimonianze del passato che ancora oggi sono capaci di suggestionare il nostro immaginario.

Affinché sia possibile raggiungere questo traguardo si rende necessario l'utilizzo di alcuni dispositivi architettonici atti a legare i vari ambiti del castello nello stesso modo in cui la trama di un discorso lega i nessi di una frase per restituirne il significato generale. Da qui l'idea di conferire unità al progetto tramite una serie di percorsi, realizzati per lo più in pietra d'Istria, che siano in grado di suggerire i rapporti tra gli spazi e gli elementi di maggior rilievo.

Il percorso è l'elemento generatore del progetto, il dito che indica la via da intraprendere, il filo conduttore che lega i vari elementi della fortezza, anche se il cammino che suggerisce non è sempre continuo.

Dalla corte d'ingresso, cui si giunge oltrepassando due grandi portali in pietra e una lunga galleria, il percorso si sviluppa in modo lineare fino alla prima rampa di scale che connettono il primo livello alla piazza d'armi. Altre rampe collegano la piazza d'armi al sagrato e quest'ultimo al girone, facendo del percorso un elemento in continua ascesa che a ogni quota successiva regala una vista sempre più spettacolare del paesaggio circostante.

Nelle aree interne al girone, dove si preferisce privilegiare la presenza del manto vegetale a dispetto delle aree pavimentate, il percorso si smaterializza per riprendere poco oltre, dove un elemento ben distinto invita a continuare il tragitto. In questo modo si cerca di rendere più personale e significativa l'esperienza che si fa della fortezza, lasciando che sia il fruitore a scoprire, poco a poco, gli elementi che la compongono.

6.2 Il Filo rosso

L'obiettivo principale del restauro e della valorizzazione della fortezza di Castrocaro consiste nel conservare, tutelare e trasmettere i valori dell'opera architettonica mediante interventi di recupero degli elementi la cui leggibilità risulta alterata. Il progetto di restauro è contraddistinto da un elevato grado di complessità conseguente alla natura storica del manufatto e alla frammentarietà degli elementi componenti il fortilizio. Quello che si tenta di restituire è un'adeguata intelligibilità storica della fortezza e delle sue numerose testimonianze del passato: una sorta di filo logico di un discorso interrotto.

La raccolta di informazioni emerse da dall'analisi storica, materica, costruttiva e diagnostica è servita a soddisfare l'imprescindibile esigenza di comprensione del manufatto, che può essere intesa come premessa propedeutica ad ogni decisione progettuale cosciente.

In seguito all'acquisizione dei dati, durante una prima fase di ricerca, sono stati delineati gli obiettivi principali del progetto che, a partire dall'eliminazione delle superfetazioni e dal consolidamento delle strutture giungono alla riqualificazione del sistema vegetale e alla definizione di un valido piano museologico di visita. L'obiettivo conservativo, in questo caso particolare, non viene perseguito soltanto mediante la pura conservazione di ogni elemento individuato, ma ha luogo anche tramite l'eliminazione e la demolizione di tutti quegli elementi superflui che alterano una corretta comprensione dell'edificio. Sono state dunque rimosse le aggiunte e le ricostruzioni ritenute inadeguate e incoerenti con la materia storica. In particolare le nuove strutture, i recenti sistemi di risalita e le ultime pavimentazioni realizzate, introdotti durante i restauri degli anni duemila, non solo contribuiscono, per soluzioni e materiali, ad alterare il valore storico e artistico del castello,

ma ne compromettono una corretta leggibilità ed un'adeguata fruizione degli spazi. Tuttavia, attraverso operazioni di conservazione, consolidamento e, dove necessario, di demolizione, si è cercato di "apparecchiare" la rocca affinché potesse ospitare una funzione compatibile e rispettosa della natura della fabbrica e che, al contempo, ne garantisse la vita e la conservazione nel tempo. La funzione museale è per cui orientata alla riqualificazione della fortezza e alla fruizione degli spazi recuperati come luoghi di esposizione in grado di ospitare manifestazioni ed eventi culturali. Affinché sia possibile raggiungere questo traguardo è necessario conferire unità al progetto, legando gli ambiti frammentati del castello mediante dispositivi architettonici quali percorsi di visita e pedane pavimentate di sosta in prossimità dei manufatti di maggior rilievo. Il percorso si presenta quindi come elemento generatore del progetto, il filo rosso conduttore che lega i vari elementi della fortezza. Dalla corte di ingresso, cui si giunge oltrepassando due grandi portali in pietra e una lunga galleria, il percorso si sviluppa in modo lineare fino alla prima rampa di scale che connette il primo livello alla piazza d'armi. Altre rampe collegano la piazza d'armi al sagrato e quest'ultimo al girone, facendo del percorso un elemento in continua ascesa che ad ogni quota successiva regala una vista sempre più spettacolare del paesaggio circostante.

6.3 Elementi progettuali

L'obiettivo che ha orientato le scelte di progetto è costituito principalmente dalla volontà di restituire unità ed identità alla fortezza di Castrocaro. Seguendo la linea del minimo intervento, si è cercato di integrare i nuovi interventi con l'esistente in un connubio che rendesse possibile soddisfare le istanze primarie del manufatto e che allo stesso tempo rappresentasse un valido piano museologico che ne facilitasse la lettura. Affinché fosse possibile rendere più agile la fruibilità del castello in tutte le sue parti e garantire un adeguato collegamento con il vicino centro storico, l'intervento propone la ridefinizione del parcheggio e dei percorsi che introducono all'interno delle sue mura. In particolare si è deciso di riconfigurare l'area di sosta per le auto seguendo i dislivelli del terreno e mitigando l'impatto della pavimentazione con la semina di tappezzanti da mezz'ombra e la piantumazione di nuove alberature. Il nuovo percorso di accesso, che insiste sulle tracce di quello esistente, si compone di una pavimentazione in lastre di pietra d'Istria, mentre i sentieri che attraversano le fasce boscate sono caratterizzati da un manto in ghiaia.

Per potenziare la componente del museo, che occupa i locali già restaurati, si è deciso di realizzare una biglietteria ricavandola da uno spazio utilizzato come rimessa per gli attrezzi del custode, prospiciente l'ingresso alla mostra. Il nuovo ambiente presenta una volumetria leggermente maggiore rispetto al vano attuale, andando a recuperare l'antico spazio occupato da un'abitazione del borgo della piazza d'armi. Nuove murature in calcestruzzo armato di contenimento del terreno sono state affiancate a due paramenti murari storici in sasso spungone, chiaramente visibili all'interno. Al fine di mantenere libere le pareti per eventuali esposizioni o illustrazioni, si è deciso di riunire in un corpo centrale i principali servizi quali la biglietteria, un piccolo bookshop, un bagno e un locale magazzino. La pavimentazione si compone di un getto di cemento rasato in opera con giunti di dilatazione in ferro che ne determinano il disegno delle campiture. Allo stesso modo gli infissi sono caratterizzati da sezioni sottili in ferro così come accade per gli

ambienti chiusi del mastio, che presentano una analoga geometria. Nel medesimo livello della corte d'ingresso, riprogettando la scala che conduce alla piazza d'armi, si sono resi accessibili gli ambienti voltati delle antiche cisterne tramite una minima rimozione di materia storica al fine di consentire l'apertura di un varco per raggiungerne la quota interna. L'ingresso alle cisterne, limitato ad un certo numero di visitatori e chiuso da un cancello in ferro, avviene tramite una piccola scala in pietra ed è protetto da una pensilina in calcestruzzo.

Le differenti quote su cui si articolano le corti della fortezza, con i relativi fabbricati, sono connesse attraverso scale, rampe e passerelle che si dissolvono in prossimità delle grandi radure e riprendono in adiacenza degli edifici, lasciando al visitatore l'opportunità di compiere la propria personale esperienza del castello.

Gli elementi di risalita, così come i percorsi di visita, si compongono di lastre in pietra d'Istria bocciardate poggiate su uno strato di malta di allettamento e sono fiancheggiati da setti in calcestruzzo armato di spessore pari a 15 cm e altezza variabile. Inoltre la pavimentazione delle passerelle e delle pedane in prossimità dei manufatti è scandita da moduli di varia misura con passo di 1, 1.5 e 2 metri.

Il percorso sviluppato in maniera lineare semplice e, esso stesso, filo conduttore tra gli elementi della fortezza, si compone di scale e rampe differenti per modalità costruttive ma simili per concezione. In particolare sono state delineate tre diverse tipologie di elementi di risalita che si adeguano alle caratteristiche conformative del sito. In primo luogo, posizionate in prossimità dell'ingresso e in adiacenza al mastio, sono state inserite nuove scale con pedata in pietra poggiata su una struttura in calcestruzzo armato e racchiusa da due setti anch'essi in cemento, che nel caso particolare del mastio, fungono da contenimento del terreno. Proseguendo verso la piazza d'armi, in direzione del sagrato, si incontra una rampa gradonata affiancata ad una più antica via di accesso al girone, assumendone per cui le stesse caratteristiche conformative. Le finiture utilizzate per la rampa sono le medesime dei nuovi elementi

progettati; essa stessa è fiancheggiata da una setto a gradoni in calcestruzzo di limitazione e contenimento del terreno.

Infine, per raggiungere l'ingresso al primo girone, è stata necessaria la progettazione di una nuova scala di accesso sorretta da cosciali in ferro composti da due profili a C accoppiati su cui poggiano i gradini in pietra.

Al fine di garantire una corretta lettura dei manufatti e del sito nel suo complesso, sono stati installati alcuni totem informativi lungo il percorso.

6.4 Consolidamento

Gli interventi di restauro e consolidamento delle parti che compongono il manufatto rispecchiano i principi enunciati dalla Carta Italiana del Restauro del 1972. Nei dodici articoli si definiscono gli oggetti interessati da azioni di salvaguardia e restauro e si precisa sin da subito la distinzione tra il termine “salvaguardia” e quello di “restauro”. Per “salvaguardia” infatti, si intende l’insieme di interventi conservativi attuabili direttamente sull’opera, mentre con il termine “restauro” si indica “qualsiasi intervento volto a mantenere in efficienza, a facilitare la lettura e a trasmettere al futuro le opere oggetto di tutela”. (Dalla Carta Italiana del Restauro del 1972). Più particolarmente le linee guida degli interventi proposti nel caso oggetto di studio osservano i seguenti principi: integrazioni riconoscibili attraverso materiali simili ma non uguali; interventi di consolidamento che mantengono inalterato l’aspetto originario del manufatto rispettandone cromie e materiali; mantenimento e miglioramento delle condizioni ambientali in cui si trova il manufatto; rimovibilità degli interventi senza danneggiare la struttura.

Di seguito si analizzano gli interventi da farsi nei vari elementi che costituiscono la Rocca sulla base delle considerazioni espresse nel capitolo 5 “Analisi dello stato di conservazione”.

Il Mastio

Le patologie che interessano il mastio sono in linea generale l'erosione superficiale dei giunti di malta, la presenza di vegetazione infestante, la fessurazione, il danneggiamento delle creste murarie e la mancanza di elementi lapidei a chiusura delle buche puntaie. Al termine del capitolo si allega la sezione costruttiva del Mastio contenente tutti gli interventi di consolidamento¹.

Interventi di ristilatura dei giunti di malta. I giunti di malta sono erosi a causa della continua esposizione agli agenti atmosferici e della mancata manutenzione. Si interviene rimuovendo la malta erosa in eccesso e successivamente si pulisce la superficie con acqua deionizzata e spazzole a setole morbide. Successivamente si ristilano i giunti utilizzando una malta compatibile con quella esistente per composizione e colore prestando attenzione a distinguere il nuovo intervento dall'esistente e a procedere con una messa in opera sottosquadro.

Interventi sulla vegetazione infestante. Per quanto concerne la vegetazione infestante allo stato arbustivo ed erbaceo si interviene con un trattamento diserbante eseguito o per iniezione di agente biocida nell'apparato radicale o per irrorazione puntuale tramite irroratore a stantuffo (in tal caso va protetto il paramento murario). La tipologia di iniezione e il livello di concentrazione della sostanza attiva vanno verificati a mezzo campionatura e con l'ausilio di una figura esperta. Successivamente si procede con il lavaggio delle superfici con acqua deionizzata a pressione moderata così da rimuovere i residui dell'agente diserbante e le strutture vegetali disseccate. Si continua con la pulitura a secco tramite l'impiego di spazzole a setole morbide, spugne ed aspiratori a bassa pressione al fine di rimuovere i depositi pulverulenti. In conclusione si prevede un trattamento finale di vaporizzazione a bassa concentrazione di biocida per prevenire la crescita di vegetazione e attacchi di microrganismi autotrofi.

¹ vedi figura 1 pag.144

Interventi sulle lesioni. Gli interventi da eseguire sulle fessurazioni per flessione e taglio della muratura consistono in un accurato controllo delle stilature e rimozione delle malte decoese; pulitura delle superfici mediante spazzolatura con spazzole di ottone per la rimozione di velatura di sporcizia, nerofumo ecc, seguiti da abbondante risciacquo; estrazioni di elementi smossi e preparazione della sede per la collocazione di spinotti in acciaio disposti orizzontalmente alla muratura in numero sufficiente e di dimensioni idonee a garantire la tenuta della tessitura muraria; ricollocazione degli elementi e ripristino del paramento con l'utilizzo di materiale simile per cromia e dimensione a quello originario e malte idrauliche; chiusura delle fessurazioni mediante integrazione degli elementi con malta di grassello di calce priva di sali adeguata al tono originario; stilatura sottolivello delle fughe con malta costituita da calce priva di sali. Per quanto riguarda invece le lesioni per discontinuità materico costruttiva si prevederà un accurato controllo delle stilature e rimozione delle malte decoese; pulitura delle superfici mediante spazzolatura con spazzole di ottone per la rimozione di velatura di sporcizia, nerofumo ecc, seguiti da abbondante risciacquo; ripristino delle porzioni di paramento con malte idrauliche; chiusura delle fessurazioni con malta di grassello di calce adeguata al tono originario; stilatura sottolivello delle fughe con malta costituita da calce priva di sali.

Protezione delle buche pontate. La protezione delle buche pontate nasce dall'esigenza di evitare la formazione di nidi di uccelli o di depositi di materiale al loro interno. Si predispongono quindi una rete metallica a maglie strette fissata alle pareti interne o in alternativa si dispone un concio di pietra in maniera trasversale all'interno dell'apertura.

Interventi di consolidamento del Mastio

Consolidamento dei paramenti murari. Le murature del Mastio versano in discrete condizioni statiche e necessitano quindi di interventi di consolidamento. Al fine di contenere le spinte delle volte che costituiscono la copertura di entrambi i livelli o ed evitare quindi fenomeni di ribaltamento si è ipotizzato un sistema di cerchiatura con cavi in acciaio all'interno dei giunti di malta. Questa tecnica prevede la pulizia preliminare della superficie e la stesura di uno strato di 3 millimetri di malta fibrorinforzata all'interno dei giunti al fine di livellarne la superficie. Successivamente si fissano con dei morsetti le spire in acciaio inox dello spessore di 1 mm inserite all'interno dei giunti secondo l'orizzontalità dei filari. Infine si stende uno strato di malta di calce sottosquadro per ottenere un risultato estetico meno impattante².

Consolidamento delle volte. Le volte che costituiscono la copertura del piano terra e del primo piano del mastio versano ad oggi in condizioni pericolanti tanto da necessitare di sistemi di puntellamento provvisori. Proprio per la mancata messa in sicurezza della struttura non è possibile rendere visitabili tali ambienti ai turisti. Per ovviare al problema si è studiato un sistema di consolidamento basato sul rinforzo estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta di calce idraulica naturale. Si procede con la pulizia preliminare della superficie estradossale sino alla messa a nudo degli elementi strutturali e successivamente si pone in opera un fissativo consolidante corticale. In seguito alla stesura di un primo strato di geomalta di circa 3-5 mm si procede con la posa in opera del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e quando la malta è ancora fresca si stende un secondo strato di geomalta al di sopra del tessuto. Infine si bloccano le estremità delle fasce in fibra di acciaio inserendole all'interno di fori precedentemente realizzati, e si fissano con iniezioni di geomalta in calce naturale a bassa pressione³.

Protezione delle creste murarie. Eliminata la vegetazione infestante che sovrasta le creste murarie ed asportato il terreno in superficie, si realizza

² vedi figura 3.3 pag.143

³ vedi figura 3.4 pag.143

un intervento di protezione costituito dalla stuccatura dei conci di pietra che costituiscono l'elemento con malta di calce addizionata con cocchiopesto per conferire una natura elastica all'impasto. Tale strato serve per integrare eventuali lacune e livellare il piano sul quale successivamente si stende una guaina impermeabilizzante per evitare infiltrazioni. Infine si stende uno strato a schiena d'asino alto 5-8 cm costituito da malta di calce idraulica addizionata con prodotti antiritiro per ovviare al problema delle cretture da ritiro e gelività dovute all'infiltrazione di acqua all'interno della muratura⁴.

⁴ vedi figura 3.2 pag.143

La torre poligonale o Bastione fiorentino

La quattrocentesca torre poligonale si presenta ad oggi in pessimo stato di conservazione a causa del prolungato abbandono, della mancata manutenzione e soprattutto del sisma che nel 1861 ne ha causato il parziale crollo e torsione su se stessa. La cattiva conservazione superficiale della muratura è dettata inoltre dal suo orientamento. Infatti l'esposizione a nord unitamente all'umidità e all'ombreggiamento portato dall'abbondante vegetazione antistante ha comportato una forte proliferazione di licheni, patine biologiche e piante infestanti che deturpano l'immagine del manufatto. Altri fattori di deterioramento che interessano la muratura sono l'esposizione perenne agli agenti atmosferici e l'azione disgregatrice delle radici delle piante che inserendosi nella muratura causano la caduta di parti del materiale lapideo. Questo fenomeno è particolarmente diffuso in sommità, dove la vegetazione ha causato il danneggiamento delle creste murarie. Le alterazioni maggiormente diffuse sull'intero paramento murario della torre sono l'erosione dei giunti di malta, la presenza di patina biologica, la presenza di vegetazione infestante, sub-efflorescenza, e crosta nera. Al termine del capitolo si allega la sezione costruttiva della torre poligonale contenente gli interventi di consolidamento⁵.

Interventi di ristilatura dei giunti di malta e interventi sulla mancanza. Per la ristilatura dei giunti di malta ormai erosi si seguono le stesse procedure sopracitate per il consolidamento dei giunti di malta nel mastio prestando attenzione ai punti di lacuna nei quali si è scelto di non ricostruire la porzione mancante ma di consolidarne il bordo. Si interviene dunque con la pulitura mediante l'impiego di spazzole a setole morbide e con risarcitura puntuale sottosquadro.

Interventi sulla vegetazione infestante e patina biologica. Gli interventi da effettuarsi per il debellamento delle specie infestanti seguono gli stessi procedimenti elencati precedentemente per la pulizia del mastio dalle specie arbustive ed erabcee.

⁵ vedi figura 2 pag.145

Per quanto riguarda l'asportazione della patina biologica invece si eseguono le operazioni di lavaggio con acqua deionizzata a pressione moderata e pulitura con spazzole a setole morbide. Successivamente si rimuovono i residui pulverulenti con aspiratori a bassa pressione e infine si procede ad una pulitura delle parti più coese attraverso impacchi assorbenti.

Interventi di rimozione della sub-efflorescenza e della crosta nera.

Per la pulizia del paramento murario interessato dalla presenza della sub-efflorescenza si procede preliminarmente con la spazzolatura con pennelli a setole morbide e successivamente si estraggono i sali mediante impacchi assorbenti di acqua distillata. Si continua con il lavaggio con acqua deionizzata a bassa pressione e una ulteriore spazzolatura finale. La crosta nera invece, causata sia dalla composizione chimica-mineralogica del materiale che dalla presenza di una pellicola di acqua in superficie determinata dalla colatura delle piante soprastanti, viene eliminata mediante una pulitura con apparecchi aeroabrasivi a bassa pressione e la stesura di un consolidante protettivo al fine di preservare la parte dall'azione delle acque meteoriche.

Interventi di consolidamento della torre poligonale

Protezione delle creste murarie. La cresta muraria della torre presenta pietre non più legate al paramento ed è ricoperta da vegetazione infestante. Viene trattata inizialmente con la pulizia dalle specie infestanti come descritto nel paragrafo sopra e successivamente si interviene sulla muratura con una pulitura a secco mediante l'impiego di spazzole a setole morbide, spugne e aspiratori a bassa pressione e successivamente vengono rimosse le pietre non più legate alla cartella muraria o in pericolo di distacco e/o crollo. L'intervento di protezione segue le stesse procedure descritte precedentemente per il consolidamento delle creste murarie del Mastio. Consiste nella stuccatura dei vari elementi con malta di calce per garantire un pareggiamento del livello sul quale verrà successivamente stesa una guaina impermeabilizzante al fine di evitare infiltrazioni e preservare la muratura storica sottostante. Infine si procede con la messa in opera del bauletto a "schiena d'asino" mediante la stesura di uno strato di 5-8 cm al di sopra della guaina della malta di calce idraulica addizionata con prodotti antiritiro⁶.

Consolidamento mediante cerchiatura metallica. La stabilità strutturale della torre è seriamente compromessa a causa delle sollecitazioni sismiche che ne hanno provocato un distacco dal paramento murario portante della fortezza e una torsione. Per mettere in sicurezza l'elemento e garantire la sua conservazione si ipotizza un sistema di cerchiatura basata su profili metallici e capochiave di ancoraggio al fine di limitare o impedire l'ulteriore deformazione e rottura della torre.

Per il consolidamento si procede dapprima con la pulitura superficiale della cartella muraria con acqua deionizzata a bassa pressione e spazzole a setole morbide. Successivamente si predispongono i fori lungo ciò che rimane del solaio originale sul quale andrà ad ancorarsi la cerchiatura. Prima di fissare l'elemento metallico si stende uno strato di malta di calce per livellare la superficie irregolare della muratura e garantire una migliore adesione tra cerchiatura e paramento murario. Successivamente mediante teste bullonate internamente e capochiave inclinati esternamente

⁶ vedi figura 3.2 pag.143

si fissa la cerchiatura alla muratura⁷.

⁷ vedi figura 3.1 pag.143

La cinta muraria

Le murature della cinta muraria su cui si è rilevato lo stato di conservazione sono quelle sul lato nord sia internamente che esternamente e sul lato sud. Nel complesso le alterazioni che riguardano le superfici murarie analizzate sono la patina biologica, la presenza di vegetazione infestante, il colaticcio, la disgregazione, l'erosione dei giunti di malta e la fratturazione. Il danneggiamento delle creste murarie si estende lungo tutto il prospetto nord ed è stato causato non solo dalla mancata protezione ma anche dalla continua esposizione all'azione abrasiva degli agenti atmosferici.

Interventi di rimozione della patina biologica e della vegetazione infestante. Il trattamento della struttura vegetale a crescita spontanea e della patina biologica risponde agli stessi procedimenti individuati e descritti nel paragrafo precedente.

Interventi di rimozione del colaticcio. A causa del ruscellamento delle acque meteoriche il paramento nord è particolarmente interessato da questa problematica. Si notano infatti lungo la parte alta della cortina a ridosso delle merlature colature verticali di colore scuro. L'intervento di pulitura prevede l'uso di apparecchi aeroabrasivi a bassa pressione e successivamente la stesura di un consolidante protettivo per preservare la zona interessata dall'azione meteorica.

Interventi di ristilatura dei giunti di malta. Per la ristilatura dei giunti di malta ormai erosi si seguono le stesse procedure sopracitate per il consolidamento dei giunti di malta del mastio e della torre poligonale.

Interventi sulle lesioni. Gli interventi da eseguire sulle fessurazioni per flessione e taglio della muratura consistono in un accurato controllo delle stilature e rimozione delle malte decoese; pulitura delle superfici mediante spazzolatura con spazzole di ottone per la rimozione di velatura di sporcizia, nerofumo ecc, seguiti da abbondante risciacquo; estrazioni di

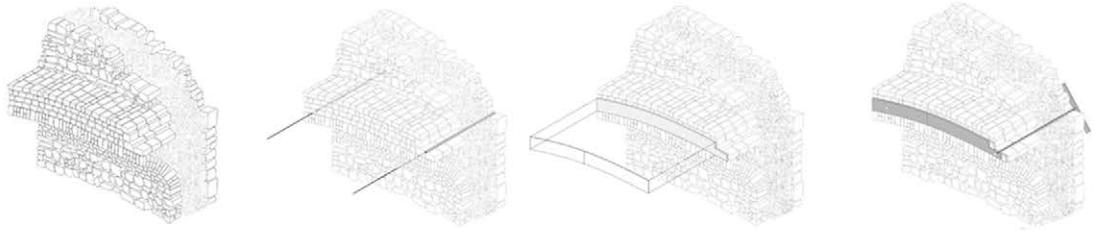
elementi smossi e preparazione della sede per la collocazione di spinotti in acciaio disposti orizzontalmente alla muratura in numero sufficiente e di dimensioni idonee a garantire la tenuta della tessitura muraria; ricollocazione degli elementi e ripristino del paramento con l'utilizzo di materiale simile per cromia e dimensione a quello originario e malte idrauliche; chiusura delle fessurazioni mediante integrazione degli elementi con malta di grassello di calce priva di sali adeguata al tono originario; stilatura sottolivello delle fughe con malta costituita da calce priva di sali. Per quanto riguarda invece le lesioni per discontinuità materico costruttiva si prevederà un accurato controllo delle stilature e rimozione delle malte decoese; pulitura delle superfici mediante spazzolatura con spazzole di ottone per la rimozione di velatura di sporczia, nerofumo ecc, seguiti da abbondante risciacquo; ripristino delle porzioni di paramento con malte idrauliche; chiusura delle fessurazioni con malta di grassello di calce adeguata al tono originario; stilatura sottolivello delle fughe con malta costituita da calce priva di sali.

Interventi di consolidamento della cinta muraria

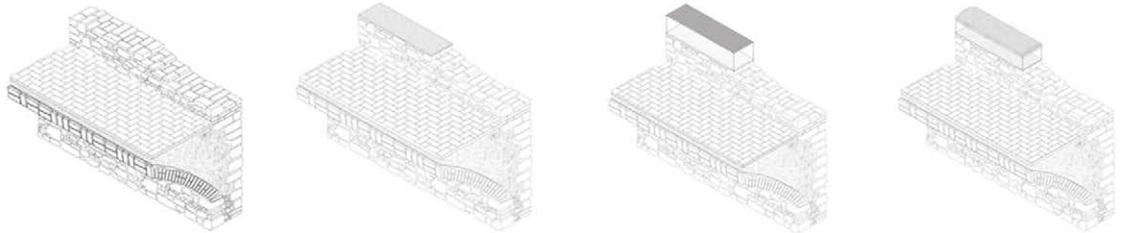
Protezione delle creste murarie. Anche per le creste murarie si seguono le stesse procedure elencate in precedenza. Il bauletto contribuisce a migliorare la qualità estetica del prospetto e al tempo stesso contribuisce a preservare e conservare la materia storica⁸.

⁸ vedi figura 3.2 pag.143

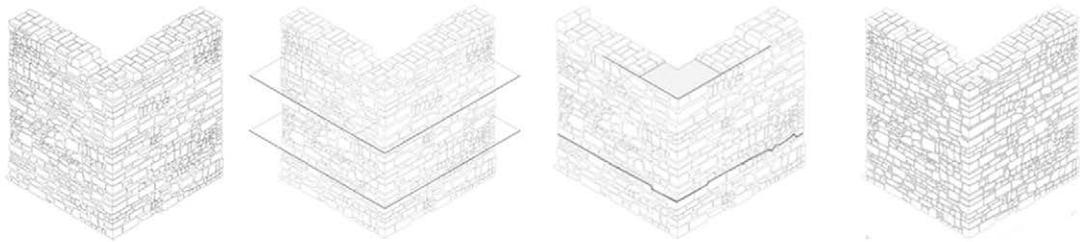
1. Consolidamento mediante cerchiatura metallica



2. Protezione delle creste murarie tramite bauletto



3. Consolidamento mediante cavi in acciaio



4. Consolidamento volte attraverso fasce in fibra di acciaio

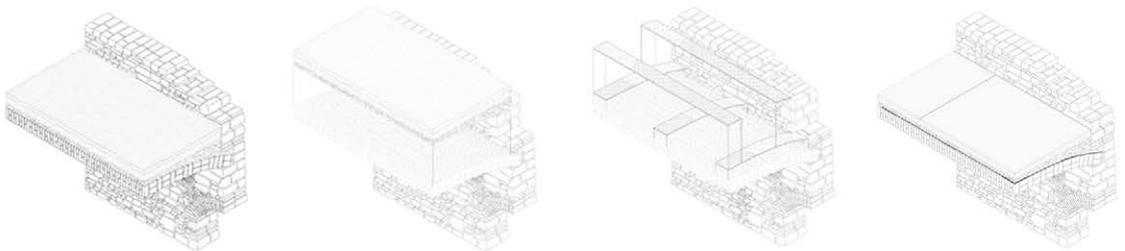


Figura 3

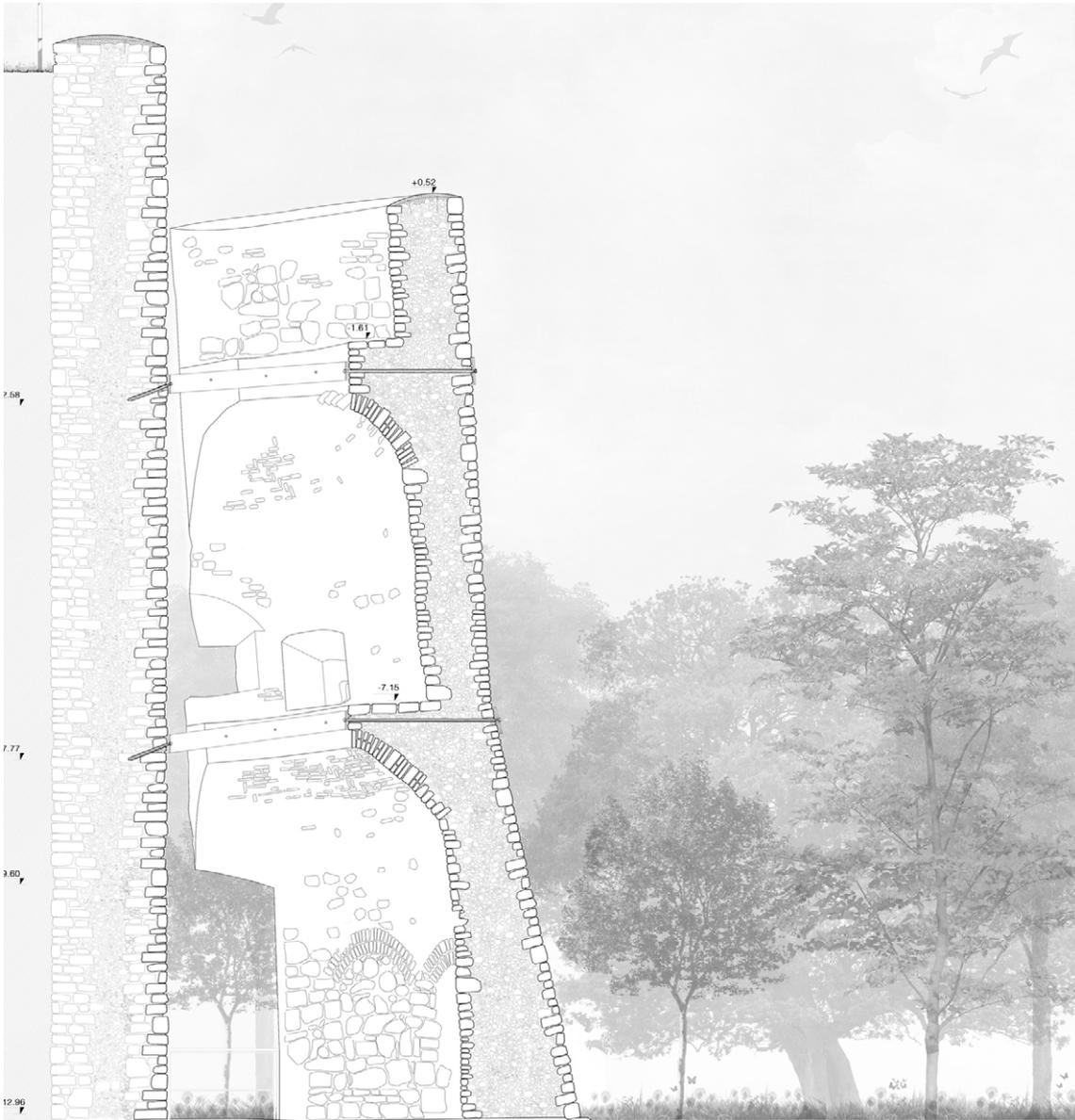


Figura 1



Figura 2

6.5 Interventi sul sistema vegetale

Gli interventi sulle strutture vegetali sono stati determinati sulla base di alcuni fattori, quali: la localizzazione rispetto al manufatto; il valore paesaggistico e la compatibilità o meno con il luogo ospitante e con le altre specie vegetali presenti. Le operazioni proposte hanno perseguito due obiettivi. Se infatti da un lato si è cercato di salvaguardare la conservazione dei manufatti ripulendoli dalle infestanti, dall'altro si è cercato di mantenere inalterata l'immagine paesaggistica del sito potenziandone l'aspetto. I principali interventi programmati sono la manutenzione straordinaria, il ridimensionamento delle chiome, l'eliminazione meccanica o manuale degli apparati radicali ed infine l'eliminazione delle specie ammalorate tramite cercinatura e taglio.

Manutenzione straordinaria

La manutenzione straordinaria prevede operazioni di potatura ed eliminazione delle specie arboree ed arbustive infestanti e il risanamento del sito sostituendo i tappeti erbosi incolti con tappezzanti ecologicamente compatibili.

Per quanto riguarda la rigenerazione delle grandi porzioni di sottobosco esistente, l'intervento prevede la rimozione dello strato dei prodotti vegetali depositati sul suolo che impediscono il passaggio dell'acqua e dei sali minerali nel sottosuolo e successivamente la semina delle nuove tappezzanti da mezz'ombra⁹. I criteri adoperati per la scelta delle nuove specie sono stati la varietà, una fioritura ricca nel tempo e l'infoltimento delle aree più diradate. Le specie scelte sono:

Sedum acre (*borracina acre*). Una piccola pianta carnosa dall'aspetto erbaceo, perenne e sempreverde. Possiede numerosi fusti alti al massimo 10 cm ed essendo disposti l'uno vicino all'altro formano un tappeto verde quando manca il fiore e giallo invece nel periodo di infiorescenza. In virtù delle sue qualità e della sua adattabilità al contesto in cui viene

⁹ vedi figura 5 pag.153

inserita, è stata disposta alle pendici della parte meridionale del castello.

Sedum spurium (*borracina*). Pianta rustica dalle dimensioni non molto grandi, infatti non raggiunge quasi mai i 50 cm di altezza. Tende a formare dei cespugli dal colore che vira dal rosso al rosa scuro. Le sue foglie sono piccole, ricoperte da una pellicola cerosa e hanno spesso un intenso profumo. Predilige la luce diretta del sole e preferibilmente terreni rocciosi. Grazie a queste sue proprietà è stata disposta nella zona d'ingresso al castello, a ridosso del percorso di accesso.

Thymus serpyllum (*timo selvatico*). Adatta a ricoprire terreni luminosi ha portamento strisciante ed un'altezza che varia dai 2 cm ai 10 cm. Il colore dei fiori è normalmente rosato, talvolta può essere anche biancastro o porporino. Si adatta facilmente a tutti terreni purché privi di ristagno idrico, pertanto è stata piantata all'interno delle tracce murarie all'interno della piazza d'armi al fine di ricostruire l'ingombro delle antiche costruzioni, e nel fossato che separa il girone dalla grande corte.

Helleborus niger (*rosa di natale*). Pianta erbacea perenne dai grandi fiori bianchi che fiorisce a fine inverno - inizio primavera. E' caratterizzata da grandi foglie palmate di colore verde scuro. Durante i mesi tardo invernali produce fiori singoli o a grappoli molto grandi dai colori che virano dal bianco al porpora. Cresce in zone semi ombreggiate e umide ma risulta per lo più tollerante ad una ampia gamma di suoli e condizioni. Si è pensato di seminare tale specie nella zona occupata dal parcheggio per sfruttare non solo le sue qualità morfologiche ma anche estetiche.

Maonia Aquifolium (*maonia*). Un arbusto di media grandezza che raggiunge i 15-20 cm di altezza. In marzo-aprile all'apice dei fusti sbocciano piccoli fiori di colore giallo oro mentre durante la primavera la pianta produce piccole bacche scure. Ben si adatta a condizioni climatiche difficili anche se l'habitat ideale sarebbe in zone semi

ombreggiate. Per questa ragione si è prevista la sua locazione lungo le pendici della parte nord della rocca. In questo modo si definisce l'area sottostante il castello conferendole un carattere rustico.

Persicaria (*persicaria*). Pianta erbacea perenne e dalla tipica infiorescenza a spiga. Presenta foglie verdi lucide e fiori rosa da metà estate fino ad autunno inoltrato. Cresce per un'altezza massima di 20 cm. I fiori sono generalmente di colore rosso e bianco. Grazie al suo aspetto colorato e alla sua adattabilità a qualsiasi tipo di terreno si è ipotizzato di seminarla nella zona boschiva adiacente all'ingresso al castello.

Vinca minor (*vinca*). Pianta erbacea da mezz'ombra con altezza massima di 10-30 cm che si estende per lunghe porzioni del manto erboso. I fiori si presentano di colore azzurro-violetto chiamato blu pervinca. Fiorisce a partire dalla primavera e prosegue per tutta l'estate. Richiede luce e aria in tutte le stagioni. Per questo motivo si è scelto di piantarla lungo il percorso storico che costeggia le pendici della parte sud del castello.

Queste semine ben si adeguano al contesto e alle temperature presenti nel sito. Essendo piante rustiche non necessitano di particolari attenzioni ma semplicemente di essere esposte alla luce e di essere innaffiate con moderazione. Inoltre non richiedono potatura ma vengono semplicemente eliminate le parti che con il tempo si seccano per evitare che diventino veicolo di malattie parassitarie.

Intervento di ridimensionamento delle chiome

Per le specie arboree a ridosso del fortilizio si prevede un intervento di potatura e ridimensionamento delle fronde garantendo un comportamento arbustivo migliore e conferendo un aspetto al paesaggio più pulito e ordinato.

Eliminazione manuale o meccanica degli apparati radicali

L'intervento di eliminazione dell'apparato radicale va applicato sulle specie infestanti. Spesso queste si trovano non solo all'interno dei manti erbosi ma anche sulle murature. Le principali specie infestanti che interessano le cortine murarie sono: l'*Hedera Helix*, il *Robus ulmifolius*, l' *Ailanthus altissima*, la *Robinia pseudoacacia* e la *Capparis spinosa*¹⁰. Per ciascuna di esse si prevedono interventi specifici.

Sugli esemplari di edera e rovo comune si interviene con una preventiva potatura di rimonda delle frange striscianti e la successiva iniezione di un agente biocida alla radice. Accertata la totale essiccazione degli apparati radicali, si procede con la rimozione della specie circa 20-30 giorni dopo l'iniezione. Infine si esegue il lavaggio della superficie con acqua a pressione moderata così da asportare eventuali tracce residue di biocida.

Per quanto riguarda l'aliante e la robinia si procede con la cercinatura. Tale metodologia di eliminazione della specie prevede l'asportazione di un anello di alburno dall'albero per impedire alla linfa di raggiungere la chioma. In questo modo si blocca la crescita della pianta che l'anno successivo verrà tagliata. Grazie a questo intervento l'arbusto può essere eliminato pur lasciando le radici interrato senza compromettere le strutture murarie. Tale operazione non si applica sugli esemplari adulti di robinia poiché essi rivestono un valore paesaggistico elevato nella configurazione estetica del rudere.

Da ultimo sulle piante di capperò si procede con l'iniezione puntuale di biocida alla radice e una volta essiccata ed asportata manualmente, viene lavata la superficie mediante acqua a pressione moderata per eliminare eventuali tracce rimanenti dell'agente biocida.

Eliminazione delle specie ammalorate mediante cercinatura o taglio

Questa operazione è da effettuarsi esclusivamente sulle specie arboree in pessimo stato fisio-sanitario o non compatibili. A seconda della loro

¹⁰ vedi figura 4 pag.152

localizzazione si opererà per la cercinatura, nel caso compromettessero la stabilità strutturale del manufatto, o il taglio, nei casi in cui non costituiscano pericolo. Tali specie già identificate nel capitolo 3 paragrafo 3.5 pag. 68 saranno sostituite con nuove strutture vegetali. In linea generale la piantumazione delle nuove specie risponde ad esigenze di riconfigurazione dell'aspetto del paesaggio, di ricucitura dei margini tra le zone boschive e quelle rurali, di infoltimento nelle zone diradate e di potenziamento dei coni visivi che guardano alla rocca. In particolare le nuove strutture vegetali¹¹ selezionate sono:

Acer campestre (*acero campestre*). Albero a crescita lenta con longevità superiore a 100 anni che può innalzarsi fino a 15-18 m con chioma compatta e tondeggiante. Il fusto è ramificato e può raggiungere il diametro di 1 m. La fioritura avviene contemporaneamente all'emissione delle foglie nei mesi di aprile e maggio.

Aesculus hippocastanum (*ippocastano*). Albero noto per la capacità di creare una zona d'ombra molto grande e fitta. Raggiunge e supera i 25 m di altezza e la chioma regolare e molto densa può raggiungere i 10-12 m di diametro. I fiori biancastri con macchie rosa o giallastre alla base sono riuniti in grandi infiorescenze erette di forma piramidale, molto appariscenti e lunghi anche 30 cm. Il periodo di fioritura è generalmente tra aprile e maggio.

Albizia julibrissin (*acacia rosa*). Albero di medie dimensioni dalla chioma verde scuro e soggetto a fessurazioni con il passare del tempo. La grande chioma ad ombrello si colora di fiori rosa e profumati durante la stagione estiva fino al mese di agosto.

Carpinus betulus (*carpino bianco*). Albero molto longevo che raggiunge altezza media di 15-25 m. I fiori compaiono assieme alle foglie nel mese di aprile-maggio.

Celtis australis (*bagolaro*). Albero caduco molto longevo dal tronco dritto

¹¹ vedi figura 4 pag.152

e ramificato. La chioma si presenta folta e tondeggiante. In primavera produce inflorescenze biancastre.

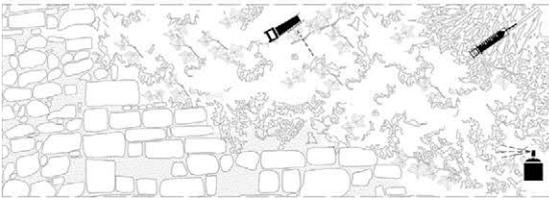
Corylus avellana (*nocciolo*). Arbusto di grandi dimensioni che raggiunge facilmente i 5-7 m di altezza. Ha portamento cespuglioso, infatti le ramificazioni partono dalla base della pianta e si sviluppano in forma libera. Essendo una specie rustica resiste ai climi freddi. La potatura annuale favorisce il mantenimento e l'equilibrata salute della pianta.

Quercus petraea (*rovere*). Pianta longeva che può raggiungere i 40 m di altezza. Ha portamento maestoso e chioma ampia e fitta, dalla forma globosa e regolare. Presenta un fusto molto robusto e fiori di colore giallognolo e rosso.

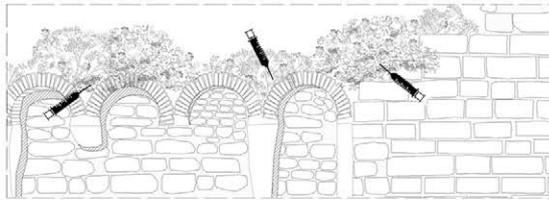
Sambucus nigra (*sambuco*). Arbusto dal tronco molto ramificato che può innalzarsi fino a 10 m. I piccoli fiori sono riuniti in inflorescenze peduncolate e sono molto profumati. L'infiorescenza avviene generalmente tra aprile e giugno e i fiori dal colore biancastro vengono raccolti per le loro proprietà officinali. E' una pianta con grande adattabilità sia al terreno che alle condizioni climatiche e richiede una minima manutenzione annuale.

Tutte queste specie vegetali hanno in comune non solo la loro facile adattabilità al luogo in cui vengono inserite, ma grazie alla loro conformazione e al loro aspetto contribuiscono ad aumentare il valore paesaggistico del rudere senza danneggiarlo. Inoltre la manutenzione di cui necessitano è esclusivamente straordinaria. Dunque lo scopo non è quello di mantenere nel tempo il livello di vegetazione ma di programmare interventi mirati alla sopravvivenza della pianta. Queste operazioni consistono nella potatura di rimonda delle chiome e interventi di tipo chimico come l'utilizzo dei concimi o dei fitoregolatori. Infine non richiedono un'irrigazione costante e ben si prestano a vivere negli ambienti a carattere boschivo come quello del caso oggetto di tesi.

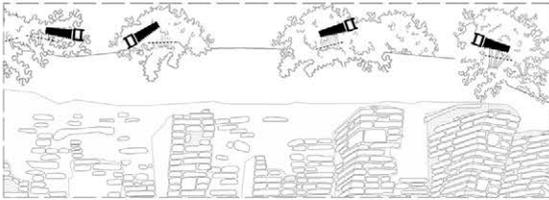
Infestazione di *Hedera helix*



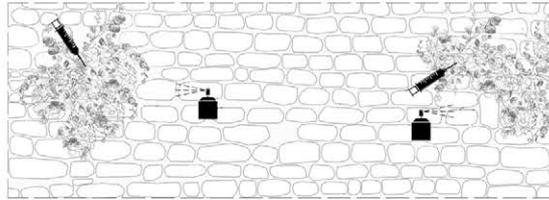
Infestazione di *Robus ulmifolius*



Infestazione di *Ailanthus altissima*



Infestazione di *Capparis spinosa*



Infestazione di *Robinia pseudoacacia*

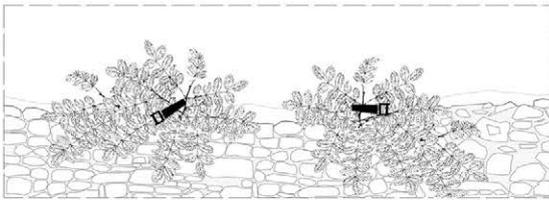


Figura 4

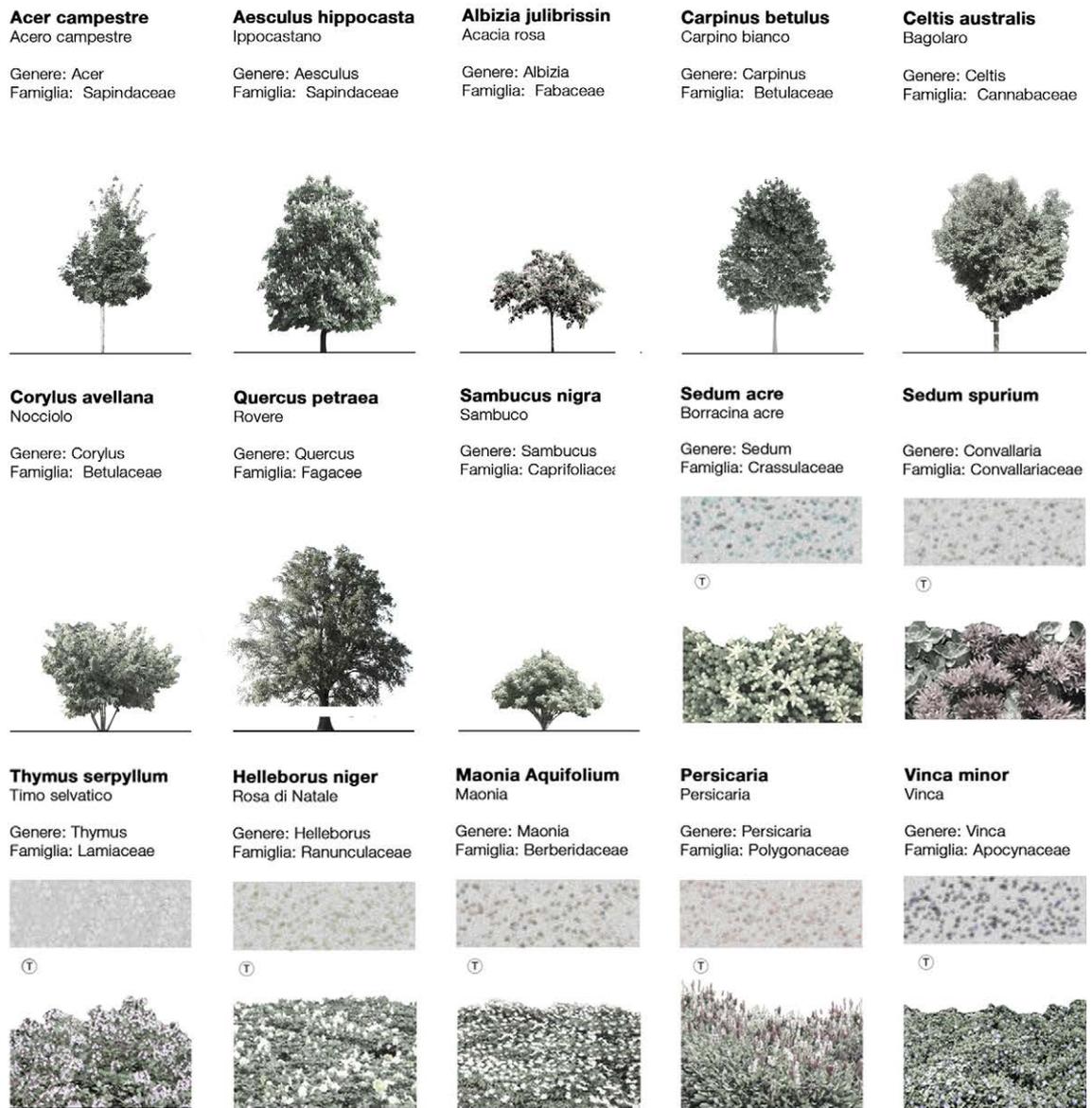


Figura 5

ALLEGATI

Allegato 1

Il calcolo del moltiplicatore orizzontale dei carichi si ottiene mediante il rapporto tra i momenti stabilizzanti e quelli ribaltanti che agiscono sulla parete, dunque:

$$\alpha_0 = M_s/M_r = (P_i x_i + N_i x_i)/(P_i y_i + N_i y_i)$$

α_0 moltiplicatore orizzontale dei carichi

P_i peso proprio della parete applicata nel suo baricentro

N_i carichi verticali portati dalle pareti (solai e copertura)

x_i braccio della forza rispetto alla cerniera lungo l'asse x

y_i braccio della forza rispetto alla cerniera lungo l'asse y

2. Definizione della *massa partecipante al cinematismo* (M^*) attraverso un sistema equivalente ad un grado di libertà con le seguenti caratteristiche:

$$M^* = (\sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta x_i + N_i \delta x_i)^2 / (g(\sum P_i (\delta x_i)^2 + N_i (\delta x_i)^2))$$

M^* massa partecipante al cinematismo

$n+m$ numero delle forze peso P_i e dei carichi dei solai N_i

δx_i spostamento virtuale orizzontale del punto di applicazione dell' i -esimo peso

g accelerazione di gravità

3. In seguito viene definita la *frazione di massa partecipante della struttura* e^* :

$$e^* = (gM^*)/(\sum P_i)$$

4. Infine si calcola l'accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo a_0^* :

$$a_0^* = (\alpha_0 g)/(e^* F_0)$$

a_0^* accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo
 α_0 moltiplicatore orizzontale dei carichi
 F_c fattore di confidenza

5. Verifica di sicurezza allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).
Nel caso preso in esame la verifica riguarderà soltanto elementi della
costruzione appoggiati a terra, per cui la verifica sarà soddisfatta se:

$$a_0^* \geq a$$

a accelerazione di picco della domanda sismica

$$a = a_{g(Pvr)} S/q$$

a_g accelerazione massima del sito

S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle
condizioni topografiche

q fattore di struttura

Allegato 2

I caratteri del moto sismico sul sito di riferimento sono descritti dalle seguenti grandezze¹:

a_g accelerazione massima del sito

F_0 valore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri sono definite in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno T_r espresso in anni.

Tali valori sono stati definiti in base alla collocazione geografica della fortezza, dunque:

$$a_g = 0,25g \quad F_0 = 2,65 \quad T_c = 0,4186 \text{ s} \quad T_r = 475 \text{ anni}$$

Il castello di Castocaro secondo la normativa tecnica NTC 2008, 2.4.1, Tabella 2.4.1 e il CM 2009, C2.4.1 rientra in “opere ordinarie, ponti, infrastrutturali, dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” per la quale è prevista una $V_n \geq 50$ anni. Il Coefficiente d’uso viene definito in base alla classe d’uso del manufatto. Il castello oggetto della nostra verifica si inserisce nella classe II “costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti” a cui viene associato un coefficiente d’uso C_u pari a 1². E’ perciò possibile definire la *Vita di riferimento*³ dell’edificio V_r :

$$V_r = V_n C_u = 50 * 1 = 50 \text{ anni}$$

Altro aspetto importante da considerare è il livello di conoscenza del manufatto che può essere ottenuto grazie a differenti gradi di approfondimento ottenuti dall’accuratezza dei rilievi e delle indagini storiche⁴. In relazione al livello di conoscenza stabilito è possibile calcolare il *Fattore di confidenza* F_c che permette di valutare l’attendibilità del modello di analisi. In seguito alle analisi effettuate e ai rilievi eseguiti si può individuare il Livello di conoscenza⁵ che sarà pari a LV1 con

¹ NTC 2008, 3.2; CM 2209, C3.28

² NTC 2008, 2.4.2; CM 2009, C2.4.2

³ NTC 2008, 2.4.3; CM 2009, C2.4.3; LG2011, 2.4

⁴ LG 2011, p.18

⁵ CM 2009, Tabella C8A.1.1

corrispettivo livello fattore di confidenza $F_c = 1,35$. Inoltre sulla base dell'analisi della consistenza del fabbricato storico è possibile associare alla tipologia di muratura considerata un peso specifico medio w . Questo parametro considera le condizioni delle murature storiche che in alcuni casi presentano malte con caratteristiche scadenti, giunti non particolarmente sottili e non sempre allineati. Il peso specifico medio della muratura $w=2,3 \text{ t/m}^3$.

Allegato 3

In seguito all'analisi della consistenza della fortezza si è eseguita l'analisi dei carichi che prevede l'individuazione dei solai gravanti sulle murature. In particolare sono presenti due solai: S01, solaio di piano voltato a botte con unghie in laterizio, e S02, solaio di copertura voltato a botte in muratura. Per ogni orizzontamento si sono definiti i carichi permanenti e variabili combinati secondo la seguente relazione¹:

$$q = G + \sum(\psi_j Q_{kj})$$

q [t/m²] combinazione dei carichi agenti

G [t/m²] carichi permanenti²

Q [t/m²] carichi variabili³

ψ_j [t/m²] coefficiente di combinazione dei carichi variabili⁴

Poiché il castello rientra nella categoria di edificio C "Ambienti suscettibili di affollamento"⁵ si assume un valore di ψ pari a 0,7 e un valore di Q corrispondente ai carichi variabili per il solaio e la copertura pari a 0,5 t/m².

¹ NTC 2008, 2.5 e 3.2.4; CM 2209, C3

² NTC 2008, 3.1.3.1; Tabella 3.1.I

³ NTC 2008, 3.1.4; Tabella 3.1.II e 3.4

⁴ NTC 2008, 2.5; Tabella 2.5.1

⁵ NTC 2008, 2.5 e Tabella 2.5.1

Allegato 4

Applicazione dell'analisi cinematica

Parete A

Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta1}} = 30 \text{ [m}^2\text{]}$$

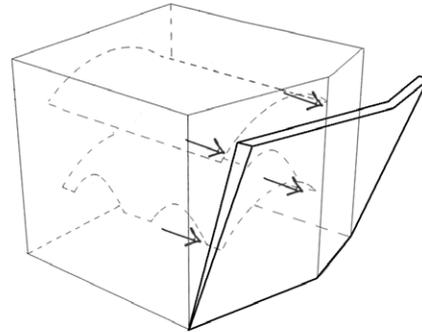
$$A_{\text{netta2}} = 13 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 0,8 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$h_2 = 3 \text{ [m]}$$



Si calcolano il peso proprio della parete:

$$P_1 = A_{\text{netta1}} \cdot b \cdot w = 55,20 \text{ [t]}$$

$$P_2 = A_{\text{netta2}} \cdot b \cdot w = 23,92 \text{ [t]}$$

Si determinano i carichi dei solai:

$$N_1(S01) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,37 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$N_2(S02) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,07 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione dei risultati ottenuti per la loro area di influenza:

$$N_1(S01) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 9,44 \text{ [m}^2\text{]} = 16,24 \text{ [t]}$$

$$N_2(S02) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 38,98 \text{ [m}^2\text{]} = 55,35 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s / M_r = (P_i x_i + N_i x_i) / (P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x,y .

$$d = b - b/3 = 0,8 - (0,8/3) = 0,53 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 0,8/2 = 0,4 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 0,53 \text{ [m]}$$

$$y_{P1} = h_1/2 = 4,9/2 = 2,45 \text{ [m]}$$

$$y_{P2} = h_1 + h_2/2 = 4,9 + 3/2 = 6,4 \text{ [m]}$$

$$y_{N1} = h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$y_{N2} = h_1 + h_2 = 4,9 + 3 = 7,9 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P_1 \cdot x_p) + (P_2 \cdot x_p) + (N_1 \cdot x_N) + (N_2 \cdot x_N)] / [(P_1 \cdot y_{P1}) + (P_2 \cdot y_{P2}) + (N_1 \cdot y_{N1}) + (N_2 \cdot y_{N2})] = \\ &= ((55,20 \cdot 0,4) + (23,92 \cdot 0,4) + (16,24 \cdot 0,53) + (55,35 \cdot 0,53)) / ((55,20 \cdot 2,45) + \\ &\quad + (23,92 \cdot 6,4) + (16,24 \cdot 4,9) + (55,35 \cdot 7,9)) = 0,09 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{P1} = 0,25 \quad \delta_{P2} = 0,50 \quad \delta_{N1} = 0,75 \quad \delta_{N2} = 1$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= (P_1 \cdot \delta_{P1}) + (P_2 \cdot \delta_{P2}) + (N_1 \cdot \delta_{N1}) + (N_2 \cdot \delta_{N2})^2 / (9,81 [(P_1 \cdot \delta_{P1}^2) + (P_2 \cdot \delta_{P2}^2) + (N_1 \cdot \delta_{N1}^2) + (N_2 \cdot \delta_{N2}^2)]) = \\ &= ((55,20 \cdot 0,25) + (23,92 \cdot 0,5) + (16,24 \cdot 0,75) + (55,35 \cdot 1))^2 / (9,81 \cdot ((55,20 \cdot 0,06) + \\ &\quad + (23,92 \cdot 0,25) + (16,24 \cdot 0,56) + (55,20 \cdot 1))) = 12 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P_i) = (g \cdot M^*) / (P_1 + P_2 + N_1 + N_2) = 0,78$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,09 \cdot 9,81) / (0,78 \cdot 1,35) = 0,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$0,81 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete A è verificata.

Allegato 5

Parete B

Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta1}} = 67,4 \text{ [m}^2\text{]}$$

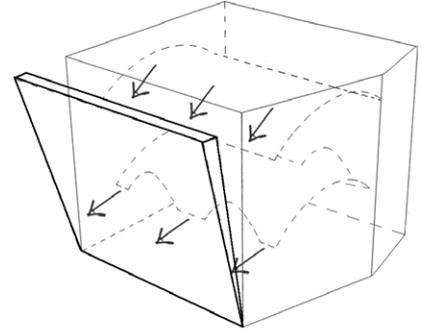
$$A_{\text{netta2}} = 34 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 3,1 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$h_2 = 3 \text{ [m]}$$



Si calcola il peso proprio della parete:

$$P_1 = A_{\text{netta1}} \cdot b \cdot w = 480,56 \text{ [t]}$$

$$P_2 = A_{\text{netta2}} \cdot b \cdot w = 242,42 \text{ [t]}$$

Si determinano i carichi dei solai:

$$N_1(S01) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,37 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$N_2(S02) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,07 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione dei risultati ottenuti per la loro area di influenza:

$$N_1(S01) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 9,54 \text{ [m}^2\text{]} = 16,41 \text{ [t]}$$

$$N_2(S02) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 42,86 \text{ [m}^2\text{]} = 60,86 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s / M_r = (P_i x_i + N_i x_i) / (P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x, y .

$$d = b - b/3 = 3,1 - (3,1/3) = 2,07 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 3,1/2 = 1,55 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 2,07 \text{ [m]}$$

$$y_{P1} = h_1/2 = 4,9/2 = 2,45 \text{ [m]}$$

$$y_{P2} = h_1 + h_2/2 = 4,9 + 3/2 = 6,4 \text{ [m]}$$

$$y_{N1} = h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$y_{N2} = h_1 + h_2 = 4,9 + 3 = 7,9 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P_1 \cdot x_p) + (P_2 \cdot x_p) + (N_1 \cdot x_N) + (N_2 \cdot x_N)] / [(P_1 \cdot y_{P1}) + (P_2 \cdot y_{P2}) + (N_1 \cdot y_{N1}) + (N_2 \cdot y_{N2})] = \\ &= ((480,56 \cdot 1,55) + (242,42 \cdot 1,55) + (16,41 \cdot 2,07) + (60,86 \cdot 2,07)) / ((480,56 \cdot 2,45) + \\ &\quad + (242,42 \cdot 6,4) + (16,41 \cdot 4,9) + (60,86 \cdot 7,9)) = 0,39 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{P1} = 0,25 \quad \delta_{P2} = 0,50 \quad \delta_{N1} = 0,75 \quad \delta_{N2} = 1$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= (P_1 \cdot \delta_{P1}) + (P_2 \cdot \delta_{P2}) + (N_1 \cdot \delta_{N1}) + (N_2 \cdot \delta_{N2})^2 / (9,81 [(P_1 \cdot \delta_{P1}^2) + (P_2 \cdot \delta_{P2}^2) + (N_1 \cdot \delta_{N1}^2) + (N_2 \cdot \delta_{N2}^2)] = \\ &= ((480,56 \cdot 0,25) + (242,42 \cdot 0,5) + (16,41 \cdot 0,75) + (60,86 \cdot 1)) / (9,81 \cdot ((480,56 \cdot 0,06) + \\ &\quad + (242,42 \cdot 0,25) + (16,41 \cdot 0,56) + (60,86 \cdot 1))) = 62,74 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P_i) = (g \cdot M^*) / (P_1 + P_2 + N_1 + N_2) = 0,77$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,39 \cdot 9,81) / 0,77 \cdot 1,35 = 3,68 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$3,68 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete B è verificata.

Allegato 6

Parete C

Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta1}} = 19,56 \text{ [m}^2\text{]}$$

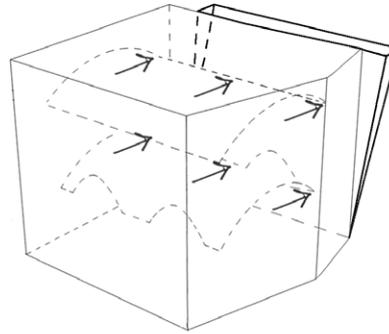
$$A_{\text{netta2}} = 14,6 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 1,12 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$h_2 = 3 \text{ [m]}$$



Si calcola il peso proprio della parete:

$$P_1 = A_{\text{netta1}} \cdot b \cdot w = 50,39 \text{ [t]}$$

$$P_2 = A_{\text{netta2}} \cdot b \cdot w = 37,61 \text{ [t]}$$

Si determinano i carichi dei solai:

$$N_1(S01) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,37 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$N_2(S02) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,07 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione dei risultati ottenuti per la loro area di influenza:

$$N_1(S01) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 10,04 \text{ [m}^2\text{]} = 17,27 \text{ [t]}$$

$$N_2(S02) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 40,73 \text{ [m}^2\text{]} = 57,84 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s / M_r = (P_i x_i + N_i x_i) / (P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x, y .

$$d = b - b/3 = 1,12 - (1,12/3) = 0,75 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 1,12/2 = 0,56 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 0,75 \text{ [m]}$$

$$y_{P1} = h_1/2 = 4,9/2 = 2,45 \text{ [m]}$$

$$y_{P2} = h_1 + h_2/2 = 4,9 + 3/2 = 6,4 \text{ [m]}$$

$$y_{N1} = h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$y_{N2} = h_1 + h_2 = 4,9 + 3 = 7,9 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P_1 \cdot x_p) + (P_2 \cdot x_p) + (N_1 \cdot x_N) + (N_2 \cdot x_N)] / [(P_1 \cdot y_{P1}) + (P_2 \cdot y_{P2}) + (N_1 \cdot y_{N1}) + (N_2 \cdot y_{N2})] = \\ &= ((50,39 \cdot 0,56) + (37,61 \cdot 0,56) + (17,27 \cdot 0,75) + (57,84 \cdot 0,75)) / ((50,39 \cdot 2,45) + \\ &\quad + (37,61 \cdot 6,4) + (17,27 \cdot 4,9) + (57,84 \cdot 7,9)) = 0,12 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{P1} = 0,25 \quad \delta_{P2} = 0,50 \quad \delta_{N1} = 0,75 \quad \delta_{N2} = 1$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= (P_1 \cdot \delta_{P1}) + (P_2 \cdot \delta_{P2}) + (N_1 \cdot \delta_{N1}) + (N_2 \cdot \delta_{N2})^2 / (9,81 [(P_1 \cdot \delta_{P1}^2) + (P_2 \cdot \delta_{P2}^2) + (N_1 \cdot \delta_{N1}^2) + (N_2 \cdot \delta_{N2}^2)] = \\ &= ((50,39 \cdot 0,25) + (37,61 \cdot 0,5) + (17,27 \cdot 0,75) + (57,84 \cdot 1))^2 / (9,81 \cdot ((50,39 \cdot 0,06) + \\ &\quad + (37,61 \cdot 0,25) + (17,27 \cdot 0,56) + (57,84 \cdot 1))) = 13,29 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P) = (g \cdot M^*) / (P_1 + P_2 + N_1 + N_2) = 0,80$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (13,29 \cdot 9,81) / 0,80 \cdot 1,35 = 1,06 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$1,06 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete C è verificata.

Allegato 7

Parete D

Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta1}} = 47,65 \text{ [m}^2\text{]}$$

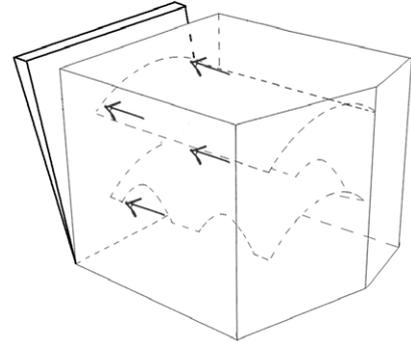
$$A_{\text{netta2}} = 26,83 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 4,14 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$h_2 = 3 \text{ [m]}$$



Si calcolano il peso proprio della parete:

$$P_1 = A_{\text{netta1}} \cdot b \cdot w = 453,72 \text{ [t]}$$

$$P_2 = A_{\text{netta2}} \cdot b \cdot w = 255,48 \text{ [t]}$$

Si determinano i carichi dei solai:

$$N_1(S01) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,37 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$N_2(S02) = G + \sum_j (\psi_j \cdot Q) = 1,07 + (0,7 \cdot 0,5) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione dei risultati ottenuti per la loro area di influenza:

$$N_1(S01) = 1,72 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 9,79 \text{ [m}^2\text{]} = 16,83 \text{ [t]}$$

$$N_2(S02) = 1,42 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 44,38 \text{ [m}^2\text{]} = 63,02 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s / M_r = (P_i x_i + N_i x_i) / (P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x, y .

$$d = b - b/3 = 4,14 - (4,14/3) = 2,76 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 4,14/2 = 2,07 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 2,76 \text{ [m]}$$

$$y_{P1} = h_1/2 = 4,9/2 = 2,45 \text{ [m]}$$

$$y_{P2} = h_1 + h_2/2 = 4,9 + 3/2 = 6,4 \text{ [m]}$$

$$y_{N1} = h_1 = 4,9 \text{ [m]}$$

$$y_{N2} = h_1 + h_2 = 4,9 + 3 = 7,9 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P_1 \cdot x_p) + (P_2 \cdot x_p) + (N_1 \cdot x_N) + (N_2 \cdot x_N)] / [(P_1 \cdot y_{P1}) + (P_2 \cdot y_{P2}) + (N_1 \cdot y_{N1}) + (N_2 \cdot y_{N2})] = \\ &= ((453,72 \cdot 2,07) + (255,48 \cdot 2,07) + (16,84 \cdot 2,76) + (63,02 \cdot 2,76)) / ((453,72 \cdot 2,45) + \\ &\quad + (255,48 \cdot 6,4) + (16,84 \cdot 4,9) + (63,02 \cdot 7,9)) = 0,51 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{P1} = 0,25 \quad \delta_{P2} = 0,50 \quad \delta_{N1} = 0,75 \quad \delta_{N2} = 1$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= (P_1 \cdot \delta_{P1}) + (P_2 \cdot \delta_{P2}) + (N_1 \cdot \delta_{N1}) + (N_2 \cdot \delta_{N2})^2 / (9,81 [(P_1 \cdot \delta_{P1}^2) + (P_2 \cdot \delta_{P2}^2) + (N_1 \cdot \delta_{N1}^2) + (N_2 \cdot \delta_{N2}^2)] = \\ &= ((453,72 \cdot 0,25) + (255,48 \cdot 0,5) + (16,84 \cdot 0,75) + (63,02 \cdot 1)) / (9,81 \cdot ((453,72 \cdot 0,06) + \\ &\quad + (255,48 \cdot 0,25) + (16,84 \cdot 0,56) + (63,02 \cdot 1))) = 62,12 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P_i) = (g \cdot M^*) / (P_1 + P_2 + N_1 + N_2) = 0,77$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,51 \cdot 9,81) / 0,77 \cdot 1,35 = 4,78 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$4,78 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete D è verificata.

Allegato 8

Parete E

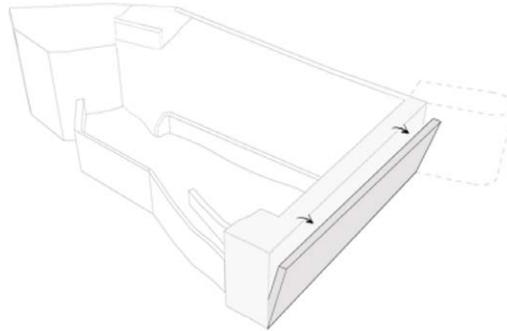
Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta}} = 134,2 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 1,8 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h = 11,2 \text{ [m]}$$



Si calcola il peso proprio della parete:

$$P = A_{\text{netta}} \cdot b \cdot w = 555,59 \text{ [t]}$$

Si considera il carico del terreno formato da terra mista ciottoli:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione del risultato ottenuto per la sua area di influenza:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 150 \text{ [m}^2\text{]} = 330 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s/M_r = (P_i x_i + N_i x_i) / (P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x,y.

$$d = b - b/3 = 1,8 - (1,8/3) = 1,2 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 1,8/2 = 0,9 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 1,2 \text{ [m]}$$

$$y_p = h/2 = 11,2/2 = 5,6 \text{ [m]}$$

$$y_N = h/2 = 11,2/2 = 5,6 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P \cdot x_p) + (N \cdot x_N)] / [(P \cdot y_p) + (N \cdot y_N)] = \\ &= ((555,59 \cdot 0,9) + (330 \cdot 1,2)) / ((555,59 \cdot 2,45) + (330 \cdot 5,6)) = 0,18 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{p1} = 0,5 \quad \delta_{N1} = 0,5$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= [(P \cdot \delta_p) + (N \cdot \delta_N)]^2 / (9,81 [(P \cdot \delta_p^2) + (N \cdot \delta_N^2)] = \\ &= ((555,59 \cdot 0,5) + (330 \cdot 0,5))^2 / (9,81 \cdot ((555,59 \cdot 0,25) + (330 \cdot 0,25))) = 90,27 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P) = (g \cdot M^*) / (P + N_1) = 1$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,18 \cdot 9,81) / 1 \cdot 1,35 = 1,31 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$1,31 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete E è verificata.

Allegato 9

Parete F

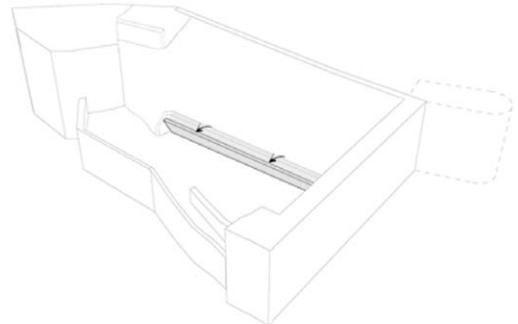
Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta}} = 60,24 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 0,7 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h = 3,66 \text{ [m]}$$



Si calcola il peso proprio della parete:

$$P = A_{\text{netta}} \cdot b \cdot w = 96,99 \text{ [t]}$$

Si considera il carico del terreno formato da terra mista ciottoli:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione del risultato ottenuto per la sua area di influenza:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 91,4 \text{ [m}^2\text{]} = 201,8 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s/M_r = (P_i x_i + N_i x_i)/(P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x, y .

$$d = b - b/3 = 0,7 - (0,7/3) = 0,47 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 0,7/2 = 0,35 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 0,47 \text{ [m]}$$

$$y_p = h/2 = 3,66/2 = 1,83 \text{ [m]}$$

$$y_N = h/2 = 3,66/2 = 1,83 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P \cdot x_p) + (N \cdot x_N)] / [(P \cdot y_p) + (N \cdot y_N)] = \\ &= ((96,99 \cdot 0,35) + (201,08 \cdot 0,47)) / ((96,99 \cdot 1,83) + (201,08 \cdot 1,83)) = 0,23 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{p1} = 0,5 \quad \delta_{N1} = 0,5$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= [(P \cdot \delta_p) + (N \cdot \delta_N)]^2 / (9,81 [(P \cdot \delta_p^2) + (N \cdot \delta_N^2)] = \\ &= ((96,99 \cdot 0,5) + (201,08 \cdot 0,5))^2 / (9,81 \cdot ((96,99 \cdot 0,25) + (201,08 \cdot 0,25))) = 30,08 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P_i) = (g \cdot M^*) / (P + N) = 1$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,23 \cdot 9,81) / 1 \cdot 1,35 = 1,71 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$1,71 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete F è verificata.

Allegato 10

Parete G

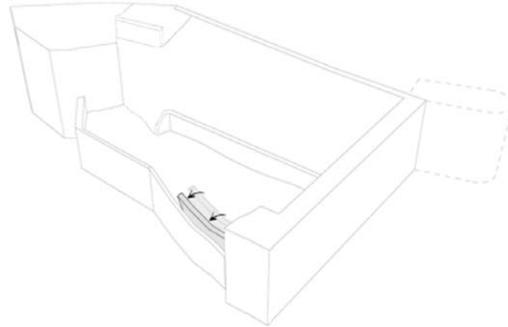
Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta}} = 34,73 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 0,7 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h = 3,88 \text{ [m]}$$



Si calcola il peso proprio della parete:

$$P = A_{\text{netta}} \cdot b \cdot w = 55,92 \text{ [t]}$$

Si considera il carico del terreno formato da terra mista ciottoli:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione del risultato ottenuto per la sua area di influenza:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 32 \text{ [m}^2\text{]} = 70,4 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s/M_r = (P_i x_i + N_i x_i) / (P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x,y.

$$d = b - b/3 = 0,7 - (0,7/3) = 0,47 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 0,7/2 = 0,35 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 0,47 \text{ [m]}$$

$$y_P = h/2 = 3,88/2 = 1,94 \text{ [m]}$$

$$y_N = h/2 = 3,88/2 = 1,94 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P \cdot x_p) + (N \cdot x_N)] / [(P \cdot y_p) + (N \cdot y_N)] = \\ &= ((55,92 \cdot 0,35) + (70,4 \cdot 0,47)) / ((55,92 \cdot 1,94) + (70,4 \cdot 1,94)) = 0,21 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{P1} = 0,5 \quad \delta_{N1} = 0,5$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= [(P \cdot \delta_p) + (N \cdot \delta_N)]^2 / (9,81 [(P \cdot \delta_p^2) + (N \cdot \delta_N^2)] = \\ &= ((55,92 \cdot 0,5) + (70,4 \cdot 0,5))^2 / (9,81 \cdot ((55,92 \cdot 0,25) + (70,4 \cdot 0,25))) = 12,88 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P) = (g \cdot M^*) / (P + N) = 1$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,21 \cdot 9,81) / 1 \cdot 1,35 = 1,55 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$1,55 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete G è verificata.

Allegato 11

Parete H

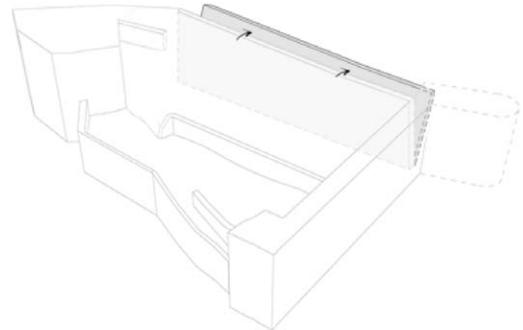
Parametri del macroelemento:

$$A_{\text{netta}} = 250 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b = 0,7 \text{ [m]}$$

$$w = 2,3 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$h = 11,1 \text{ [m]}$$



Si calcola il peso proprio della parete:

$$P = A_{\text{netta}} \cdot b \cdot w = 402,5 \text{ [t]}$$

Si considera il carico del terreno formato da terra mista ciottoli:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Moltiplicazione del risultato ottenuto per la sua area di influenza:

$$N = 2,2 \text{ [t/m}^2\text{]} \cdot 136,43 \text{ [m}^2\text{]} = 300,15 \text{ [t]}$$

Si impone per cui la condizione di equilibrio e si ottiene il valore del moltiplicatore dei carichi α_0 che attiva il meccanismo considerato:

$$\alpha_0 = M_s/M_r = (P_i x_i + N_i x_i)/(P_i y_i + N_i y_i)$$

x_i e y_i sono le distanze dai punti di applicazioni delle forze dalla cerniera su cui avviene la rotazione lungo i due assi di riferimento x, y .

$$d = b - b/3 = 0,7 - (0,7/3) = 0,47 \text{ [m]}$$

$$x_p = b/2 = 0,7/2 = 0,35 \text{ [m]}$$

$$x_N = d = 0,47 \text{ [m]}$$

$$y_p = h/2 = 3,88/2 = 5,55 \text{ [m]}$$

$$y_N = h/2 = 3,88/2 = 5,55 \text{ [m]}$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= M_s/M_r = [(P \cdot x_p) + (N \cdot x_N)] / [(P \cdot y_p) + (N \cdot y_N)] = \\ &= ((402,5 \cdot 0,35) + (300,15 \cdot 0,47)) / ((402,5 \cdot 5,55) + (300,15 \cdot 5,55)) = 0,07 \end{aligned}$$

Si considera ora una rotazione virtuale della parete attorno ad una cerniera posta alla base ipotizzando lo spostamento come unitario. Di seguito sono riportati gli spostamenti dei punti di applicazione dei carichi:

$$\delta_{p1} = 0,5 \quad \delta_{N1} = 0,5$$

Viene inoltre determinata la massa partecipante al cinematismo:

$$\begin{aligned} M^* &= [(P \cdot \delta_p) + (N \cdot \delta_N)]^2 / (9,81 [(P \cdot \delta_p^2) + (N \cdot \delta_N^2)] = \\ &= ((402,5 \cdot 0,5) + (300,15 \cdot 0,5))^2 / (9,81 \cdot ((402,5 \cdot 0,25) + (300,15 \cdot 0,25))) = 71,63 \end{aligned}$$

La frazione di massa partecipante e^* è pari a:

$$e^* = (g \cdot M^*) / (\Sigma P_i) = (g \cdot M^*) / (P + N) = 1$$

E' stata ridotta l'accelerazione sismica spettrale o accelerazione di attivazione del meccanismo a_0^* tenendo conto del fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha_0 \cdot g / e^* \cdot F_c = (0,07 \cdot 9,81) / 1 \cdot 1,35 = 0,52 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Si confrontano l'accelerazione del meccanismo con l'accelerazione di picco della domanda sismica per attuare la verifica:

$$a = (a_{g(Pvr)} \cdot S) / q = (0,25 \cdot 1,2) / 3 = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Concludendo la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione di attivazione del meccanismo rispetta la seguente condizione:

$$a_0^* \geq a$$

Nel caso particolare in esame risulta:

$$0,52 \geq 0,1$$

Si ottiene per cui che la Parete H è verificata.

BIBLIOGRAFIA

G. ADANI, R. GRECI, M. MANTOVANI, M. RAVENNA, *Rocche, fortificazioni, castelli in Emilia-Romagna, Marche*, Pizzi per Consorzio fra le Banche Popolari Coop. dell'Emilia Romagna, Milano, 1988

L. BASSO PERESSUT, *Il museo moderno: architettura e museografia da Auguste Perret a Louis Kahn*, Edizioni Lybra Immagine, Milano 2005

L. BARUCHELLO, G. ASSENZA, *Diagnosi dei dissesti e consolidamento delle costruzioni*, DEI, Roma, 2004

A. BELLINI, G. CARBONARA, S. CASIELLO, R. CECCHI, M. DEZZI BARDESCHI, P. FANCELLI, P. MARCONI, G. SPAGNESI CIMBOLLI, da una idea di B. P. TORSELLO, *Che cos'è il restauro: nove studiosi a confronto*, Marsilio, Venezia, 2005

G. BELTRAMINI, I. ZANNIER, Carlo Scarpa: atlante delle architetture, Marsilio, Venezia, 2006

G.C. BEOLCHINI, L. MILANO, *Repertorio dei meccanismi di danno, delle tecniche di intervento e dei relativi costi negli edifici in muratura. Definizione dei modelli per l'analisi strutturale degli edifici in muratura*, vol II, L'Aquila, 2005.

D. BERARDI, *Rocche e castelli di Romagna*, Imola: University press, vol. I, Bologna, 1999

D. BERARDI, *Rocche e castelli di Romagna*, Imola: University press, vol. II Bologna, 1999

L. BERTACCI, M. FOSCHI, S. VENTURI, *Gli insediamenti rurali nelle vallate del Marzeno, Montone, Rabbi e Bidente*, Labanti e Nanni, Bologna, 1974

D. BESANA, *Progettare il costruito. Tra conoscenza e interpretazione*, Alinea editrice, Perugia, 2008

- E. BONFANTI, M. PORTA, *Città, museo e architettura. Il gruppo BBPR nella cultura architettonica 1932-1970*, Vallecchi Editore, Firenze, 1973
- G. BONI, E.M. TURCI, *Un fotografo nel Medioevo viaggio tra le rocche e i castelli della Romagna attraverso le fotografie di Francesco Dellamore*, Rotary International, Cesena, 1998
- A. BORRI, a cura di C. DONÀ, con la collaborazione di A. DE MARIA, *Manuale delle Murature storiche*, I-II, DeI, Roma, 2011
- C. BRANDI, *Teoria del restauro*, G. Einaudi, Torino, 2000
- F. BUCCI, A. ROSSARI, *I musei e gli allestimenti di Franco Albini*, Electa, Milano 2005
- L. CAPRILE, S. FOSCHINI, A. MERINI, U. NESPOLO, M. ZATTINI, *Rocche & scultori contemporanei: progetto in rete: 2001 nel segno del tempo: Ugo Nespolo*, Il Vicolo, Cesena, 2001
- G. CARAPELLI, M. DONATI, Pietro Porcinai e l'arte del paesaggio. Gli esordi e i lavori nella provincia aretina, editore Mandragora, Firenze, 2005
- G. CARONARA, *Atlante del restauro*, UTET, Torino, 2004, Vol II
- G. CARONARA, *La reintegrazione dell'immagine. Problemi di restauro dei monumenti*, Bulzoni, Roma, 1976
- E. CARUSO, *Castrocaro e la Romagna toscana*, in "Confini", vol 21, 2005
- E. CARUSO, *Castrocaro: gli statuti comunali del 1404 : le regole del buon governo nel capoluogo della Romagna toscana agli albori del Rinascimento*, Società editrice il Ponte vecchio, Cesena, 2006

- E. CARUSO, E. CARUSO, A. BRIGLIADORI, *Castrocaro nel rinascimento: il capoluogo della Romagna toscana tra quattrocento e cinquecento*, Società editrice il Ponte vecchio, Cesena, 2007
- E. CARUSO, *Il caso della rocca di Castrocaro*, in "Confini", vol 1, 1999
- E. CARUSO, Storia della rocca di Castrocaro, in "Confini", vol 1, 1999
- S. CASIELLO, *La cultura del restauro. Teorie e fondatori*, Marsilio, Venezia, 1996
- C. CESCHI, *Teoria e storia del restauro*, Mario Bulzoni Editore, Roma, 1970
- F. CIMATTI, Castrocaro Terme e Terra del Sole e la Vallata del Montone a 180 gradi, Acquacalda Editore, Forlì, 2009
- R. CODELLO, A. TORSELLO, *Architetture veneziane di Carlo Scarpa : percorsi e rilievi di cinque opere*, Marsilio, Venezia, 2009
- P. CORTESI, I castelli dell'Emilia Romagna: un viaggio affascinante alla scoperta delle fortezze, dei manieri e delle residenze nobiliari fortificate disseminate nella regione, Newton Compton, Roma, 2007
- G. CROCI, *Conservazione e restauro strutturale dei beni architettonici*, Torino, 2001
- F. DAL CO, G. MAZZARIOL, *Carlo Scarpa. Opera completa*, Electa, Milano 1999
- M. DEZZI BARDESCHI, *Il restauro: punto e daccapo. Frammenti per una (impossibile) teoria*, Franco Angeli, Milano, 1991

F. DOGLIONI, *Nel restauro: progetti per le architetture del passato*, Università IUAV: Marsilio, Venezia, 2008

B. FABBRI, A. RAVAIOLI, *Atti del convegno Beni culturali, rocche e castelli della Romagna-Toscana come valorizzazione dell'ambiente e delle tradizioni locali*, Fabbri, Modigliana, 2002

S. FAINI, L. MAJOLI, *La Romagna nella cartografia a stampa dal cinquecento all'ottocento*, Luisè editore, Rimini, 1997

C. FERRARI, *Flora e vegetazione dell'Emilia-Romagna; Regione Emilia-Romagna*, Bologna, 1984

M. FRESA, G. GIACCHÈ, L. GIACCHÈ, *I giardini di Pietro Porcinai in Umbria*, Realizzazione Quattroemme, Perugia, 2014

C. GERRARI, A. GEREMIA, M. TOMASELLI, *Guida Botanica dell'Appennino Romagnolo*, Provincia di Forlì; Maggioli Editore, Rimini, 1987

G. FERRETTI, *Castrocaro e le sue acque salsojodiche, sulfuree e marziali del dottor Gisberto Ferretti*, Tipografia sociale democratica, Forlì, 1872

G. FERRETTI, *Topografia medica del comune di Terra del Sole e Castrocaro in provincia di Firenze*, Rist. anast, Castrocaro Terme, 1988

S. FRANCESCHINI, L. GERMANI, *Manuale Operativo per il Restauro Architettonico. Metodologie di intervento per il restauro e la conservazione del patrimonio storico*, Tipografia del Genio Civile, Roma, 2007

M. GORI, U. TRAMONTI, *Castrocaro città delle acque*, Vespignani editore, Castrocaro Terme, 2002

- S. GUARDIGLI, *Dal parco dello Spungone al recupero di Castelnuovo. Ipotesi di salvaguardia e valorizzazione dell'Appennino forlivese*, Polistampa, Forlì, 2010
- F. GUERRINI, *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione post-sismica degli edifici*, DEI, Roma, 1999
- G. GULMANELLI, G. MINI, *Illustrazione storica dell'antico castello di Castrocaro collegata ai principali avvenimenti delle città e castella d'Italia*, Tipografia Valgimigli, Modigliana, 1889
- L. MAINOLFI, M. ZATTINI, G. P. Senni, A. Fiz, *Rocche & scultori contemporanei: progetto in rete: 2002 memorie alchemiche: Luigi Mainolfi*, Il Vicolo, Cesena, 2002
- F. MANCINI, W. VICHI, *Castelli rocche e torri di Romagna*, Forlì, 1959
- F. MANCINI, *Mostra delle rocche di Romagna*, Alfa, Bologna, 1958
- M. MANZELLE, *Carlo Scarpa. L'opera e la sua conservazione. Giornate di studio alla Fondazione Querini Stampalia*, Cicero, Venezia, 2002
- L. MASCANZONI, La "descriptio romandiole" del Card. Anglic introduzione e testo, La Fotocromo Emiliana, Bologna, 1985
- S. MASTRODICASA, *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Hoepli, 1993
- T. MATTEINI, *Paesaggi del tempo: documenti archeologici e rovine artificiali nel disegno di giardini e paesaggi*, Alinea editore, Firenze, 2009
- G. MENGOZZI, *Castrocaro e il suo castello*, in "Romagna sera", a.6, n.18, 5 maggio 1987
- M. MULAZZANI, *Werner Tscholl*, Electa, Milano, 2013

S. F. MUSSO, con la collaborazione di C. ARCOLAO, *Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica*, EPC Libri, Roma, 2004

V. PASTOR, S. LOS, U. TUBINI, *Arrigo Rudi. Architettura, restauro e allestimento*, Marsilio, Venezia, 2011

L. PARMIGIANI, A. PRADELLI, *Il territorio - La vegetazione e la geologia*, in *Acqua dolce & salata*, carta escursionistica didattica, 2002

C. PEROGALLI, *Castelli e rocche di Emilia e Romagna*, Serie Gorlich, Novara, 1981

M. SASSI, *Castelli in Romagna: l'incastellamento tra X e XII secolo nelle province romagnole e nel Montefeltro*, Società editrice il Ponte vecchio, Cesena, 2005

P. SCARZELLA, M. ZERBINATI, *Recupero e conservazione dell'edilizia storica*, Alinea editrice, Perugia, 2009

A. A. SETTIA, *Castelli e villaggi nell'Italia padana: popolamento, potere e sicurezza fra 9. e 13. secolo*, Liquori editore, 1984

B. P. TORSELLO, *La natura del restauro. Tecniche e teorie analitiche*, Saggi Marsilio, Venezia, 1988

B. P. TORSELLO, *Tecniche di restauro architettonici*, Utet, Torino, 2003

A. UGOLINI, *Ricomporre la rovina*, Alinea Editrice, Firenze, 2010

A. UGOLINI, *Rocche e castelli tra Romagna e Montefeltro. Progetti ed*

interventi di restauro, Alinea Editrice, Firenze, 2012

A. VASINA, *Note sulla storia dei castelli romagnoli e sull'insediamento di Castrocaro nel medioevo*, in "Studi Romagnoli", 1981

L. ZEVİ, *Manuale del restauro architettonico*, Mancosu, Roma, 2001

Normative Strutturali

Nuove norme tecniche per le costruzioni DM Infrastrutture 14 gennaio 2008, Dei Tipografia del Genio Civile, Roma, 2008

Circolare 02 febbraio 2009 n.617

DPCM 09 febbraio 2011 - *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*

Sitografia

<<http://www.comune.castrocarotermeeterradelsole.fc.it/>>

<<http://www.visitcastrocaro.it/>>

<<http://www.proloco-castrocaro.it/>>

<<http://www.appenninoromagnolo.it/castelli/castrocaro.asp>>

<<http://icastelli.org>>

<<http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/catalogo/dati-cartografici/cartografia-di-base/immagini/ortofoto-multifunzione-emilia-romagna-agea-2011-digitale>>

Archivi

Archivio Studio arch. R. Pistolesi

Archivio arch. A. Fiorini

Archivio Ufficio Tecnico Comune di Castrocaro

Archivio di Stato di Forlì

Archivio Piancastelli di Forlì

Archivio fotografico della Biblioteca Malatestiana di Cesena, dono Dellamore.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo di cuore il nostro relatore, Andrea Ugolini, per la grande passione e dedizione per il restauro che in questi mesi ha saputo trasmetterci e per l'aiuto sempre attento e precisissimo mostrato per lo sviluppo della nostra tesi.

Un ringraziamento molto sentito va al nostro correlatore, Giovanni Poletti, che ha saputo guidarci con passione, professionalità e simpatia, alla definizione del nostro progetto e suscitando in noi un grande interesse per il tema dell'allestimento e della museografia.

Ringraziamo inoltre Tessa Matteini, nostra correlatrice, per averci affiancato e diretto con immensa disponibilità e infinite competenze.

Ringraziamo con affetto Federico Fallavollita, per la gentilezza, l'impegno e le competenze che ci ha dimostrato durante la fase di rilievo.

Un sincero ringraziamento ad Elio Caruso, gestore della fortezza, che, con il suo entusiasmo e la sua disponibilità, ci ha accompagnato alla visita dell'intero castello dispensandoci preziose informazioni.

Infine un grazie speciale ai nostri amici e compagni di corso per aver condiviso insieme questo lungo percorso di studi.

Silvia

Ci sarebbero troppi ringraziamenti da fare alla mia famiglia, ma lo spazio a disposizione non me lo consente! Ringrazio mio fratello Gaetano e soprattutto i miei genitori Anna e Nicola, che durante questi cinque anni di studio lontana da casa, mi hanno sostenuta e motivata specialmente nei momenti più difficili. Li ringrazio per aver sempre condiviso le mie scelte con affetto e per avermi dato la possibilità di raggiungere questo traguardo senza mai farmi pesare gli immensi sacrifici cui hanno dovuto far fronte. Sono due esempi a cui tendere. Grazie! Anche se ve lo dico raramente, vi voglio bene!

Ringrazio nonna Maria per avermi strappato sempre un sorriso con il suo entusiasmo e la sua felicità e per avermi insegnato più di quanto possa credere.

Un grazie di cuore a zia Lucia per avermi ascoltata e supportata in questi anni e per aver creduto in me e nelle mie capacità (meno in quelle da chef!).

Un grandissimo grazie a Eleonora, compagna in quest'avventura e soprattutto amica sincera che ha saputo (sopportarmi e) supportarmi nelle difficoltà e condividere con me i momenti più felici di quest'anno. Non dimenticherò mai le giornate vissute fianco a fianco scandite dal lavoro ma anche dal divertimento e dalle chiacchiere, le nostre avventure durante i sopralluoghi e le serate trascorse insieme!

Un grazie speciale è per te,te che mi sei sempre stato vicino condividendo ogni mio stato d'animo, asciugando le mie lacrime nei momenti di sconforto e ridendo negli attimi di felicità. Grazie per avermi aiutata e per avermi sostenuta sempre. Grazie di cuore!

Un grazie agli amici di sempre e a quelli conosciuti in questa nuova esperienza che sono stati per me di grande aiuto e che mi hanno sempre motivata ad andare avanti senza mai arrendermi.

Eleonora

Ringrazio infinitamente i miei genitori, Massimo e Pierangela, per avermi sostenuto e motivato, rispettando e condividendo ogni mia scelta con entusiasmo e affetto. Ringrazio di cuore anche i miei nonni, Augusto, Giovanna e Tonina, sempre presenti nella mia vita, per essermi stati affianco ed aver creduto in ogni momento nelle mie capacità.

Grazie di cuore al mio fidanzato, Michele, una persona davvero speciale, per essermi stato vicino nei momenti difficili porgendomi preziosi consigli e per aver vissuto con me i momenti più emozionanti e importanti di questi ultimi anni.

Ringrazio tutti gli amici che in questo fantastico percorso di studio mi sono stati vicini dimostrando tutto il loro affetto e il loro interesse ad continuo confronto costruttivo.

Ringrazio infine Silvia, compagna di questa bellissima esperienza, per la sua gentilezza, la sua simpatia e per le meravigliose e indimenticabili giornate trascorse insieme.

ELABORATI GRAFICI



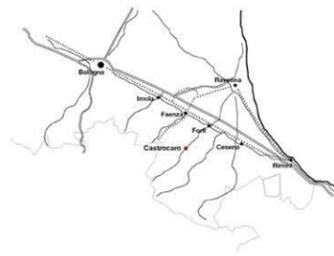
Territorio della Legazione della Romagna, XIX sec.

Viabilità storica, Legazione della Romagna XIX sec.

Territorio Emilia Romagna, XXI sec.

Viabilità, XXI sec.

Sistema di Castelli, Legazione della Romagna XIX sec.





Rielaborazione planimetrica del XIX sec da "Ritrazzamento storico dell'Arch. Eugenio di Castrocaro"

X - XI Sec



VI Sec

961
Lo storico francese André Gouffier indica Castrocaro come possibile Asipon bizantino posto a difesa della città di Forlì.
di Silvio Orlandi 1978.

1904

Progetto di fortificazione dell'aspetto difensivo del Bastione da parte di Antonio da Sangallo. I lavori previsti per anni non vennero mai conclusi.
di Antonello di Antonio da Sangallo

X - XI Sec



XII - XIII Sec



1035

Prima attestazione del castello di Castrocaro. Dedicato a Roma per essere incoronato imperatore. Ottone II, re sassone, fa tappa alla rocca di Castrocaro.
di Francesco Masi - Carlo Corra Vercellotti

1570

Si stabilì di non spendere più denaro per rinforzare l'apparato difensivo della rocca. I lavori saranno quindi limitati alla manutenzione e consolidamento delle strutture già esistenti.
di Nicola di Sordani

XII - XIII Sec



XIII Sec



1200

Testimonianza scritta della presenza del Castello: si narra della chiesa di Santa Maria vergine collocata nella Fortezza di Castrocaro. Divenne quindi luogo della chiesa dei conti Pagani di Fianza.

1700

Il palazzo della Guarnigione viene in parte ristrutturato e vengono realizzate delle scale nel loggione meridionale.
di L'architetto Francesco di Castrocaro

XIII Sec



XIII - XIV Sec



1292

La rocca passa sotto la tutela della Santa Sede. Il castello divenne presidio militare e la vita cittadina si spostò nella cittadina murata dove gli sorgevano il Palazzo dei Podestà e la torre civica.

1861

In seguito ad una violenta scossa di terremoto la torre poligonale si staccò dal corpo del gonone inarchandosi verso il basso e aggraziandosi nella posizione che tutt'oggi mantiene.
di Guido di Castrocaro

XIII - XIV Sec



XIV Sec



1325

La Rocca Decimanum citata la presenza della Chiesa di San Giovanni Battista alla murata, usata come luogo di culto del nucleo abitato del Castello.

1960

Consolidamento della base rocciosa del Palazzo della Guarnigione e restauro degli elementi strutturali.
di L'architetto Francesco di Castrocaro

XIV Sec





Gli ambiti storico-paesaggistici

1 AMBITO LA MURATA
 Il borgo sottostante il castello attuale è stato, viene definito Murata poiché rappresenta la prima espansione con funzione abitativa della roccia città di Castrocaro. All'interno si trovano la Porta della Prodezza, il Battistero, la Torre dell'Orologio, il parcheggio della fortezza, un ristorante e alcune abitazioni.

2 AMBITO IL BOSCO ATTEZZATO
 Il parco attezato si trova all'interno della cinta murata della città, nel cruscio del castello. Sono tutt'oggi visibili due sentieri in pessimo stato di conservazione che si inoltrano in una struttura vegetale disomogenea. Al suo interno si nota la presenza di uno stabilimentato costruito dall'acquedotto Ferra.

3 AMBITO IL CASTELLO
 Le due aree principali di intervento differiscono prevalentemente per il loro stato di conservazione. Il nucleo originario, situato nella parte alta, non è oggetto di intervento di restauro, come ad esempio è il caso di avvicinamento. La piazza d'armi del secondo girone è stata recentemente restaurata e gestita dalla Pro Loco.

4 AMBITO IL PERCORSO STORICO
 Il percorso storico è situato nella zona sud adiacente il castello. Anticamente rappresentava l'accesso sud-ovest alla murata attraverso la Porta dell'Orlo ancora presente. Attualmente il sentiero non è adatto per la mobilità motorizzata. Si trovano in zona Porta S. Giovanni e le Grotte comari.

5 AMBITO IL BOSCO SPONTANEO
 A ovest del castello si può osservare un'ampia zona boschiva a crescita spontanea. Questa sorta di cintura lunga da protezione e fascia di rispetto per la roccia della strada adiacente. È possibile visitare l'ambito percorrendo il sentiero con valenza storica a sud del castello.

Stato di conservazione di		Stato di conservazione della struttura vegetale	
Manufatti	● ○ ○	Arborea	● ○ ○
Percorsi	● ○ ○	Arbustiva	● ○ ○
Arredo urbano	● ○ ○	Erbacea	● ○ ○

Stato di conservazione di		Stato di conservazione della struttura vegetale	
Manufatti	● ○ ○	Arborea	● ○ ○
Percorsi	● ○ ○	Arbustiva	● ○ ○
Arredo urbano	● ○ ○	Erbacea	● ○ ○

Stato di conservazione di		Stato di conservazione della struttura vegetale	
Manufatti	● ○ ○	Arborea	● ○ ○
Percorsi	● ○ ○	Arbustiva	● ○ ○
Arredo urbano	● ○ ○	Erbacea	● ○ ○

Stato di conservazione di		Stato di conservazione della struttura vegetale	
Manufatti	● ○ ○	Arborea	● ○ ○
Percorsi	● ○ ○	Arbustiva	● ○ ○
Arredo urbano	● ○ ○	Erbacea	● ○ ○

Stato di conservazione di		Stato di conservazione della struttura vegetale	
Manufatti	● ○ ○	Arborea	● ○ ○
Percorsi	● ○ ○	Arbustiva	● ○ ○
Arredo urbano	● ○ ○	Erbacea	● ○ ○

Individuazione dei principali manufatti all'interno degli ambiti paesaggistici

<p>Placchetta ①</p> <p>Presenza in origine di contenitori in ceramica, foderati con marmo, con decorazioni geometriche. Oggi sono stati sostituiti con quelli in ceramica.</p>	<p>Battistero ②</p> <p>Databile alla fine del XII sec., possiede una pianta circolare ed è stato restaurato nel 1930.</p>	<p>Torre dell'orologio ③</p> <p>Il "Campanone" fu costruito nel XIV sec. sulle rovine di un'antica torre di guardia. Oggi ospita una campana saronica durante le ricorrenze civili e religiose.</p>	<p>Armeni ④</p> <p>Furono realizzati nel 1504 da Antonio di Sangallo per l'impiego dei graniti per l'imbottitura degli armieri, oggi risulta di proprietà del Club degli Alpini.</p>	<p>Grotta ⑤</p> <p>Utilizzata in origine per la conservazione degli alimenti, oggi risulta di proprietà del Club degli Alpini.</p>	<p>Le cisterne ⑥</p> <p>Costruite il 29 Settembre 1475 erano utilizzate per raccogliere e decantare le acque piovane. Ad oggi non sono più utilizzate.</p>	<p>Porta S. Giovanni ⑦</p> <p>Antica porta (XVI sec.) murata di battente, data accesso ad un cortile dove sono presenti una cisterna per la raccolta delle acque piovane.</p>	<p>Grotta comunale ⑧</p> <p>Probabile via di fuga posta al mezzogiorno, era temporanea, ed utilizzata come magazzino.</p>	<p>Porta dell'Orlo ⑨</p> <p>Impreso occidentale al borgo del terzo girone di mura. Ubicata in prossimità della porta fiancheggiata dal parco peroneo di ronda.</p>	<p>Il palazzo ⑩</p> <p>Databile agli inizi del XV secolo, fu sede di una casa di famiglia, oggi ospita il museo della fortezza, un archivio e un piccolo bookshop.</p>	<p>Le grotte ⑪</p> <p>Poste in quella che viene definita piazza d'armi, erano utilizzate come magazzini per le derrate alimentari. Oggi vengono dette "grotte dell'orlo e dell'asilo".</p>	<p>Torre Guetta ⑫</p> <p>Databile agli inizi del XV sec., è stata anche torre delle segrete. In seguito venne utilizzata come prigione e come torre di avvistamento. Oggi è adibita a botole.</p>	<p>Chiesa di S. Barbara ⑬</p> <p>Costruita nel 1800 e ridotta a rudere senza tetto e pavimento. Fu restaurata nel 2002, di quella su una superiore toccata a ospita arredi e dipinti sacri.</p>	<p>Le tracce storiche ⑭</p> <p>Si trovano all'interno della piazza d'armi e suggeriscono il tracciato dell'antica abitato. Attualmente versano in pessime condizioni.</p>	<p>La cisterna ⑮</p> <p>Databile al XV la cisterna costellava la sistemazione dell'acqua potabile. È provvista di due camere di sbarramento e filtrazione.</p>
---	--	--	---	---	---	--	--	---	---	---	--	--	--	---

<p>Principali manufatti</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Palazzo della guerra 2 Cisterna 3 Tracce archeologiche 4 Torre guetta 5 Chiesa di Santa Barbara 	<ul style="list-style-type: none"> 6 Armeni mediali 7 Torre di avvistamento 8 Torre cognone 9 Torre di guardia 10 Mastio 	<ul style="list-style-type: none"> 11 Visibile 12 Non visibile 13 Visibile 14 Non visibile 15 Visibile 16 Non visibile 	<p>Percorsi e accessi</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 accessi aperti 2 accessi bloccati 	<ul style="list-style-type: none"> 3 percorsi liberi 4 percorsi inglobati 	<p>Sistema delle Acque</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Condotto 2 Pozzo 3 Cisterna 4 Condotto 5 Pozzo 	<ul style="list-style-type: none"> 6 visibile 7 visibile 8 non visibile 9 visibile 10 non visibile 	<p>Zona panoramica</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Torre guetta 2 Terrazza piazza d'armi 3 Piccola corte girone 4 Grande corte girone 5 Mastio 	<ul style="list-style-type: none"> 6 visibile 7 visibile 8 non visibile 9 visibile 10 non visibile 	<p>Struttura vegetale</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Area ad alta naturalità 2 Area a prato curato 3 Area boscosa 4 Ambito arbustivo 5 Fila alberi
--	---	--	---	---	--	---	---	---	--

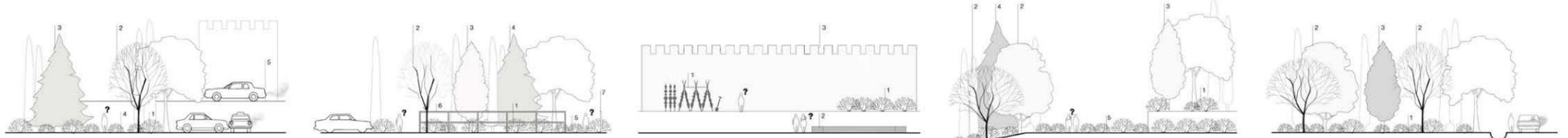


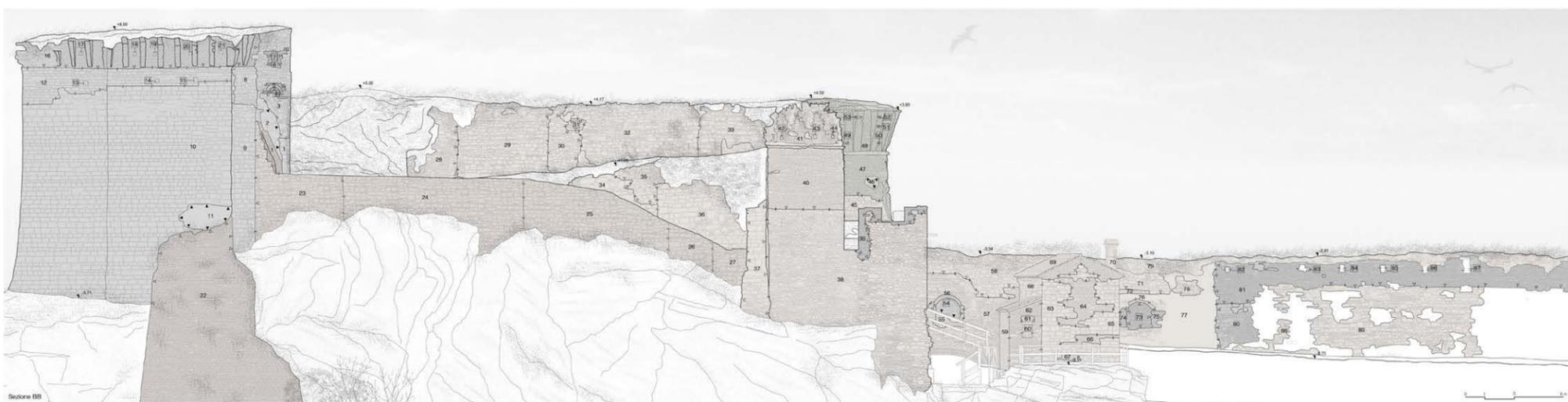
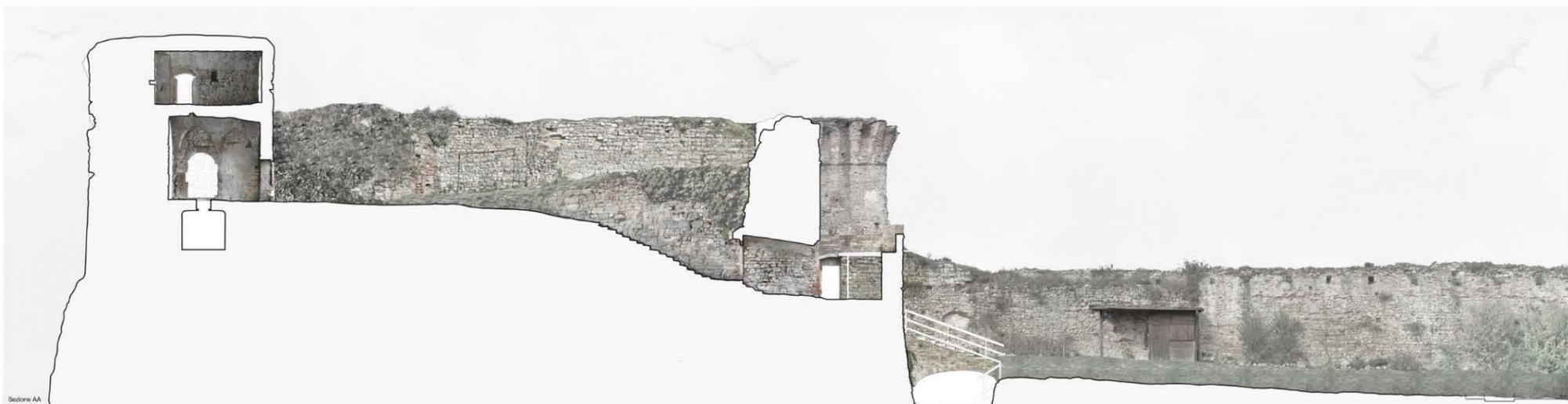
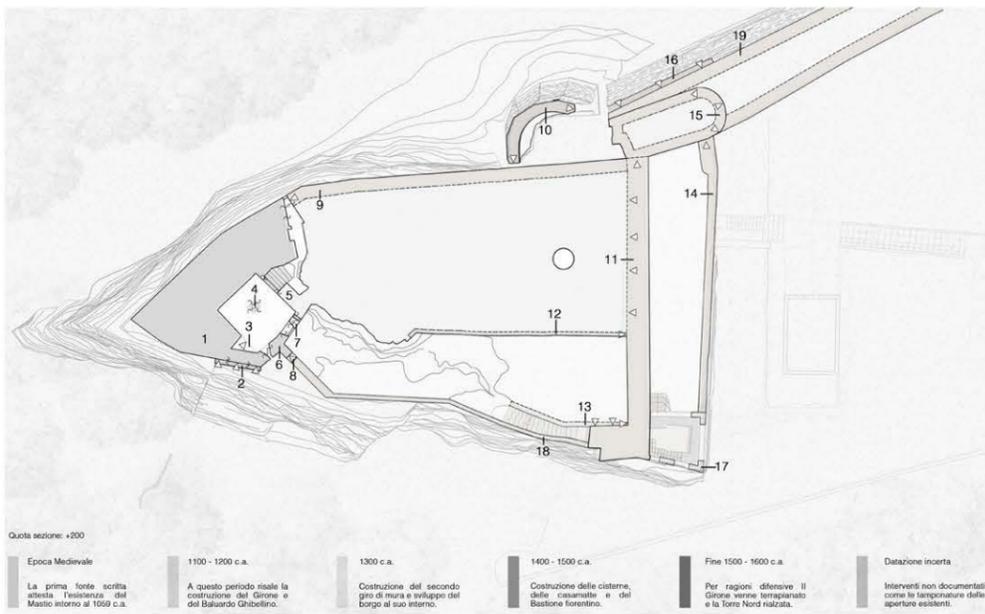
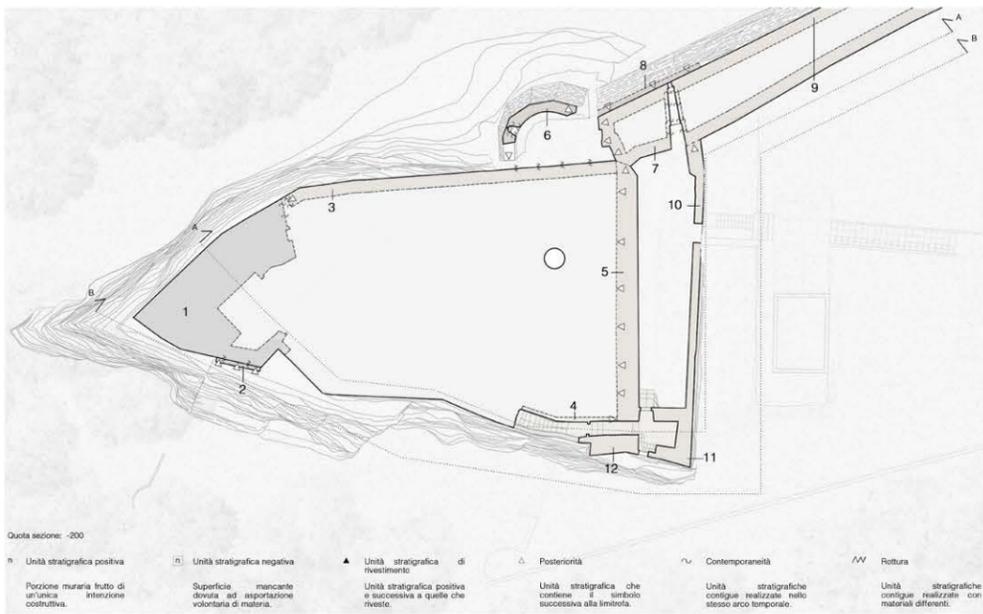


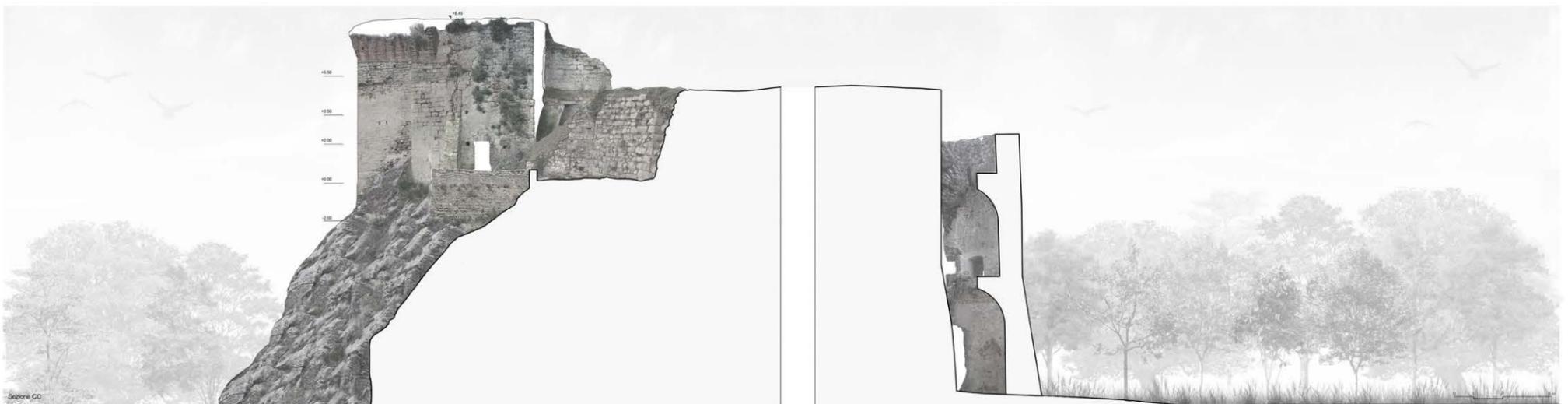
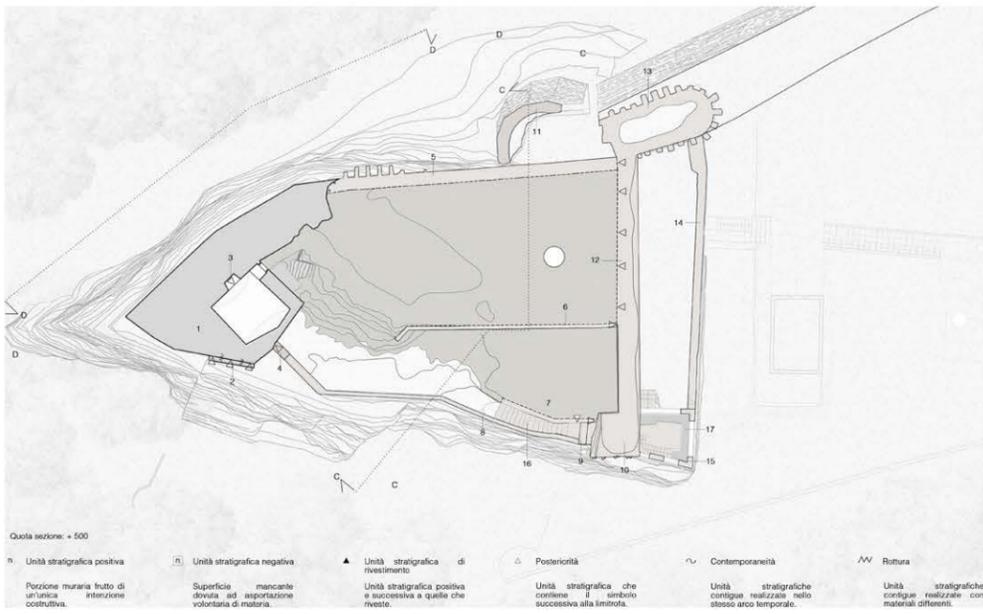
● specie **ecologicamente compatibile**, conciliabile con le caratteristiche del luogo ospitante e con le altre specie vegetali presenti.
 ○ specie **ecologicamente non compatibile**, inconciliabile con le peculiarità del territorio ospitante e con comportamento infestante.
 ▲ specie **semprevverde**, possiede la caratteristica di mantenere i fogliame nella stagione invernale.
 ▼ specie **deciduo o spogliante**, possiede la caratteristica di perdere i fogliame nella stagione invernale.
 ● specie **arborea**, costituita generalmente da un unico fusto principale composto interamente da tessuto ligneo.
 ▲ specie **arborescente**, presenta una ramificazione che parte solitamente dalla base. Il tronco centrale, molto basso, non sempre è presente.
 ▼ specie **rampicante**, si distingue per la capacità di appoggiarsi e arrampicarsi a pareti verticali o ad altre piante vicine.
 ■ specie **arborescente**, contraddistinta per non sviluppare tessuti lignei aerei. I rami partono dalla base e non sempre è presente il tronco.
 ● specie in **cattivo stato fitosanitario**, in alcuni casi presentano malattie fungine, in altri sono soffocati da specie infestanti rampicanti.

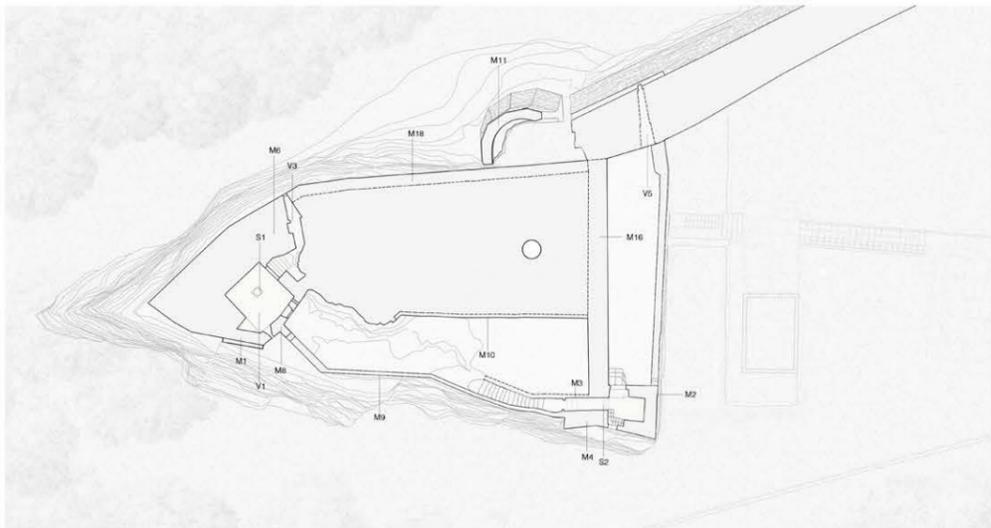
Acer campestre Acer campestre Genere: Acer Famiglia: Sapindaceae A.C. ▲ ●	Acer negundo Acer americano Genere: Acer Famiglia: Sapindaceae A.N. ▲ ●	Aesculus hippocastanum Ippocastano Genere: Aesculus Famiglia: Sapindaceae A.H. ▲ ●	Allanthera altissima Allianto Genere: Allanthera Famiglia: Simarubaceae A.A. ▲ ●	Albizia julibrissin Acacia rosa Genere: Albizia Famiglia: Fabaceae A.J. ▲ ●	Carpinus betulus Carpino bianco Genere: Carpinus Famiglia: Betulaceae C.B. ▲ ●	Celtis australis Balgano Genere: Celtis Famiglia: Cannabaceae C.A. ▲ ●	Cupressocyparis leylandii Leylandii Genere: Cupressocyparis Famiglia: Cupressaceae C.L. ▲ ●	Cupressus sempervirens Cipresso semprevverde Genere: Cupressus Famiglia: Cupressaceae C.S. ▲ ●	Ficus carica Fico Genere: Ficus Famiglia: Moraceae F.C. ▲ ●	Olea europaea Ulivo Genere: Olea Famiglia: Oleaceae O.E. ▲ ●	Picea abies Abete rosso Genere: Picea Famiglia: Pinaceae P.A. ▲ ●	Quercus petraea Rovere Genere: Quercus Famiglia: Fagaceae Q.P. ▲ ●	Sambucus nigra Samburo Genere: Sambucus Famiglia: Caprifoliaceae S.N. ▲ ●	Buxus sempervirens Bosso Genere: Buxus Famiglia: Buxaceae B.S. ▲ ●
Chamaerops humilis Palma nana Genere: Chamaerops Famiglia: Aracaceae C.H. ▲ ●	Corylus avellana Nocciuolo Genere: Corylus Famiglia: Betulaceae C.A. ▲ ●	Cornus sanguinea Sanguinella Genere: Cornus Famiglia: Cornaceae C.S. ▲ ●	Crataegus monogyna Biancospino Genere: Crataegus Famiglia: Rosaceae C.M. ▲ ●	Laurus nobilis Alloro Genere: Laurus Famiglia: Lauraceae L.N. ▲ ●	Palurus spina-christi Marruca Genere: Palurus Famiglia: Rhamnaceae P.A. ▲ ●	Rhamnus alaternus Alaterno Genere: Rhamnus Famiglia: Rhamnaceae R.A. ▲ ●	Ruscus aculeatus Fungilupo Genere: Ruscus Famiglia: Ruscaceae R.C. ▲ ●	Spartium junceum Ginestra Genere: Genista Famiglia: Fabaceae S.J. ▲ ●	Viburnum tinus Viburno Genere: Viburnum Famiglia: Caprifoliaceae V.L. ▲ ●	Rubus ulmifolius Rovo Genere: Rubus Famiglia: Rosaceae R.U. ▲ ●	Clematis vitalba Vitalba Genere: Clematis Famiglia: Ranunculaceae C.V. ▲ ●	Hedera helix Edera con bacche nere Genere: Hedera Famiglia: Araliaceae H.H. ▲ ●	Salvia officinalis Salvia Genere: Salvia Famiglia: Lamiaceae S.O. ▲ ●	Rosmarinus officinalis Rosmarino Genere: Rosmarinus Famiglia: Lamiaceae R.O. ▲ ●

- 1 La Murata.** Criticità dello stato attuale degli ambienti.
 1 Crescita incontrollata e spontanea della vegetazione dovuta alla mancata manutenzione.
 2 Specie in pessimo stato fitosanitario soffocate da vegetazione infestante e malattie fungine.
 3 Specie considerate non compatibili con il territorio e dannose per la vegetazione adiacente.
 4 Percorso pedonale da riconfigurare poiché risulta inagibile per la mancata manutenzione.
 5 Parcheggio pavimentato a ridosso della fortezza, non valorizza l'ingresso o il manufatto.
- 2 Il bosco attrezzato.** Criticità dello stato attuale degli ambienti.
 1 Crescita incontrollata e spontanea della vegetazione dovuta alla mancata manutenzione.
 2 Specie in pessimo stato fitosanitario soffocate da vegetazione infestante e malattie fungine.
 3 Presenza di specie infestanti rampicanti e arbustive dannose per la vegetazione circostante.
 4 Specie considerate non compatibili con il territorio e dannose per la vegetazione adiacente.
 5 Percorso pedonale da riconfigurare poiché risulta inagibile per la mancata manutenzione.
 6 Presenza di una rete provvisoria che suddivide il percorso d'ingresso dalla zona boschiva.
 7 Parapeti provvisori che necessitano di essere sostituiti per garantire sicurezza pedonale.
- 3 Il Castello.** Criticità dello stato attuale degli ambienti.
 1 Specie e coltivazioni non inerenti al contesto, non forniscono una corretta lettura del manufatto.
 2 Aree archeologiche non valorizzate adeguatamente, sono poco visibili e non ben identificabili.
 3 Specie infestanti rampicanti e arbustive dannose per la muratura del castello.
- 4 Il percorso storico.** Criticità dello stato attuale degli ambienti.
 1 Crescita incontrollata e spontanea della vegetazione dovuta alla mancata manutenzione.
 2 Specie in pessimo stato fitosanitario soffocate da vegetazione infestante e malattie fungine.
 3 Presenza di specie infestanti rampicanti e arbustive dannose per la vegetazione circostante.
 4 Specie considerate non compatibili con il territorio e dannose per la vegetazione adiacente.
 5 Percorso pedonale da riconfigurare poiché risulta inagibile per la mancata manutenzione.
- 5 Il bosco spontaneo.** Criticità dello stato attuale degli ambienti.
 1 Crescita incontrollata e spontanea della vegetazione dovuta alla mancata manutenzione.
 2 Specie in pessimo stato fitosanitario soffocate da vegetazione infestante e malattie fungine.
 3 Presenza di specie infestanti rampicanti e arbustive dannose per la vegetazione circostante.





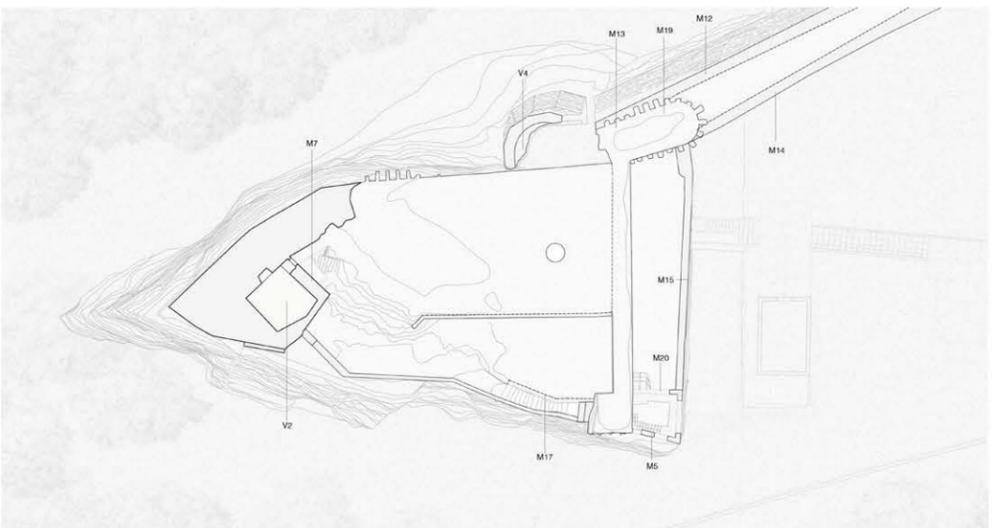




- Quota sezione: +200
- M1 Muratura portante in conci squadriti di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia B**
 - M2 Muratura in conci squadriti di sasso spugnoso nella volta. Parametro: **tipologia E**
 - M3 Muratura in conci squadriti di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia B**
 - M4 Muratura a sacco in conci squadriti di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia H**
 - M5 Muratura in conci fondogiganti e squadriti di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia B**
 - M6 Muratura a sacco addossata sul soffitto in sasso spugnoso. Parametro: **tipologia C**
 - M7 Muratura mista in sasso spugnoso e laterizi di riparamento. Parametro: **tipologia A**
 - M8 Muratura in conci squadriti di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia B**
 - M9 Muratura mista in pietrame, conci di sasso spugnoso e laterizi. Parametro: **tipologia A**
 - M10 Muratura mista in sasso spugnoso, pietrame e laterizi. Parametro: **tipologia A**
 - M11 Muratura a sacco costolata in pietrame e sasso spugnoso. Parametro: **tipologia H**
 - M12 Rifinito in cotto addossato ad una cornice in sasso spugnoso. Parametro: **tipologia G**
 - M13 Rifinito in cotto addossato a muratura a sacco costolata in sasso spugnoso. Parametro: **tipologia H**
 - M14 Muratura portante a sacco in laterizi, pietrame e cotto. Parametro: **tipologia F**

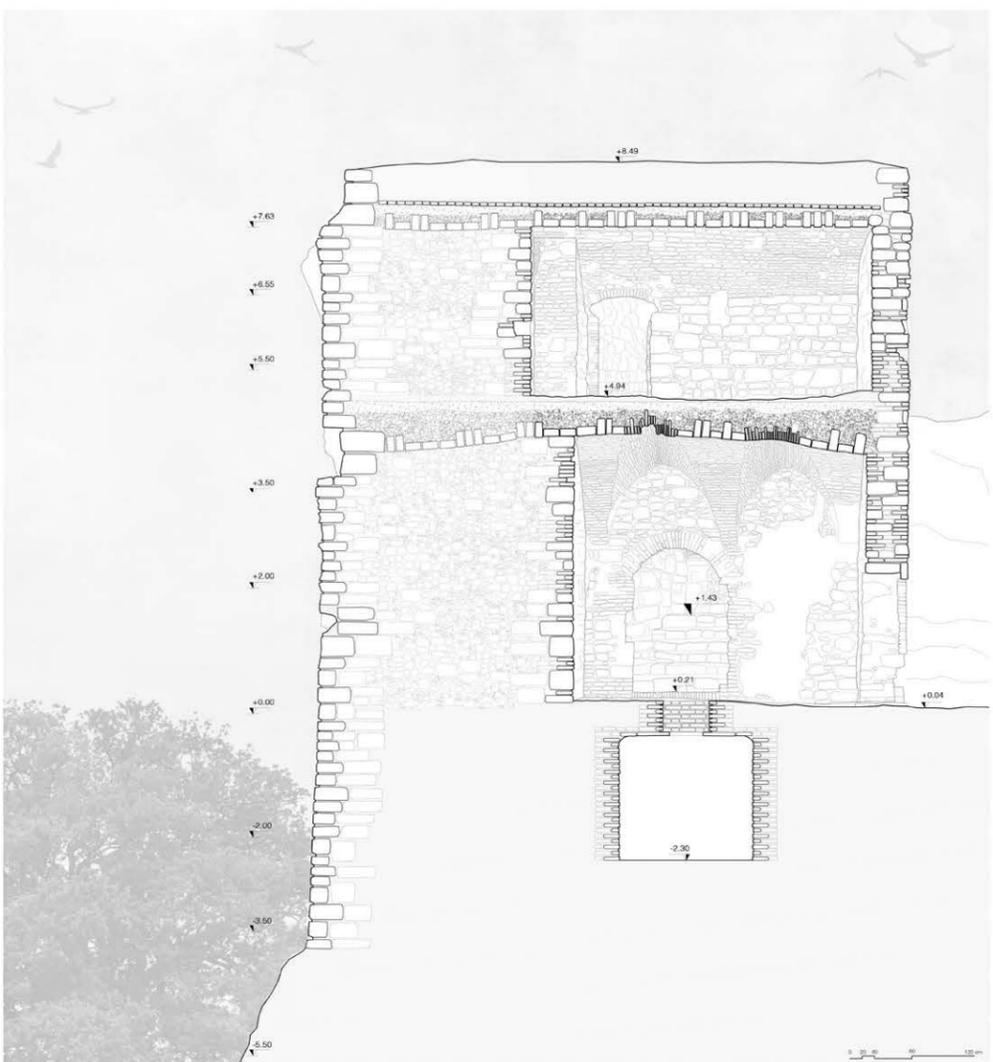
Analisi dei paramenti murari, scale 1:50

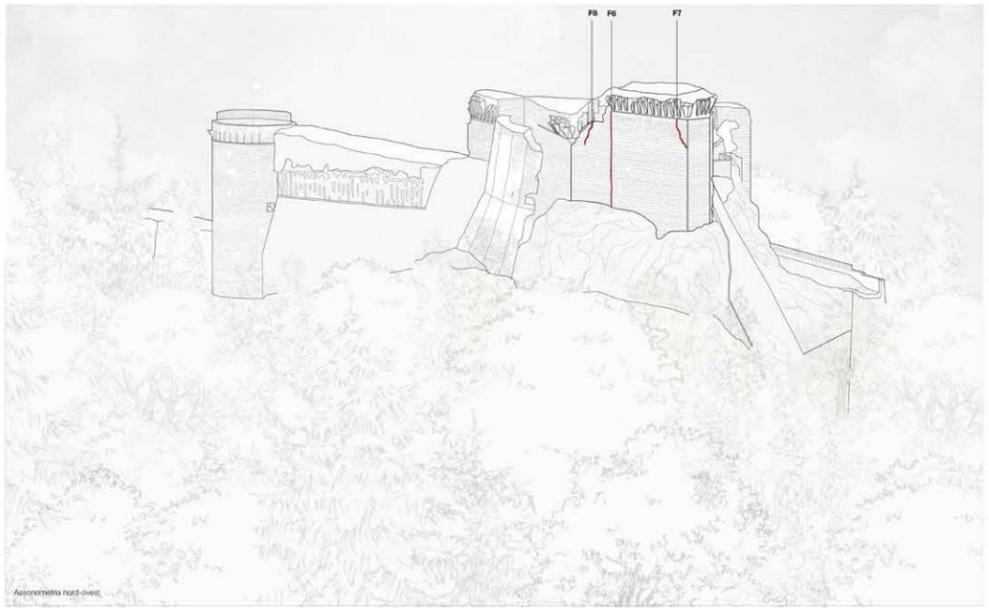
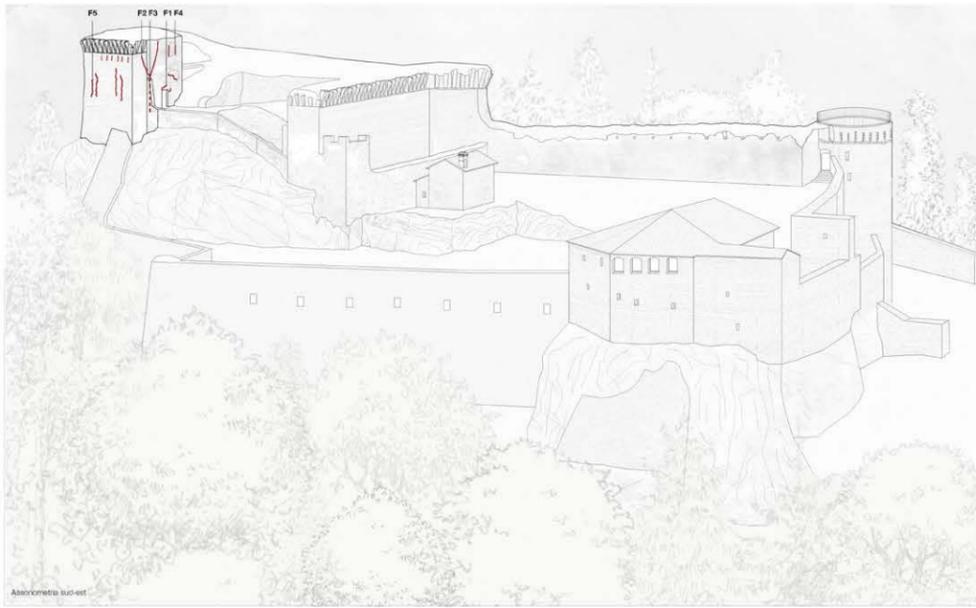
<p>Tipologia A</p> <p>Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario, il pietrame presenta sia forme squadrate che fondogiganti mentre i laterizi fungono da riparamenti.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, solo localmente ci sono interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato, si trova tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta non è rispettata poiché assente.</p>	<p>Tipologia B</p> <p>Muratura composta da sasso spugnoso di uso primario, i conci di pietra presentano proporzionate forme squadrate. In alcuni punti del paramento interno sono presenti tracce di rifinito.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, non presentano interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato, si trova tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è rispettata.</p>
<p>Tipologia C</p> <p>Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario, il pietrame presenta sia forme squadrate che fondogiganti mentre i laterizi fungono da riparamenti.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è parzialmente rispettata, solo localmente ci sono interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato e localmente non rispettato. La qualità della malta è rispettata.</p>	<p>Tipologia D</p> <p>Muratura in pietra di sasso spugnoso tendente a forme squadrate. I conci di pietra presentano forme squadrate di medie e grandi dimensioni.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, solo localmente ci sono interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato, si trova tra centro e bordo dell'elemento interno. La malta è assente.</p>
<p>Tipologia E</p> <p>Muratura composta da conci di sasso spugnoso di uso primario, le pietre presentano proporzionate forme squadrate.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, non presentano interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato, si trova tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta non è rispettata, i giunti sono molto erosi.</p>	<p>Tipologia F</p> <p>Muratura in pietrame e laterizi di uso secondario, il pietrame presenta sia forme squadrate che fondogiganti mentre i laterizi fungono da riparamenti.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, non presentano interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è rispettato, si trova generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è parzialmente rispettata.</p>
<p>Tipologia G</p> <p>Muratura composta da laterizi di rinforzo disposti alla fiamma addossati ad un paramento murario in sasso spugnoso, le cui pietre presentano una forma squadrate.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trova generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata, i giunti non sono molto erosi.</p>	<p>Tipologia H</p> <p>Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario, il pietrame presenta sia forme squadrate che fondogiganti, mentre i laterizi fungono da riparamenti.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali non è rispettata. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato e localmente non rispettato. La qualità della malta è in parte rispettata, i giunti non sono molto erosi.</p>
<p>Volta a botte lunettata</p> <p>La volta a botte maggiore che funge da copertura al piano terra del mastio è ribassata da volte canoniere o laterali perpendicolarmente al suo asse. La volta si compone da laterizi posti di cobello.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trovano tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata.</p>	<p>Volta a botte</p> <p>La volta a botte ribassata come volta canoniera, la volta assume una forma a concoidale dall'interno verso l'esterno della muratura. Si compone di laterizi disposti di cobello.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trovano tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata.</p>
<p>Volta a sesto acuto della canoniera sulla cornice nord</p> <p>La volta di copertura della canoniera presenta, nella sua estensione in profondità un ribassamento di circa 15 cm e assume in sezione una forma a concoidale dall'interno verso l'esterno della muratura. Si compone di laterizi disposti di cobello.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trovano tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata.</p>	<p>Volta a tutto sesto sul camminamento di ronda</p> <p>La volta si compone di mattoni disposti di cobello che poggiano su spalle in conci di sasso spugnoso da un lato e su una muratura a sacco composta da sasso spugnoso e laterizi dall'altro.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata. Anche lo sfalsamento dei giunti verticali è rispettato e si trova generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata, in quanto i giunti sono parzialmente erosi.</p>
<p>Volta a sesto acuto della canoniera sulla cornice nord</p> <p>La volta di copertura della canoniera presenta, nella sua estensione in profondità un ribassamento di circa 15 cm e assume in sezione una forma a concoidale dall'interno verso l'esterno della muratura. Si compone di laterizi disposti di cobello.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trovano tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata.</p>	<p>Solaio del piano terra del mastio</p> <p>Il solaio è composto da terra battuta non livellata e nel centro presenta una cisterna dal'apertura circolare e costata da una muratura in laterizi a tre teste, in superficie intorno all'apertura della cisterna sono disposti cinque mattoni ad abito.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>Lo sfalsamento dei giunti orizzontali e verticali è rispettato e la qualità della malta è rispettata. L'interno della cisterna si presenta rivestito di uno strato di intonaco bianco parzialmente eroso.</p>
<p>Volta a sesto acuto della canoniera sulla cornice nord</p> <p>La volta di copertura della canoniera presenta, nella sua estensione in profondità un ribassamento di circa 15 cm e assume in sezione una forma a concoidale dall'interno verso l'esterno della muratura. Si compone di laterizi disposti di cobello.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trovano tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata.</p>	<p>Solaio del passaggio voltato del camminamento di ronda</p> <p>Il solaio è costituito da mattoni disposti secondo una tessitura di fascia, in fondo al camminamento sono presenti gradini in sasso spugnoso che conducono al la scala di accesso verso il mastio.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>Lo sfalsamento dei giunti orizzontali è rispettato così come quello dei giunti verticali che si trovano generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è solo in parte rispettata in quanto le giunture si presentano localmente erose.</p>



- Quota sezione: +500
- M19 Muratura in conci squadriti e fondogiganti di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia E**
 - M20 Muratura in sasso spugnoso mista a laterizi di riparamento. Parametro: **tipologia A**
 - M21 Muratura in laterizi di rivestimento di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia G**
 - M22 Muratura in laterizi e pietre di sasso spugnoso. Parametro: **tipologia A**
 - V1 Volta a botte lunettata di copertura al piano terra del mastio.
 - V2 Volta a botte di copertura al piano superiore del mastio. L'asse orizzontale è est-ovest.
 - V3 Volta a botte ribassata di copertura alle canoniere in sasso spugnoso. Parametro: **tipologia A**
 - V4 Volta di copertura della torre poligonale. L'asse orizzontale è est-ovest.
 - V5 Volta a botte ribassata con assone a carcioffoli della canoniera alla torre poligonale.
 - V6 Volta di copertura del percorso di ronda composta da mattoni disposti di cobello.
 - S1 Solaio controtela del piano inferiore del mastio. Nel centro si apre una piccola cisterna.
 - S2 Solaio controtela del camminamento di ronda. In laterizi disposti di cobello.

<p>Tipologia C</p> <p>Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario, il pietrame presenta sia forme squadrate che fondogiganti mentre i laterizi fungono da riparamenti.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è parzialmente rispettata, solo localmente ci sono interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato e localmente non rispettato. La qualità della malta è rispettata.</p>	<p>Tipologia D</p> <p>Muratura in pietra di sasso spugnoso tendente a forme squadrate. I conci di pietra presentano forme squadrate di medie e grandi dimensioni.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, solo localmente ci sono interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato, si trova tra centro e bordo dell'elemento interno. La malta è assente.</p>
<p>Tipologia G</p> <p>Muratura composta da laterizi di rinforzo disposti alla fiamma addossati ad un paramento murario in sasso spugnoso, le cui pietre presentano una forma squadrate.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trova generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è in parte rispettata, i giunti non sono molto erosi.</p>	<p>Tipologia H</p> <p>Muratura mista in pietrame e laterizi di uso secondario, il pietrame presenta sia forme squadrate che fondogiganti, mentre i laterizi fungono da riparamenti.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali non è rispettata. Lo sfalsamento dei giunti verticali è parzialmente rispettato e localmente non rispettato. La qualità della malta è in parte rispettata, i giunti non sono molto erosi.</p>
<p>Volta a botte canoniera</p> <p>Volta a botte ribassata come volta canoniera, la volta assume una forma a concoidale dall'interno verso l'esterno della muratura. Si compone di laterizi disposti di cobello.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata, non presentano interruzioni. Lo sfalsamento dei giunti verticali è rispettato, si trova generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è rispettata, i giunti non sono erosi.</p>	<p>Volta a capota torre poligonale</p> <p>La volta a botte si ripete per entrambi i piani della torre. Si compongono di laterizi disposti di cobello su una muratura in conci di sasso spugnoso. Ad oggi non resta che il modo di congiunzione tra la muratura portante della torre e la volta.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>La presenza dei filari orizzontali è rispettata così come lo sfalsamento dei giunti verticali che si trovano tra centro e bordo dell'elemento interno. La qualità della malta è rispettata, i giunti non sono erosi.</p>
<p>Solaio del piano terra del mastio</p> <p>Il solaio è composto da terra battuta non livellata e nel centro presenta una cisterna dal'apertura circolare e costata da una muratura in laterizi a tre teste, in superficie intorno all'apertura della cisterna sono disposti cinque mattoni ad abito.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>Lo sfalsamento dei giunti orizzontali e verticali è rispettato e la qualità della malta è rispettata. L'interno della cisterna si presenta rivestito di uno strato di intonaco bianco parzialmente eroso.</p>	<p>Solaio del passaggio voltato del camminamento di ronda</p> <p>Il solaio è costituito da mattoni disposti secondo una tessitura di fascia, in fondo al camminamento sono presenti gradini in sasso spugnoso che conducono al la scala di accesso verso il mastio.</p> <p>Qualità della muratura</p> <p>Lo sfalsamento dei giunti orizzontali è rispettato così come quello dei giunti verticali che si trovano generalmente nel centro dell'elemento interno. La qualità della malta è solo in parte rispettata in quanto le giunture si presentano localmente erose.</p>





Analisi del quadro fessurativo della struttura

Fessura F1 - Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause
Le lesioni osservate sono causate da cedimenti differenziali delle fondazioni. In particolare si presentano inclinate a 45° in corrispondenza delle aperture.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: max. 0,3 cm
Lunghezza: 100 cm; 85 cm

Fessura F2 - Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause
La presenza di lesioni due sovrapposte quando si hanno dei cedimenti differenziali delle fondazioni della muratura.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: max. 1 cm
Lunghezza: 310 cm

Fessura F3 - Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause
Il danno, dovuto al distacco per discontinuità materico costruttiva, è legato alla coerenza e all'accostamento di due materiali diversi.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: min. 0,5 cm
Lunghezza: 265 cm

Fessura F4 - Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause
La lesione è legata alla coerenza e all'accostamento di due materiali diversi e alla realizzazione dei tamponamenti delle aperture del muro, anch'esse non coeve alla facciata su cui risiede.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: min. 0,5 cm
Lunghezza: 67 cm; 55 cm

Fessura F5 - Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause
La lesione è generata dalla realizzazione in tempi differenti delle due murature affiancate, nonostante il risvolto sia dello stesso periodo le pareti più antiche corrispondono a fasi evolutive differenti.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: max. 0,8 cm
Lunghezza: 920 cm

Fessura F6 - Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause
La lesione è generata dalla realizzazione in tempi differenti delle due murature affiancate, nonostante il risvolto sia dello stesso periodo le pareti più antiche corrispondono a fasi evolutive differenti.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: max. 0,8 cm
Lunghezza: 920 cm

Fessura F7 - Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause
Le fessure sono causate da cedimenti differenziali delle fondazioni della muratura. In particolare si presentano inclinate a 45°, in questo caso in corrispondenza del cantonale.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: max. 1,5 cm
Lunghezza: 265 cm

Fessura F8 - Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause
Le lesioni dovute a cedimenti differenziali delle fondazioni della muratura si presentano generalmente inclinate a 45°.

Descrizione
Cgil fess. asse x: non passante
Cgil fess. asse y: parziali
Cgil fess. asse z: complenari
Ampiezza: max. 0,8 cm
Lunghezza: 240 cm

Mecanismi locali di danni: ribaltamento semplice di parete. Analisi cinematica lineare allo stato limite di salvaguardia della vita SLV

Ipotesi sul comportamento della muratura
- Resistenza nulla a trazione
- Assenza di scorrimento tra i blocchi

Resistenza a compressione infinta
Sufficiente monodirezionale

Parametri del macroelemento
Area parete al p.1 A1 = 30 [m²]
Area parete al p.2 A2 = 13 [m²]
Spessore b = 0,8 [m]
Altezza p.1 H1 = 4,0 [m]
Altezza p.2 H2 = 3 [m]
Peso specifico pietra γr = 2,3 [kN/m³]
Peso proprio parete p.1 P1 = 55,2 [kN]
Peso proprio parete p.2 P2 = 23,3 [kN]
Carico del soletto N1 = 16,24 [kN]
Carico della copertura N2 = 65,26 [kN]



Analisi cinematica lineare in SLV
Moltiplicazione dei carichi
Massa partecipante al cinesmatismo
Frazione di massa partecip. al cinesmatismo
Accelerazione sismica spettrale
Accelerazione di picco della domanda sismica

$w = \frac{M_{stab} / M_{lab}}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,09$ [m/m]
 $M^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 12$ [m/m]
 $w^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,78$ [m/m]
 $a^* = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 0,81$ [m/s²]
 $a = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 0,1$ [m/s²]

Verifica
 $a^* \geq a$ **0,81 ≥ 0,1 VERIFICATO**

Ipotesi sul comportamento della muratura
- Fattore di struttura q=3
- Vita normale v=100
- Coefficiente d'uso Cu=1
- Fattore di riferimento V=100
- Periodo di ritorno t=3
- Fattore di conformità Fc=1,35
- Livello di conoscenza LV1

Parametri del macroelemento
Area parete al p.1 A1 = 67,4 [m²]
Area parete al p.2 A2 = 34 [m²]
Spessore b = 3,1 [m]
Altezza p.1 H1 = 2,3 [m]
Altezza p.2 H2 = 4,5 [m]
Peso specifico pietra γr = 2 [kN/m³]
Peso proprio parete p.1 P1 = 480,36 [kN]
Peso proprio parete p.2 P2 = 242,24 [kN]
Carico del soletto N1 = 16,41 [kN]
Carico della copertura N2 = 60,86 [kN]



Analisi cinematica lineare in SLV
Moltiplicazione dei carichi
Massa partecipante al cinesmatismo
Frazione di massa partecip. al cinesmatismo
Accelerazione sismica spettrale
Accelerazione di picco della domanda sismica

$w = \frac{M_{stab} / M_{lab}}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,39$ [m/m]
 $M^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 62,74$ [m/m]
 $w^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,77$ [m/m]
 $a^* = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 3,68$ [m/s²]
 $a = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 0,1$ [m/s²]

Verifica
 $a^* \geq a$ **3,68 ≥ 0,1 VERIFICATO**

Individuazione della pericolosità sismica del sito: Comune di Forlì
- Categoria del sottosuolo e topografia S = 1,2
- Periodo di ritorno di progetto Tc = 0,4196 s
- Periodo di vibrazione della struttura T1 = 0,091*(3/4)
- Accelerazione massima del sito ag/PGA = 0,25 g

Parametri del macroelemento
Area parete al p.1 A1 = 19,56 [m²]
Area parete al p.2 A2 = 14,9 [m²]
Spessore b = 1,12 [m]
Altezza p.1 H1 = 4,9 [m]
Altezza p.2 H2 = 3 [m]
Peso specifico pietra γr = 2,3 [kN/m³]
Peso proprio parete p.1 P1 = 50,39 [kN]
Peso proprio parete p.2 P2 = 37,41 [kN]
Carico del soletto N1 = 17,27 [kN]
Carico della copertura N2 = 57,84 [kN]



Analisi cinematica lineare in SLV
Moltiplicazione dei carichi
Massa partecipante al cinesmatismo
Frazione di massa partecip. al cinesmatismo
Accelerazione sismica spettrale
Accelerazione di picco della domanda sismica

$w = \frac{M_{stab} / M_{lab}}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,12$ [m/m]
 $M^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 13,29$ [m/m]
 $w^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,89$ [m/m]
 $a^* = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 1,06$ [m/s²]
 $a = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 0,1$ [m/s²]

Verifica
 $a^* \geq a$ **1,06 ≥ 0,1 VERIFICATO**

Analisi dei carichi dei soletti gravanti sulla parete
- Carichi permanenti
- Carichi variabili

Destinazione d'uso
Carico della neve
Carico della neve
110 [kg/m²]

Parametri del macroelemento
Area parete al p.1 A1 = 30 [m²]
Area parete al p.2 A2 = 13 [m²]
Spessore b = 0,8 [m]
Altezza p.1 H1 = 4,0 [m]
Altezza p.2 H2 = 3 [m]
Peso specifico pietra γr = 2,3 [kN/m³]
Peso proprio parete p.1 P1 = 55,2 [kN]
Peso proprio parete p.2 P2 = 23,3 [kN]
Carico del soletto N1 = 16,24 [kN]
Carico della copertura N2 = 65,26 [kN]



Analisi cinematica lineare in SLV
Moltiplicazione dei carichi
Massa partecipante al cinesmatismo
Frazione di massa partecip. al cinesmatismo
Accelerazione sismica spettrale
Accelerazione di picco della domanda sismica

$w = \frac{M_{stab} / M_{lab}}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,51$ [m/m]
 $M^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 62,12$ [m/m]
 $w^* = \frac{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})}{(P_{1st} + N_{1st}) / (P_{1st} + N_{1st})} = 0,77$ [m/m]
 $a^* = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 4,78$ [m/s²]
 $a = \frac{(a_{0,5} / \gamma_{FC})}{(a_{0,5} / \gamma_{FC})} = 0,1$ [m/s²]

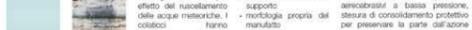
Verifica
 $a^* \geq a$ **4,78 ≥ 0,1 VERIFICATO**

D1 Annullazione pietra

Cause
Formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e con distribuzione uniforme.

Interventi
- composizione chimica
- cristallizz. sui soluti
- cicli di gelo e disgelo
- azioni ecliche
- infiltrazioni di acqua
- umidità

Interventi
Pulitura a secco mediante pennelli a setole morbide e aspiratori a bassa pressione; estrazione dei sali solubili mediante impacchi di carta e acqua deionizzata; protezione tramite resine acriliche.



D6 Efflorescenza

Cause
Formazione di cristalli, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino, a polverizzazione sulla superficie del manufatto.

Interventi
- composizione chimica
- mineralogica
- accessi di acqua
- cristallizzazione dei sali solubili

Interventi
Spazzatura; estrazione dei sali solubili mediante cicli di impacchi assorbenti di acqua distillata; lavaggio con acqua deionizzata e leggera spazzatura; estrazione dei sali solubili mediante due cicli di impacchi.

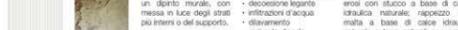


D11 Grafiti

Cause
Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati più interni o del supporto.

Interventi
- mancata manutenzione
- decisione legittima
- infiltrazioni d'acqua
- dilavamento
- cicli gelo-disgelo
- cristallizzazione dei sali

Interventi
Pulitura; rettificatura dei giunti di malta erosi con stucco a base di calce idraulica naturale; riprezzo con malta a base di calce idraulica naturale e tinte naturali con cromia dell'intonaco circostante.

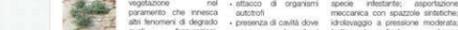


D16 Polverizzazione

Cause
Decostruzione che si manifesta con la caduta spontanea del materiale sotto forma di polvere o granuli.

Interventi
- composizione chimica
- infiltrazioni d'acqua
- agenti atmosferici
- cristallizzazione dei sali
- inquinam. atmosferico

Interventi
Pulitura a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; integrazione dell'elemento mediante granello di calce e polvere di corallo pesto di colore simile al manufatto da integrare.

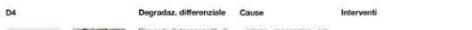


D2 Coltellio

Cause
Patologia causata per effetto del ruotamento delle acque meteoriche, il coltellio ha un andamento verticale.

Interventi
- allavamento idrico del supporto
- morfologia propria del manufatto

Interventi
Pulitura mediante apparecchi aerosolizzati a bassa pressione, stesura di consolidamento protettivo per preservare la parte dall'azione meccanica.



D7 Erosione

Cause
Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa.

Interventi
- azioni ecliche
- infiltrazioni di acqua
- scarsa compattezza dello strato superficiale
- inquinam. atmosferico

Interventi
Cautela rimozione di porzioni instabili; pulitura a secco tramite modeste getti di aria compressa a bassa pressione; stesura di consolidamento protettivo, previa bagnatura, di ripulitura con malta compatibile per natura, grana e colore.



D12 Lacuna

Cause
Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati più interni o del supporto.

Interventi
- mancata manutenzione
- decisione legittima
- infiltrazioni d'acqua
- dilavamento
- cicli gelo-disgelo
- cristallizzazione dei sali

Interventi
Pulitura; rettificatura dei giunti di malta erosi con stucco a base di calce idraulica naturale; riprezzo con malta a base di calce idraulica naturale e tinte naturali con cromia dell'intonaco circostante.



D17 Presenza di vegetazione

Cause
Insediamento di vegetazione nel paronimo che rinaccia altri fenomeni di degrado quali fessurazioni, disgregazioni.

Interventi
- accumuli di umidità
- attacco di organismi autotrofici
- presenza di cavità dove vanno a depositarsi spore e semi.

Interventi
Applicazione di biocidi specifici per lo spazio ristretto; asportazione meccanica con spazzole sinistrate; sbrigo con getto di acqua a pressione moderata; trattamento finale a bassa concentrazione biocida.



D3 Crosta nera

Cause
Stato superficiale fessurato per sollecitazioni del carbonio di calcio. Può distaccarsi dal substrato con la presenza di acqua in superficie.

Interventi
- composizione chimica
- mineralogica del materiale
- inquinam. ambientale
- presenza di pellicola d'acqua in superficie

Interventi
Pulitura mediante apparecchi aerosolizzati a bassa pressione; stesura di consolidamento protettivo al fine di preservare la parte dall'azione delle acque meteoriche.



D8 Erosione dei giunti

Cause
Asportazione di materiale dalla superficie dovuta ad azioni meccaniche di artefatti soliti, trasportate dal vento.

Interventi
- infiltrazioni di acqua
- migrazione di umidità
- cicli di gelo e disgelo
- agenti atmosferici
- inquinam. atmosferico
- scarsa manutenzione

Interventi
Pulitura a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; stesura di consolidamento protettivo; lavaggio con acqua distillata; pulitura a secco con pennelli morbidi e aspiratori a bassa pressione; stesura di consolidante maggiore.



D13 Mancanza

Cause
Caduta e perdita di parti.

Interventi
- mancata manutenzione
- decisione materiale
- infiltrazioni d'acqua
- dilavamento
- presenza di fessurazioni o lesioni strutturali

Interventi
Cautela rimozione degli elementi instabili e deperiti; pulitura a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; ricostruzione con elementi simili all'originale con malta di calce idraulica e sabbia di fiume.



D18 Rappezzo incongruo

Cause
Oggetti diversi dai materiali originali, ma aderenti ad essi, come piombi, chiodi o staffe di ferro, materiali e residui di altri restauri.

Interventi
- azioni antropiche

Intervento
Cautela rimozione dell'intervento.



D4 Degradat. differenziale

Cause
Ripartita eterogenea di composizione o struttura del materiale da esaminare rispetto gli originali motivi tessiturati o strutturali.

Interventi
- azione meccanica e/o chimica dovuta agli agenti atmosferici
- inquinam. atmosferico
- infiltrazioni d'acqua

Interventi
Pulitura meccanica a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; stesura di consolidamento protettivo per preservare la parte dall'azione meccanica.



D9 Esfoliazione

Cause
Degradazione che si manifesta con distacco spesso seguito da caduta, di uno o più strati sub-parietali tra loro.

Interventi
- oscillazioni termiche
- composizione materiale
- infiltrazioni di acqua
- umidità del supporto
- cristallizzazione dei sali solubili

Interventi
Fessurazione delle stoffe sovrapposte con fermature a base di calce naturale applicato in modo puntiforme; pulitura a secco con pennelli morbidi e aspiratori a bassa pressione; stesura di consolidante maggiore.



D14 Patina biologica

Cause
Modificazione naturale della superficie non collegabile a fenomeni di degrado o a parassitismi come una variazione del colore organico.

Interventi
- caratteristiche materiche
- migrazione di umidità
- cicli di gelo e disgelo
- agenti atmosferici

Interventi
Pulitura meccanica a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; stesura di consolidamento protettivo per preservare la parte dall'azione meccanica.

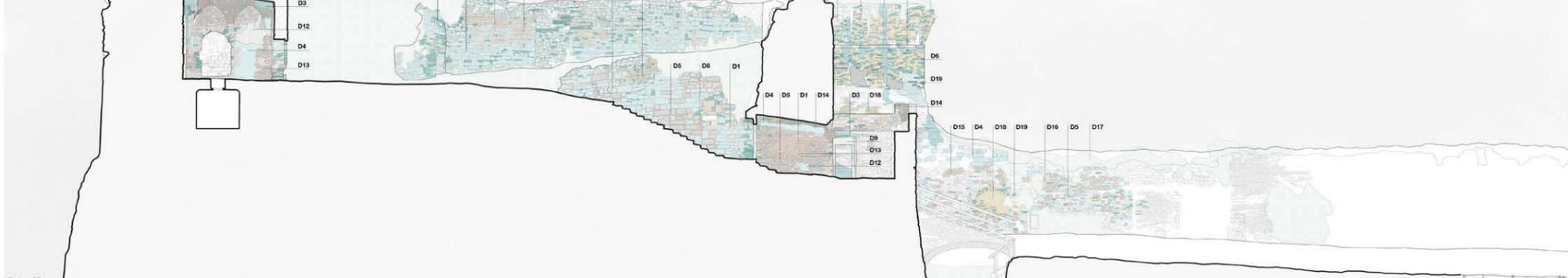
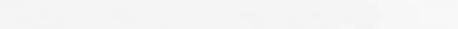


D19 Scagliatura

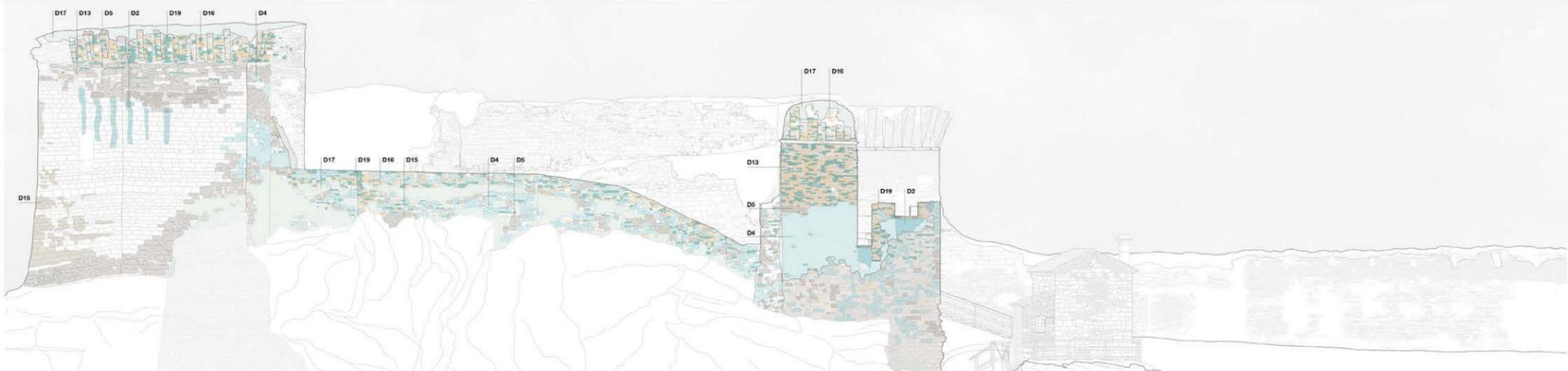
Cause
Distacco di scaglie o frammenti spessi in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale organico.

Interventi
- proprietà fisico-mec.
- oscillazioni termiche
- cristallizzazione dei sali
- infiltrazioni d'acqua
- cicli gelo-disgelo
- fattori climatici

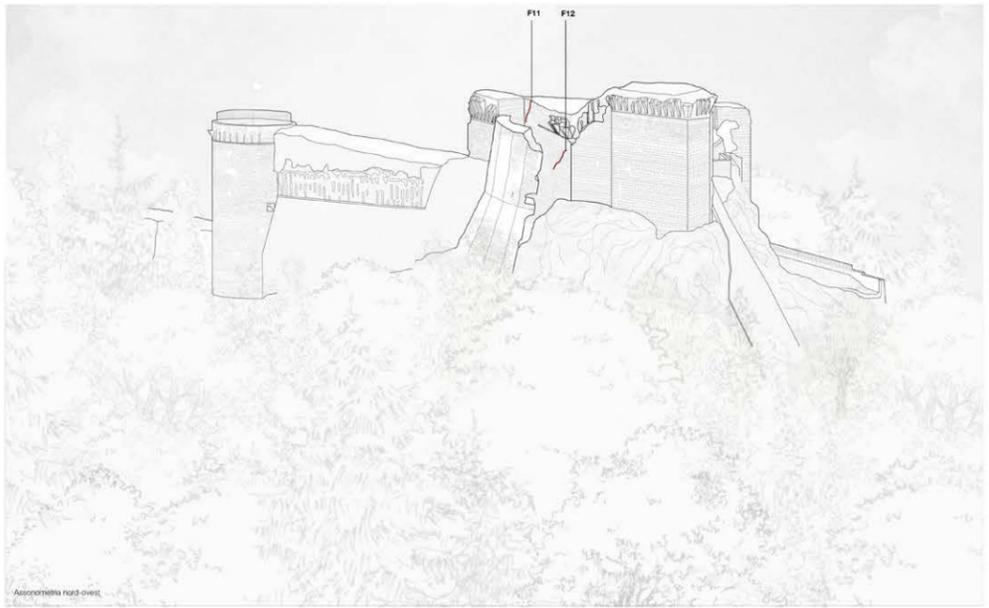
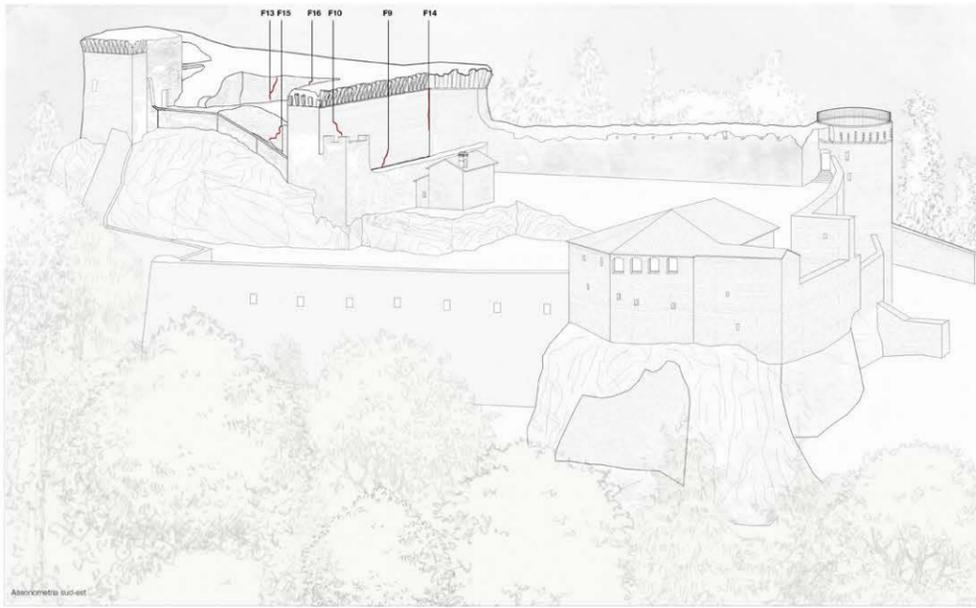
Interventi
Fissaggio delle scaglie sovrapposte o distaccate mediante fermature eseguite con impasti a base di calce naturale; consolidamento dello strato corticale tramite stesura a spruzzo di idoneo consolidante organico.



Sezione BB



Sezione AA



Analisi del quadro fessurativo della struttura

Fessura F9, Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La lesione è generata da cedimenti fondazionali, le fessure si presentano inclinate a 45° come accade generalmente.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: max. 0,5 cm
 Lunghezza: 100 cm

Fessura F10, Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La presenza di calette sui sollecitazioni è abbastanza frequente soprattutto quando si hanno dei cedimenti differenziali delle fondazioni della muratura.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: max. 0,3 cm
 max. 2,3 cm
 Lunghezza: 260 cm

Fessura F11, Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La lesione è generata da flessione e taglio si presenta inclinata a 45° ed è causata da cedimenti fondazionali.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: max. 0,3 cm
 max. 2,6 cm
 Lunghezza: 190 cm

Fessura F12, Rottura per flessione e taglio della muratura

Cause

La lesione è causata da cedimenti differenziali delle fondazioni, solitamente sono inclinate a 45° come nel caso in oggetto.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: max. 1,1 cm
 max. 3,3 cm
 Lunghezza: 150 cm

Fessura F13, Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

La fessura esaminata è causata da una discontinuità costruttiva, le due pareti presentano lo stesso materiale ma una differente posa in opera.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: min. 0,5 cm
 max. 2,1 cm
 Lunghezza: 360 cm

Fessura F14, Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

Il danno, dovuto al distacco per discontinuità materico costruttiva, è legato alla realizzazione periodica diversa della muratura, non possiede ad una più antica in materiale differente.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: min. 10 cm
 max. 15 cm
 Lunghezza: 1120 cm

Fessura F15, Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

La fessura in esame è causata da una discontinuità materica, le porzioni di muratura affiancate si compongono di diversi materiali.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: min. 0,7 cm
 max. 1,9 cm
 Lunghezza: 245 cm

Fessura F16, Distacco per discontinuità materico costruttiva

Cause

Le lesioni sono dovute a distacco per discontinuità costruttiva, molto probabilmente sono state realizzate in periodi differenti.

Descrizione
 Cgil fess. asse x: non passante
 Cgil fess. asse y: parallela
 Cgil fess. asse z: complanari
 Ampiezza: min. 1,1 cm
 max. 2,9 cm
 Lunghezza: 180 cm

Mecanismi locali di danni: ribaltamento semplice di parete. Analisi cinematica lineare allo stato limite di salvaguardia della vita SLV

Ipotesi sul comportamento della muratura
 • Resistenza nulla a trazione
 • Assenza di scorrimento tra i blocchi

Resistenza a compressione infinta
 Sufficiente monodirezionale



Parametri del macroelemento
 Area parete al p.d. A = 134,2 [m²]
 Spessore b = 1,8 [m]
 Altezza h = 11,2 [m]
 Peso specifico pietra w = 2,3 [kN/m³]
 Peso proprio parete P = 55,92 [kN]
 Carico del terreno N = 330 [kN]

Analisi cinematica lineare in SLV
 Moltiplicatore dei carichi w = 1,31 [m/s²]
 Massa partecipante al cinesismo M* = 1,31 [m/s²]
 Frazione di massa partecipante al cinesismo m* = 1,31 [m/s²]
 Accelerazione sismica spettrale a = 0,1 [m/s²]
 Accelerazione di picco della domanda sismica a = 0,1 [m/s²]

Verifica a = 1,31 > 0,1 VERIFICATO

Ipotesi sul comportamento della muratura

Resistenza a compressione infinta
 Sufficiente monodirezionale



Parametri del macroelemento
 Area parete al p.d. A1 = 80,24 [m²]
 Spessore b = 0,7 [m]
 Altezza h = 3,66 [m]
 Peso specifico pietra w = 2,3 [kN/m³]
 Peso proprio parete P = 96,99 [kN]
 Carico del terreno N = 201,66 [kN]

Analisi cinematica lineare in SLV
 Moltiplicatore dei carichi w = 1,70 [m/s²]
 Massa partecipante al cinesismo M* = 1,70 [m/s²]
 Frazione di massa partecipante al cinesismo m* = 1,70 [m/s²]
 Accelerazione sismica spettrale a = 0,1 [m/s²]
 Accelerazione di picco della domanda sismica a = 0,1 [m/s²]

Verifica a = 1,70 > 0,1 VERIFICATO

Individuazione della pericolosità sismica del sito: Comune di Forlì

Colonna del sottosuolo e topografia S = 1,2
 Periodo di ritorno Td = 0,4196 s
 Periodo di vibrazione della struttura T1 = 0,091*(3/4)
 Accelerazione massima dello sito ag/Pm = 0,25 g



Parametri del macroelemento
 Area parete al p.d. A1 = 34,73 [m²]
 Spessore b = 0,7 [m]
 Altezza h = 3,66 [m]
 Peso specifico pietra w = 2,3 [kN/m³]
 Peso proprio parete P = 55,92 [kN]
 Carico del terreno N = 70,04 [kN]

Analisi cinematica lineare in SLV
 Moltiplicatore dei carichi w = 1,55 [m/s²]
 Massa partecipante al cinesismo M* = 1,55 [m/s²]
 Frazione di massa partecipante al cinesismo m* = 1,55 [m/s²]
 Accelerazione sismica spettrale a = 0,1 [m/s²]
 Accelerazione di picco della domanda sismica a = 0,1 [m/s²]

Verifica a = 1,55 > 0,1 VERIFICATO

Analisi dei carichi dei sovraccarichi sulla parete

Carichi permanenti Destinatario dell'uso 500 [kg/m²]
 Carichi variabili Carico della neve 110 [kg/m²]



Parametri del macroelemento
 Area parete al p.d. A1 = 250 [m²]
 Spessore b = 0,7 [m]
 Altezza h = 11,1 [m]
 Peso specifico pietra w = 2,3 [kN/m³]
 Peso proprio parete P = 402,50 [kN]
 Carico del terreno N = 330,15 [kN]

Analisi cinematica lineare in SLV
 Moltiplicatore dei carichi w = 0,07 [m/s²]
 Massa partecipante al cinesismo M* = 0,07 [m/s²]
 Frazione di massa partecipante al cinesismo m* = 0,07 [m/s²]
 Accelerazione sismica spettrale a = 0,1 [m/s²]
 Accelerazione di picco della domanda sismica a = 0,1 [m/s²]

Verifica a = 0,07 > 0,1 VERIFICATO

D1 Annullazione pietra
Cause
 Formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e con distribuzione uniforme.
Interventi
 Pulitura a secco mediante pennelli a setole morbide e aspiratori a bassa pressione; estrazione dei sali solubili mediante impacchi di carta e acqua deionizzata; protezione tramite resine acriliche.

D6 Efflorescenza
Cause
 Formazione di cristalli, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino, a polverizzazione sulla superficie del manufatto.
Interventi
 Spazzatura; estrazione dei sali solubili mediante cicli di impacchi assorbenti di acqua deionizzata, lavaggio con acqua deionizzata e leggera spazzatura; estrazione dei sali solubili mediante due cicli di impacchi.

D11 Grafiti
Cause
 Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati più interni o del supporto.
Interventi
 marcata manutenzione
 decisione materiale
 infiltrazioni d'acqua
 dilavamento
 cicli gelo-digelo
 cristallizzazione dei sali

D16 Polverizzazione
Cause
 Decadenza che si manifesta con la caduta spontanea del materiale sotto forma di polvere o granuli.
Interventi
 Pulitura a secco con spazzole e aspiratori a bassa pressione; integrazione dell'elemento gravato di calce e polvere di corallo pesto di colore simile ai mattoni da intonaco.

D2 Coltellio
Cause
 Patologia causata per effetto del ruotamento delle acque meteoriche; il coltellio ha generalmente andamento verticale.
Interventi
 allavamento idrico del supporto
 morfologia propria del manufatto

D7 Erosione
Cause
 Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa.
Interventi
 azioni ecliche
 infiltrazioni d'acqua
 incompatibilità dello strato superficiale
 inquinam. atmosferico

D12 Lacune
Cause
 Caduta e perdita di parti di un dipinto murale, con messa in luce degli strati più interni o del supporto.
Interventi
 marcata manutenzione
 decisione materiale
 infiltrazioni d'acqua
 dilavamento
 cicli gelo-digelo
 cristallizzazione dei sali

D17 Presenza di vegetazione
Cause
 Invasione di vegetazione nel manufatto che innesci altri fenomeni di degrado quali fessurazioni, disgregazioni.
Interventi
 accumuli di umidità
 attacco di organismi autotrofi
 presenza di cavità dove vanno a depositarsi spore e semi

D3 Crosta nera
Cause
 Stato superficiale formato per sollecitazione del carbonio di calcio. Può distaccarsi dal substrato che si presenta disgregato.
Interventi
 composizione chimica mineralogica del materiale
 inquinam. ambientale
 presenza di pellicola d'acqua in superficie

D8 Erosione dei giunti
Cause
 Asportazione del materiale dalla superficie dovuta ad azioni meccaniche di artolite solite trasportate dal vento.
Interventi
 infiltrazioni di acqua
 migrazione di umidità
 cicli di gelo e disgelo
 agenti atmosferici
 scarsa manutenzione

D13 Mancanza
Cause
 Caduta e perdita di parti.
Interventi
 marcata manutenzione
 decisione materiale
 infiltrazioni d'acqua
 dilavamento
 presenza di fessurazioni o lesioni strutturali

D18 Rapizzo incongruo
Cause
 Oggetti diversi dai materiali originali, ma aderenti ad essi, come ponti, chiodi o staffe di ferro, materiali e residui di altri restauri.
Interventi
 azioni antropiche
 Cautela nel intervento.

D4 Degradaz. differenziale
Cause
 Riparata l'eterogeneità di composizione o struttura del materiale da evidenziare l'aspetto di cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.
Interventi
 azione meccanica e/o chimica dovuta agli agenti atmosferici
 inquinam. atmosferico
 infiltrazioni d'acqua

D9 Esfoliazione
Cause
 Degradazione che si manifesta con distacco spesso saggiato da caduta, di uno o più strati sub-paralleli tra loro.
Interventi
 condizioni termiche
 composizione materiale
 infiltrazioni di acqua
 umidità del supporto
 cristallizzazione dei sali solubili

D14 Patina
Cause
 Modificazione naturale della superficie non collegabile a fenomeni di degrado o penetrabile come una vasatura del colore organico.
Interventi
 caratteristiche materiche
 decisione materiale
 cicli di gelo e disgelo
 agenti atmosferici

D19 Scogliatura
Cause
 Distacco di scaglie o frammenti spessi in conseguenza di sollecitazioni di natura organica.
Interventi
 proprietà fisico-mec.
 condizioni termiche
 cristallizzazione dei sali
 infiltrazioni d'acqua
 cicli gelo-digelo
 fattori climatici

D5 Degregazione
Cause
 Stato avanzato di decisione caratterizzato da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.
Interventi
 distacco termico
 cicli gelo-digelo

D10 Fratturazione
Cause
 Si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.
Interventi
 composizione chimica
 proprietà fisico-mec.
 infiltrazioni d'acqua
 oscillazione termica
 inquinam. atmosferico

D15 Patina biologica
Cause
 Attacco microbico in modo macroscopico di colore e forma variabili.
Interventi
 struttura dei suoli
 accesso d'acqua
 sufficienti fonti umidriche
 umidità residuale alta
 presenza di materiale organico nel sottobito

D20 Sub-efflorescenza
Cause
 Formazione di cristalli, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polveroso sulla superficie del manufatto.
Interventi
 composizione chimica mineralogica materiale
 accesso d'acqua
 cristallizzazione dei sali





Musei e spazi espositivi

Il castello di Castrocara possiede attualmente un museo della Fortezza e della storia del territorio locale. Il territorio fortificato ospita diversi poli museali ma nessuno inerente all'architettura fortificata. Il nostro intento mira ad inserire il sito nel sistema di musei e spazi espositivi comunali.

Mobilità e trasporti

Il comune di Castrocara risulta facilmente raggiungibile grazie alla vicinanza alle principali vie di comunicazione. La fortezza è perciò accessibile sia attraverso mezzi pubblici collegati con la vicina stazione sia in auto grazie ad un nuovo parcheggio di pertinenza.

Il sistema dei parchi

Il parco e le aree boschive adiacenti il castello si inseriscono in un sistema già consolidato di strutture vegetali attrezzate ed escursionistiche di uso pubblico. Il primario verde analizzato sarà l'elemento chiave di collegamento tra il castello, il vicino parco termale e il percorso escursionistico attuale.

Servizi e poli attrattivi

Sul territorio comunale si possono contare differenti poli attrattivi e servizi sia per la popolazione locale sia per il turismo. Il nostro obiettivo è quello di incentivarli e incrementare l'attuale affluenza turistica legata principalmente al termalismo offrendo un diverso storico culturale.

Eventi e manifestazioni

Le numerose feste e manifestazioni che si svolgono sul territorio comunale interessano in buona parte l'area oggetto del nostro intervento. Una riqualificazione e un incremento delle zone di utilizzo contribuirà ad aumentare l'affluenza turistica e a migliorare il successo dell'evento.

Conservazione del castello

Il grande oggetto del nostro intervento si trova in pessimo stato di conservazione a causa della mancata manutenzione.

Un mancato intervento tempestivo potrebbe compromettere gravemente il recupero del sito e ne aggraverebbe le condizioni di conservazione.

E' perciò necessario intervenire per consolidare e valorizzare i manufatti in oggetto con opportuni interventi di conservazione.

La struttura vegetale

L'abbondante struttura vegetale a crescita spontanea che si è sviluppata nel corso del tempo è un tema importante da considerare per la valorizzazione dell'area.

Come si possono sfruttare al meglio le potenzialità delle zone boschive e inserirle nel progetto di valorizzazione?

Come si può riqualificare la vegetazione e suddividere l'area in ambiti di pertinenza per utilizzarla come collegamento tra il castello e le diverse parti del paesaggio?

Integrazione dei manufatti storici

Il castello si presenta frammentato e solo in parte accessibile a causa dei diversi interventi di restauro che hanno interessato solo alcuni manufatti.

Per avere una visione complessiva della fortificazione è necessario un progetto di collegamento e unificazione delle zone discontinue.

E' necessario perciò sviluppare un progetto che integri l'area di intervento con quelle già restaurate inserendole in un sistema di percorsi e terrazze panoramiche.

Valorizzazione del giuoco

Per valorizzare gli ambienti e gli spazi aperti oggetto del nostro restauro, che sono ricchissimi di storia, possono essere utilizzati come spazi per mostre temporanee.

Importante è ricercare una soluzione per collegare gli attuali spazi espositivi del palazzo con quelli di progetto per contenere unitariamente la visita.

Grazie al nuovo sistema di percorsi e spazi aperti pavimentati è possibile allestire eventi e mostre che si sviluppino sull'intera area della fortezza.

Nuova area parcheggio

Il parcheggio attuale risulta molto invasivo dal punto di vista paesaggistico e in un'area molto cementificata e inquinata dal traffico.

Per limitare l'impatto del costruito sul paesaggio è necessaria una nuova disposizione.

Si è pensato di ridisporre i parcheggi seguendo le curve di livello dell'area integrandoli opportunamente con la struttura vegetale e il manto erboso locale.

1 LA MURATA. Strategie progettuali

Valorizzazione del contesto attuale

Nuovi interventi progettuali

- Luoghi della memoria**: Valorizzazione dei manufatti di pregio storico e artistico per fornire una visione complessiva dell'evoluzione del sito.
- Area ristoro**: Potenziamento dell'offerta ristorativa nella zona. Attualmente è già presente un'attività di ristorazione all'interno del Borgo della Murata.
- Bed and Breakfast**: L'offerta turistica generata dalla valorizzazione locale potrà essere una risposta a strutture di soggiorno come bed and breakfast e pensioni.

2 IL BOSCO ATTREZZATO. Strategie progettuali

Valorizzazione del contesto attuale

Nuovi interventi progettuali

- Il bosco bonificato**: Riqualificazione delle zone boschive grazie alla cura della vegetazione esistente e alla piantumazione di nuove specie.
- Area gioco**: Il parco attrezzato della fortezza conterà anche degli spazi appositi per lo svago dei più piccoli, inserendovi appositi giochi.
- Punti panoramici**: Valorizzazione dei numerosi punti panoramici esistenti e la definizione di apposite aree di sosta.
- Il prato forto**: Al fine di valorizzare il manto erboso e le aree attrezzate di pertinenza della fortezza si propone la piantumazione di tappezzanti.

3 IL CASTELLO. Strategie progettuali

Valorizzazione del contesto attuale

Nuovi interventi progettuali

- Il museo della fortezza**: L'attuale museo della fortezza, attualmente in stato di abbandono, sarà inglobato nel progetto di completamento e valorizzazione.
- Ufficio del direttore**: L'ufficio dirigenziale rimarrà sempre nella posizione attuale, saranno riprogettate la scala di accesso e verrà rimossa la terrazza esistente.
- Area ristoro**: La taverna ed enoteca della fortezza di recente realizzata sarà utile al nuovo progetto di completamento del sito.

4 IL BOSCO SPONTANEO. Strategie progettuali

Valorizzazione del contesto attuale

Nuovi interventi progettuali

- Biglietteria e bookshop**: Nuova biglietteria di ingresso al castello, attualmente improvvisata e precaria, conterrà una piccola area dedicata al bookshop.
- Percorso di visita**: Progettazione di un nuovo percorso pavimentato di visita alla fortezza e collegamento ai principali manufatti del giuoco e della piazza d'Armi.
- Punti panoramici e mirador**: Valorizzazione dei numerosi punti panoramici del castello attraverso la progettazione di aree di sosta per ammirare il paesaggio.

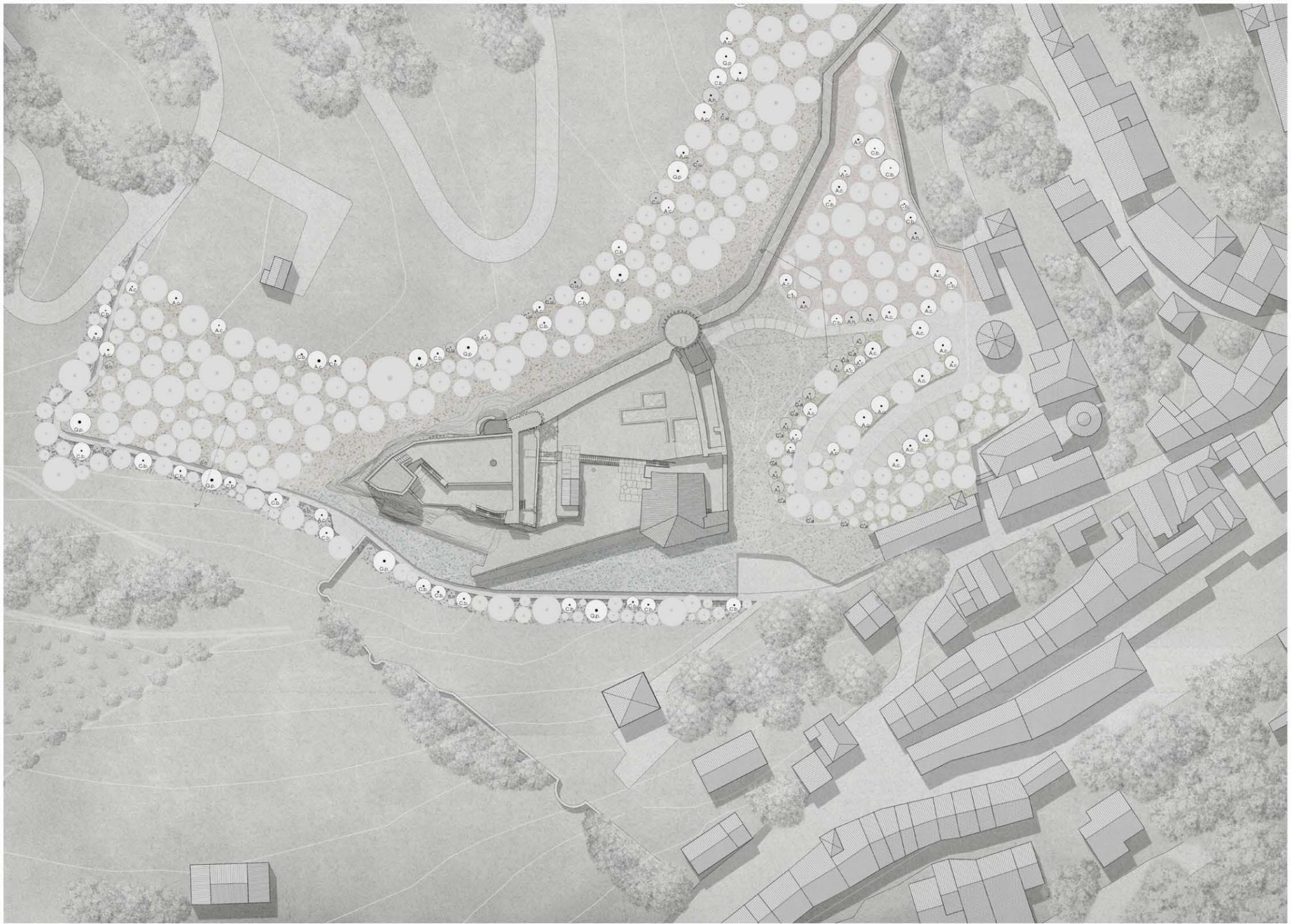
5 IL PERCORSO STORICO. Strategie progettuali

Valorizzazione del contesto attuale

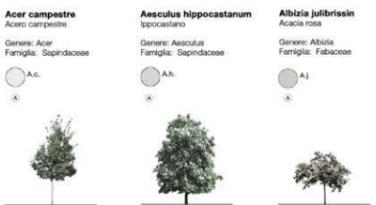
Nuovi interventi progettuali

- Luoghi della memoria**: Consolidamento dei manufatti di pregio storico per fornire una visione complessiva dell'evoluzione del sito.
- Spazi espositivi**: Riqualificazione degli ambienti interni del giuoco e degli spazi aperti per consentire l'utilizzo anche come luoghi d'esposizione.
- Il parco attrezzato**: Riqualificazione delle aree con vegetazione incolta per una conversione in spazi pubblici attrezzati.
- Il prato forto**: Al fine di valorizzare il manto erboso e le aree attrezzate di pertinenza della fortezza si propone la piantumazione di tappezzanti.
- Punti panoramici**: Potenziamento dei punti panoramici esistenti e la definizione di apposite aree di sosta.
- Il prato forto**: Al fine di valorizzare il manto erboso e le aree attrezzate di pertinenza della fortezza si propone la piantumazione di tappezzanti.





• specie arboree e arbustive, in sostituzione alle piante non compatibili o in pessimo stato fitosanitario.
 • specie tappezzanti da mezz'ombra, posizionate in adiacenza ai percorsi e in sostituzione a specie erbacee ricche.



Interventi sulla struttura vegetale
 • Eliminazione dei fusti e degli apparati radicali tramite operatori meccanici o manuali.
 • Potatura di ridimensionamento della chioma da eseguire con interventi occlusi sui rami.
 • Manutenzione straordinaria curativa sulle specie in cattivo stato fitosanitario.



Interventi sulle specie infestanti da effettuare nelle zone del castello
 • **Ailanthus altissima.** La rimozione avviene tramite taglio al colletto e successiva asportazione del fusto e dell'apparato radicale per evitare la crescita di nuovi polloni dalle radici esistenti.



• **Clematis vitalba.** La rimozione consiste nel taglio al colletto con successiva asportazione del fusto e dell'apparato radicale fino a evitare la nascita di nuovi polloni dalle radici esistenti.
 • **Hedera helix.** Rimozione delle frange striscianti ed eliminazione delle parti aggregate alle chiome degli alberi tramite iniezione di agente biocida nelle radici con successiva estrazione.



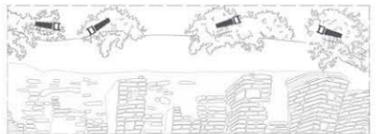
• **Rubus ulmifolius.** Di difficile estrazione, necessita di un trattamento di iniezione di un agente biocida nell'apparato radicale. Dopo qualche mese, una volta seccato, potrà essere rimosso.



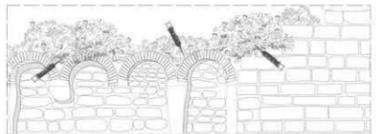
Infestazione di Hedera helix. Porzione del prospetto sud con presenza di Edera. La rimozione della specie infestante avviene tramite preventiva potatura di rimonda delle frange striscianti e successiva iniezione di un agente biocida alle radici. Successo in seguito all'essiccazione della pianta si potrà procedere alla rimozione e al lavaggio della superficie con acqua a pressione moderata così da asportare eventuali tracce residue di biocida.



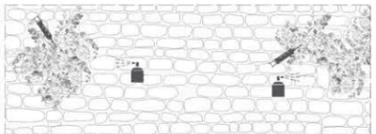
Infestazione di Ailanthus altissima. Porzione del prospetto est con presenza di Ailanto. L'eliminazione della specie avviene tramite un intervento di cerchiatura per bloccare la crescita vegetativa e farne successivo il taglio. La cerchiatura consiste nell'asportazione di un anello di alburo dall'altare per impedire alla linfa di raggiungere la chioma. Tale intervento permette di eliminare la pianta lasciando le radici intatte senza compromettere le strutture murarie adiacenti.



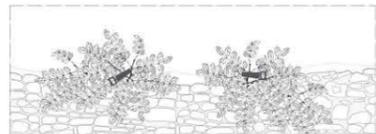
Infestazioni di Rubus ulmifolius. Porzione del prospetto nord-ovest con presenza di Rovi. Il rovo è considerato uno degli infestanti più difficili da rimuovere e tende ad espandersi con facilità. L'eliminazione della specie avviene tramite iniezioni puntuali di agente biocida sull'apparato radicale o per inonazione. Subito dopo un mese, quando la pianta sarà essicata si potrà procedere all'esportazione.

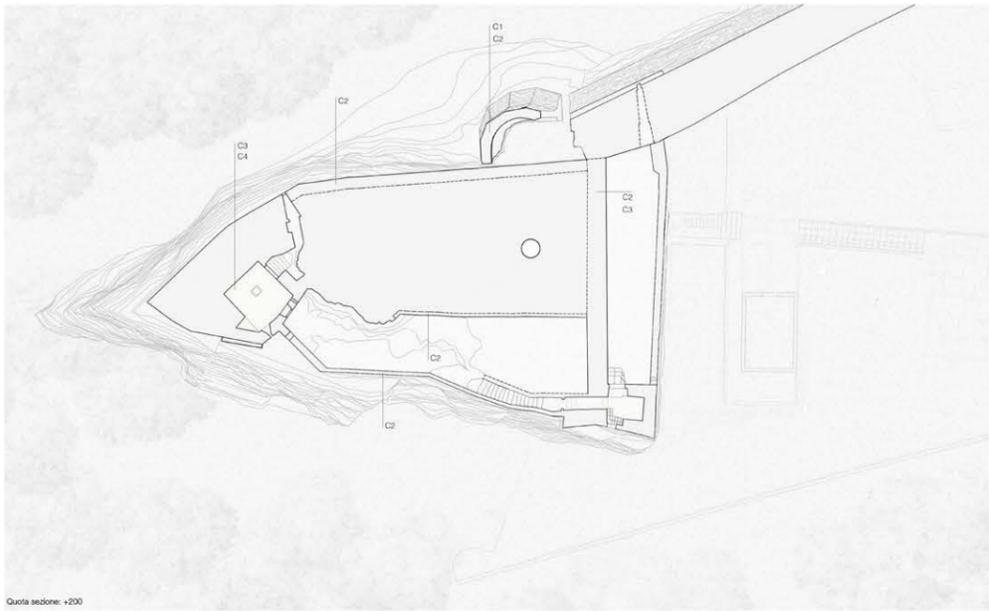


Infestazioni di Capparis spinosa. Porzione del prospetto Est con presenza di piante di capreo. Il capreo è un piccolo arbusto dal portamento cespuglioso, con fusto ramificato e rami lignificati solo nella parte basale, spesso molto lunghi. L'eliminazione della specie avviene tramite iniezioni puntuali di biocida alle radici e una volta essicata ed esportata manualmente si procede al lavaggio della superficie mediante acqua per eliminare eventuali tracce residue dell'agente utilizzato.

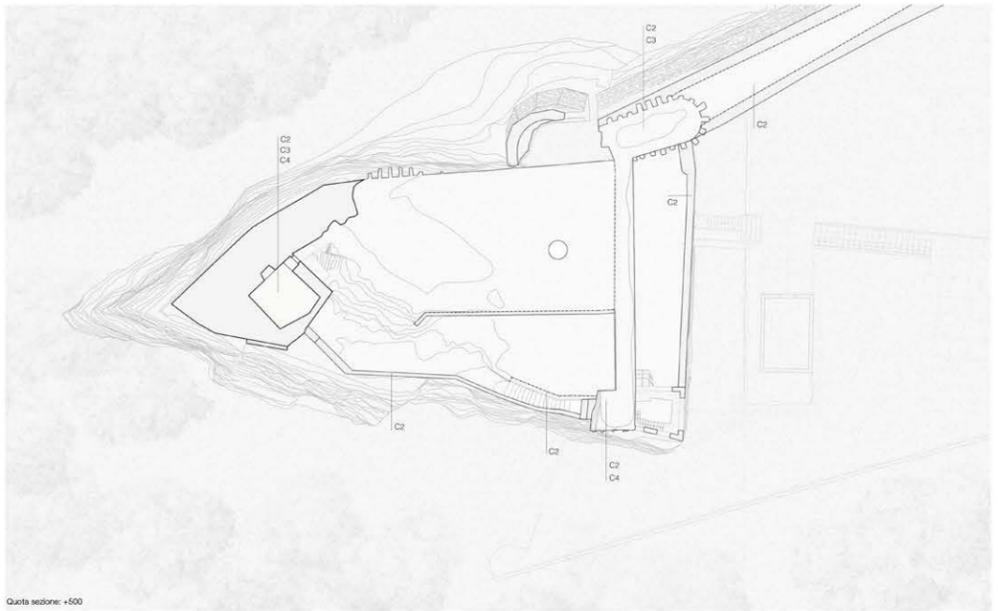


Infestazioni di Robinia pseudoacacia. Porzione del prospetto Est con presenza robinia. La robinia è classificata come infestante a causa della sua capacità riproduttiva e invasiva delle specie compatibili con il territorio. E' perciò necessario effettuare una cerchiatura alla base bloccando il passaggio della linfa all'infestazione in piedi. Una volta secca si procederà alla rimozione.





Quota sezione: +200



Quota sezione: +500

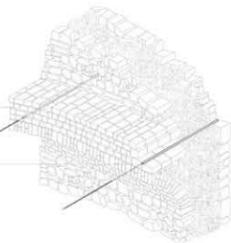
Stato di fatto
Lo stato attuale della torre poligonale è pericolante. Parzialmente crollata in seguito al terremoto del 1688 si è assestata nella configurazione attuale. Pertanto, per garantire la messa in sicurezza si è studiato un sistema di cerchiatura atto a limitare o impedire la deformazione e la rottura definitiva.



FASE I

Pulizia della superficie sulla quale annerire la cerchiatura

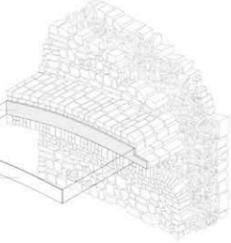
Foratura del paramento murario mediante tutto di trapani a percussione



FASE II

Stesura di uno strato di malta di calce sul paramento murario per livellarne la superficie

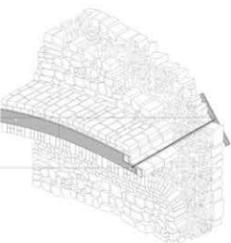
Cerchiatura tramite piastra metallica



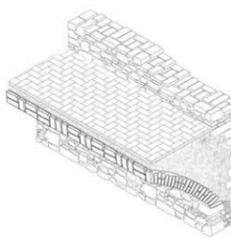
FASE III

Fissaggio dei capochiave a palette disposti ricinati esternamente

Anncoraggio della cerchiatura alla muratura tramite teste bullonate internamente



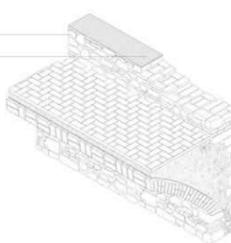
Stato di fatto
Ad oggi le creste murarie versano in un cattivo stato di conservazione sia a causa dell'azione disgregatrice degli agenti atmosferici che a causa della mancata manutenzione negli anni. Per preservare la sicurezza e la conservazione dell'elemento architettonico si è ipotizzata la protezione delle creste mediante la stesura di un cuscino di malta di calce.



FASE I

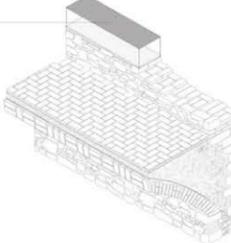
Pulizia dello strato murario su cui intervenire

Pareggiare la parte superficiale dell'elemento murario stendendo uno strato di malta di calce



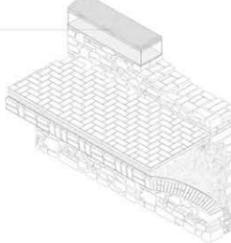
FASE II

Stesura di guaina impermeabile e traspirante



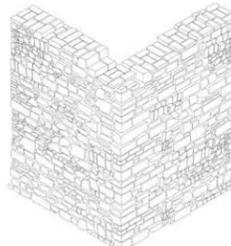
FASE III

Stesura di uno strato di malta di calce di circa 5-8 cm a forma di scivolo dritto al di sopra della guaina. (La malta di calce idraulica deve essere addizionata con prodotti antiriscaldamento e gelività dovuti all'infiltrazione dell'acqua all'interno della muratura)



C3. Cerchiatura con cavi

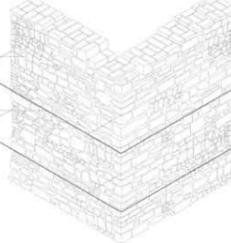
La cerchiatura con cavi si sostituisce alla più tradizionale cerchiatura mediante travi laddove le condizioni non lo rendono possibile. È il caso del Mastio in cui la presenza di aperture nella muratura e di buche portate troppo basse non permettono la messa in opera di tale sistema di consolidamento. Pertanto si è analizzato un metodo di cerchiatura con cavi all'interno dei giunti di malta.



FASE I

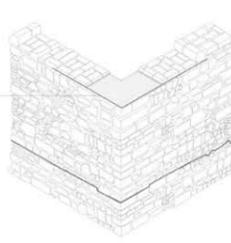
Pulizia della superficie e asportazione della malta polverizzata presente all'interno dei giunti

Stesura all'interno dei giunti di uno strato di 3 mm di malta forata con fili di acciaio per la predisposizione dei cavi.



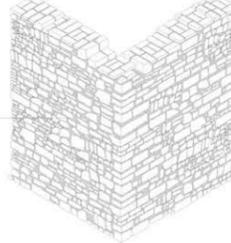
FASE II

Posizionamento delle spine dello spessore di 1 mm in acciaio inox seguendo l'orientamento dei giunti e fissaggio dei cavi con dei morsetti



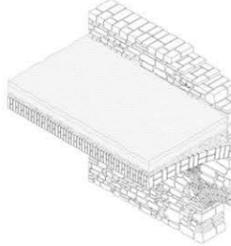
FASE III

Stesura di uno strato di malta di calce sottile per ottenere un risultato estetico particolarmente apprezzabile.



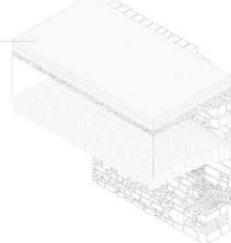
C4. Consolidamento delle volte

Le volte presenti all'interno del caso oggetto di studio versano in condizioni precarie, tanto da necessitare ad oggi di sistemi di puntellamento provvisori. Proprio per la mancata messa in sicurezza della struttura non è possibile renderla visitabile ai turisti. Per ovviare al problema si è studiato un sistema di consolidamento basato sul rinforzo estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e giomata di calce idraulica naturale.



FASE I

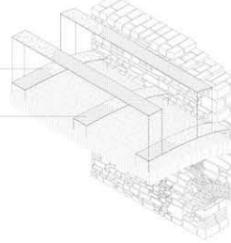
Pulizia della superficie di estradosso sino alla messa a nudo degli elementi strutturali e posa in opera di un fessoiolo consolidante corticale



FASE II

Stesura di un primo strato di giomata di circa 3-5 mm di spessore e posa in opera del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato quando la malta è ancora fresca

Stesura di un secondo strato di giomata di 3-5 mm di spessore al di sopra del tessuto



FASE III

Bloccaggio delle estremità delle fasce in fibra di acciaio inserendole all'interno di un foro precedentemente realizzato e fissaggio con mozzoni di giomata in calce naturale a bassa pressione.

