ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE - ARCHITETTURA

TESI DI LAUREA

in
ARCHITETTURA TECNICA II

LA VULNERABILITA' DEGLI AGGREGATI EDILIZI: VERIFICA DEL METODO GENERALE ATTRAVERSO L'ANALISI DEI DANNEGGIAMENTI DI SINGOLI EDIFICI NEL CENTRO STORICO DI MIRANDOLA.

CANDIDATO:
Lorenzo Sgarbi

RELATORE:

Chiar.mo Prof. Giovanni Mochi

CORRELATORE:
Prof. Riccardo Gulli
Ing. Giorgia Predari

Anno Accademico 2013/2014

Sessione I

INDICE

INTRODUZIONE ED OBIETTIVI pag. 1

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE DELLA CITTA' DI MIRANDOLA pag. 2

1.1. ***LOCALIZZAZIONE*** pag. 2

1.2. ***ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO*** pag. 2

2. INQUADRAMENTO STORICO DELLA CITTA' DI MIRANDOLA pag. 3

2.1. ***DALLA PREISTORIA ALL'VIII SEC.: le origini*** pag. 3

2.2. ***DAL IX AL XIII SECOLO: epoca canossiana*** pag. 4

2.3. ***XIV SECOLO: l' inizio del dominio dei PICO*** pag. 5

2.4. ***DAL XV SECOLO ALL' INIZIO DEL XVI SECOLO*** pag. 5

2.5. ***IL XVII SECOLO: il periodo Barocco*** pag. 6

2.5. ***IL XVII SECOLO: il periodo Barocco*** pag. 6

2.5.1. ***La guerra di Monferrato*** pag. 6

2.5.2. ***La guerra di successione spagnola*** pag. 8

2.6. ***LA DOMINAZIONE ESTENSE (1710-1860)*** pag. 8

2.6.1. ***La fase di transizione*** pag. 8

2.6.2. ***Le guerre di successione polacca e austriaca*** pag. 8

2.6.3. ***L'occupazione francese*** pag. 9

2.6.3. ***L'occupazione francese*** pag. 9

2.6.4. ***L'ultimo assedio*** pag. 10

2.6.5. ***La restaurazione*** pag. 10

2.7. ***MIRANDOLA POST-UNITARIA*** pag. 12

2.7.1. ***I primi fervori liberali*** pag. 12

2.7.2. ***La prima guerra mondiale*** pag. 13

2.7.3. ***La seconda guerra mondiale*** pag. 13

3. LO SVILUPPO URBANO pag. 14

3.1. ***L'ABITATO NEL XIII SECOLO*** pag. 14

3.2. ***L'ABITATO NEL XIV SECOLO*** pag. 14

3.3. ***L'ABITATO NEL XV SECOLO*** pag. 14

3.4. ***L'ABITATO NEL XVI SECOLO: DALLA CITTÀ QUADRATA ALLA CITTA' OTTAGONALE*** pag. 19

3.5. ***LA CITTA' NEL XVII SECOLO*** pag. 21

3.6. ***LA SOPPRESSIONE DEI CONVENTI*** pag. 22

3.7. NUOVE ***SOPPRESSIONI*** pag. 22

3.8. ***LA CITTA' NEL XIX SECOLO*** pag. 22

3.9. ***L'ERA FASCISTA*** pag. 23

3.10. ***IL SECONDO DOPO GUERRA*** pag. 24

3.11. ***IL FENOMENO URBANO*** pag. 25

4. IL TERREMOTO pag. 27

4.1. ***IL TERREMOTO IN ITALIA*** pag. 27

4.2. ***CARATTERIZZAZZIONE SISMICA DEL TERRITORIO*** pag. 28

4.3. IL TERREMOTO IN EMILIA pag. 28

5. LOCALIZZAZZIONE DELL'AGGREGATO DI STUDIO pag. 30

5.1. ***LOCALIZZAZIONE*** pag. 30

5.2. ***IL PIANO STRUTTURALE COMUNALE DI MIRANDOLA*** pag. 30

6. ANALISI STORICA DELL'AGGREGATO DI STUDIO pag. 35

6.1. STUDIO DELL'EVOLUZIONE STORICA CATASTALE pag. 35

7. ANALISI DELLE VULNERABILITA' pag. 38

8. MECCANISMI DI COLLASSO pag. 41

8.1. ***PREMESSA*** pag. 41

8.2. ***PRINCIPALI MODALITA' DI COLLASSO*** pag. 42

8.2.1. ***Meccanismi di danno di 1° modo*** pag. 42

8.2.2. ***Meccanismi di danno di 2° modo*** pag. 43

8.3. ***COMPRESENZA DI OSCILLAZIONI VERTICALI E ORIZZONTALI: VARIAZIONE DEI MECCANISMI DI DANNO*** pag. 43

9. RILIEVO DEL DANNO E VERIFICA DEI MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI pag. 44

9.1. ***RILIEVO DELLO STATO DI DANNO*** pag. 44

10. INDICI DI VULNERABILITA' pag. 46

10.1. ***OBIETTIVI E METODO*** pag. 46

10.2. ***DETERMINAZIONE DELL'ISOLATO DI STUDIO PER IL CALCOLO DEGLI INDICI*** pag. 46

10.3. ***CALCOLO DEGLI INDICI DI VULNERABILITA'*** pag. 48

10.4. ***VALUTAZIONE ANALITICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA*** pag. 48

10.4.1. ***Indice di disconnessione muraria*** pag. 48

10.4.2. ***Indice di ribaltamento delle facciate*** pag. 48

10.4.3. ***Indice di ribaltamento del timpano*** pag. 48

10.4.4. ***Indice di lesione da falsi puntoni*** pag. 49

10.4.5. ***Indice di vulnerabilità a taglio*** pag. 49

10.4.6. ***Indice di lesione da martellamento*** pag. 50

10.4.7. ***Indice globale analitico di vulnerabilità sismica*** pag. 51

10.5. ***VALUTAZIONE SPEDITIVA DELLA VULNERABILITA' SISMICA*** pag. 53

10.5.1. ***Indice di trasformazione in pianta*** pag. 53

10.5.2. ***Indice di trasformazione in alzato*** pag. 53

10.5.3. ***Indice globale speditivo di vulnerabilità sismica*** pag. 54

11. ANALISI DEI DANNEGGIAMENTI INTERNI pag. 55

11.1. ***OBIETTIVI E METODO*** pag. 55

11.2. ***ANALISI DELL'EDIFICO "A"*** pag. 57

11.3. ***ANALISI DELL'EDIFICO "B"*** pag. 59

11.4. ***ANALISI DELL'EDIFICO "C"*** pag. 61

11.5. ***ANALISI DELL'EDIFICO "D"*** pag. 63

11.6. ***ANALISI DELL'EDIFICO "E"*** pag. 65

11.7. ***OSSERVAZIONI*** pag. 67

12. CONCLUSIONI pag. 67

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA pag. 68

APPENDICE: TAVOLE GRAFICHE pag. 69

INDICE APPENDICE: TAVOLE GRAFICHE

TAVOLA 1: **PIANTA PIANO TERRA – STATO DI FATTO**

TAVOLA 2: **PIANTA PIANO PRIMO – STATO DI FATTO**

TAVOLA 3: **PIANTA PIANO SECONDO – STATO DI FATTO**

TAVOLA 4: **PIANTA PIANO TERZO – STATO DI FATTO**

TAVOLA 5: **PIANTA DELLA COPERTURA – STATO DI FATTO**

TAVOLA 6: **PROSPETTI – STATO DI FATTO**

TAVOLA 7: **MAPPE CATASTALI DELL'AGGREGATO**

TAVOLA 8: **PIANTA PIANO TERRA – SINTESI FASI DI ESPANSIONE**

TAVOLA 9: **RAPPRESENTAZIONE DELL'ISOLATO DI ANALISI**

TAVOLA 10: **PIANTA PIANO TERRA – VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE**

TAVOLA 11: **PIANTA PIANO PRIMO – VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE**

TAVOLA 12: **PIANTA PIANO SECONDO – VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE**

TAVOLA 13: **PIANTA PIANO TERZO – VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE**

TAVOLA 14: **PIANTA DELLA COPERURA – VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE**

TAVOLA 15: **PROSPETTI – VULNERABILITA' E PRESIDI: FACCIATE**

TAVOLA 16: **PROSPETTI – VULNERABILITA' A TAGLIO (2° MODO)**

TAVOLA 17: **PROSPETTI – MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI**

TAVOLA 18: **STIMA DELLA TRASFORMAZIONE IN PIANTA – VALUTAZIONE SPEDITIVA DELLA VULNERABILITA'**

TAVOLA 19: **STIMA DELLA TRASFORMAZIONE IN ALZATO – VALUTAZIONE SPEDITIVA DELLA VULNERABILITA'**

TAVOLA 20: **MAPPA DEL DANNO**

TAVOLA 21: **PROSPETTI - RILIEVO DEL DANNO**

TAVOLA 22: **CONFRONTO MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI E ATTIVATI**

TAVOLA 23: **CONFRONTO MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI E ATTIVATI**

TAVOLA 24: **CONFRONTO MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI E ATTIVATI**

TAVOLA 25: **INDIVIDUAZIONE DEGLI EDIFICI ANALIZZATI**

TAVOLA 26: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO "A"**

TAVOLA 27: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO "A"**

TAVOLA 28: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO "A"**

TAVOLA 29: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO "A"**

TAVOLA 30: **TECNOLOGIE COSTRUTTIVE DELL'EDIFICIO "A"**

TAVOLA 31: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “B”**

TAVOLA 32: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “B”**

TAVOLA 33: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “B”**

TAVOLA 34: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “B”**

TAVOLA 35: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “B”**

TAVOLA 36: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “B”**

TAVOLA 37: **TECNOLOGIE COSTRUTTIVE DELL’EDIFICIO “B”**

TAVOLA 38: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “C”**

TAVOLA 39: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “C”**

TAVOLA 40: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “C”**

TAVOLA 41: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “C”**

TAVOLA 42: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “C”**

TAVOLA 43: **TECNOLOGIE COSTRUTTIVE DELL’EDIFICIO “C”**

TAVOLA 44: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “D”**

TAVOLA 45: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “D”**

TAVOLA 46: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “D”**

TAVOLA 47: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “D”**

TAVOLA 48: **TECNOLOGIE COSTRUTTIVE DELL’EDIFICIO “D”**

TAVOLA 49: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 50: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 51: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 52: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 53: **RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 54: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 55: **RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “E”**

TAVOLA 56: **TECNOLOGIE COSTRUTTIVE DELL’EDIFICIO “E”**

TAVOLA 57: **ANALISI DELLE VULNERABILITA’ PRESENTI NELL’EDIFICIO “A”**

TAVOLA 58: **ANALISI DELLE VULNERABILITA’ PRESENTI NELL’EDIFICIO “B”**

TAVOLA 59: **ANALISI DELLE VULNERABILITA’ PRESENTI NELL’EDIFICIO “C”**

TAVOLA 60: **ANALISI DELLE VULNERABILITA’ PRESENTI NELL’EDIFICIO “D”**

TAVOLA 61: **ANALISI DELLE VULNERABILITA’ PRESENTI NELL’EDIFICIO “E”**

TAVOLA 62: **IMMAGINI DELL’ISOLATO DI STUDIO**

INTRODUZIONE ED OBIETTIVI

Lo sciame sismico che ha colpito l'Emilia nel maggio 2012, ha danneggiato profondamente il patrimonio edilizio in muratura che, come è noto, definisce i caratteri e le peculiarità insediative dei centri storici grandi e piccoli, con le loro valenza storiche ed architettoniche. La comprensione del comportamento sismico di queste costruzioni, osservato dal punto di vista tipologico e costruttivo, rappresenta una occasione formidabile per sperimentare metodologie speditive di analisi delle vulnerabilità alla scala dell'aggregato.

Il presente lavoro di tesi ha lo scopo di mettere a punto strumenti e metodologie per definire la vulnerabilità sismica degli aggregati, partendo da una base di dati varia. Questa ricerca tende a proporre un protocollo operativo per determinare, analizzare e quantificare la vulnerabilità a scala dell'aggregato, poiché allo stato dell'arte non esistono metodologie mirate specificatamente a tale scopo. L'obiettivo è ricostruire le fasi di trasformazione e da queste dedurre le carenze strutturali. Per le pubbliche amministrazioni significherebbe possedere uno strumento speditivo ed economico per monitorare la vulnerabilità sismica nel tempo. In questa sede è stato esaminato il tessuto storico del comune di Mirandola, località fortemente colpita dallo sciame sismico del maggio 2012, ed è stata applicata tale metodologia ad un aggregato edilizio del centro.

Lo studio è stato realizzato attraverso cinque fasi fondamentali:

1. Raccolta di dati e rilievi sull'aggregato rivolgendosi in particolar modo a informazioni riguardanti l'analisi storica, della cultura locale e la ricerca archivistica catastale.

2. Ricostruzione delle fasi evolutive dell'aggregato individuando la successione logica dal tipo di base alle espansioni, sopraelevazioni, rifusioni e ricostruzioni.

3. Analisi delle vulnerabilità sismiche partendo dai dati raccolti e dalle fasi evolutive.

4. Ipotesi dei meccanismi di danno attivabili coerentemente a quanto ricavato ai precedenti punti.

5. Rilievo del danno e confronto tra meccanismi attivati e meccanismi ipotizzati.

5. Calcolo degli indici di vulnerabilità.

6. Raccolta di rilievi e documentazione fotografica dei cinque edifici di studio.

7. Analisi delle vulnerabilità interne di ogni singolo fabbricato di studio.

8. Valutazione generale delle vulnerabilità interne dell'isolato.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE DELLA CITTA' DI MIRANDOLA

1.1. *LOCALIZZAZIONE*

La città di Mirandola fa parte della provincia di Modena nella regione Emilia Romagna e dista dal capoluogo 32 km. Ha una superficie di 137 kmq ed è uno dei comuni più popolosi della provincia con ben 24.407 abitanti. Fa parte della pianura Padana ed è caratterizzato da terreni alluvionali riferibili al fiume Po e al Secchia. Le principali frazioni sono: Cividale, Gavello, Mortizzuolo, Quarantoli, San Giacomo Roncole, San Martino Carano, San Martino Spino, Santa Giustina Vigona, Tramuschio.

Figura 1.1 Inquadramento territoriale della città di Mirandola. Nella carta regionale la posizione del comune di Mirandola è identificata con il colore azzurro.

1.2. *ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO*

Il territorio del Comune di Mirandola è localizzato nella zona della bassa modenese e occupa uno dei siti topograficamente più depressi, registrando una altezza sul livello del mare di soli 18m. Esso si presenta come un piatto pianoro alluvionale, delimitato a Ovest dal fiume Secchia, a Nord dagli attuali confini provinciali e regionali, a Est dal fiume Panaro, a Sud dalla media pianura modenese.

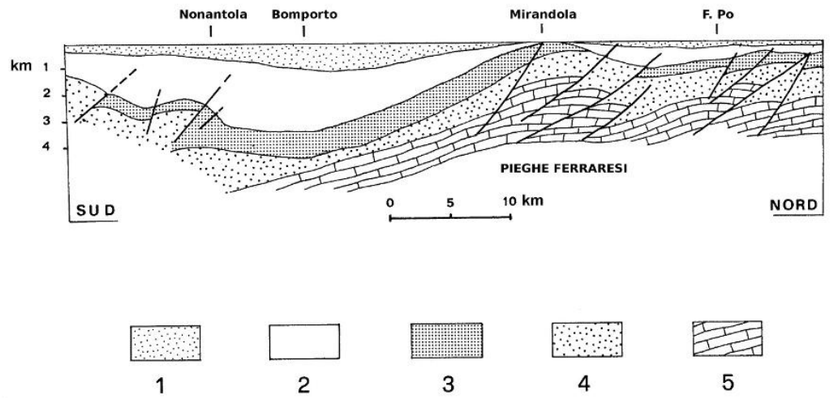


Figura 1.2 Sezione geologica attraverso la pianura modenese ricostruita sulla base delle stratigrafir dei pozzi di idrocarburi (modificata da Pieri & Groppi 1981). Legenda: 1) depositi alluvionali (Pleistocene-Olocene); 2) sedimenti marini del Pliocene sup. –Pleistocene; 3) sedimenti marini del Piocene inf. ; 4) sedimenti marini del Paleogene-Miocene; 5)formazioni marnoso-calcaree marine del Mesozoico costituenti le "Pieghe ferraresi".

Secondo un'analisi geologica, il territorio in esame appartiene al settore appenninico della pianura padana formatosi con la sedimentazione dei detriti trasportati dal fiume Po e dai numerosi fiumi emiliani in un arco di tempo che va dal Pliocene al Quaternario (2.500-5.000 milioni di anni fa) . La stratificazione più superficiale è costituita quindi in prevalenza da sabbie con tratti di lenti argillose; lo spessore varia dai 250 metri a Sud di Mirandola a meno di 100 metri in alcuni punti della zona delle "valli". Lo strato sottostante il banco sabbioso è di origine più antica. Nel territorio considerato prende il nome di "dorsale ferrarese" o "pieghe ferraresi". Si tratta di una struttura tettonica formata da un innalzamento verso la superficie degli strati profondi che raggiungono le minime profondità nell'area di Novi di Modena, Mirandola e San Felice sul Panaro. Senza dubbio tale formazione tettonica ha influenzato la configurazione del paesaggio di età storica, in particolare l'assetto della rete idrogeologica.

Dal punto di vista morfologico, il territorio oggetto d'esame si presenta come un uniforme tavolato che solo apparentemente è pianeggiante, ma che in realtà scende da Ovest (18-20 s.l.m.) verso Est (metri 8-11 s.l.m.). Tale sviluppo altimetrico è comunque interrotto da una serie di leggeri rilievi, i cosiddetti "dossi", cioè cordoni di terreno limo-sabbioso che corrispondono al percorso di primitivi alvei fluviali e che sono più rialzati rispetto al livello del terreno circostante (da uno a tre metri).

I tracciati fluviali contemporanei sono il risultato sia dell'evoluzione naturale che di una lunga serie di interventi dell'uomo. Questi, in particolare, hanno portato, in un primo momento, al definitivo imbrigliamento dei fiumi Secchia e Panaro entro gli alvei odierni (sec. XIV) e, poi, alla creazione, ultimata solo nei primi decenni del Novecento, di una complessa rete di canali di drenaggio, affluenti in parte nel Panaro e in parte nel Canale Collettore di Burana. Il fiume Secchia passava dalle paludi di Cittanova (a Ovest di Modena)e scendeva in vari rami verso la zona di bassa pianura, creando un grande delta che si estendeva da Finale fino oltre Carpi. Il fiume Po scorreva molto più a Sud dell'odierno tracciato e non era arginato, ma diviso in più rami che si espandevano nelle campagne circostanti. Il fiume Panaro invece passava molto più ad Est dell'attuale percorso, per cui in principio non interessava il territorio oggetto d'esame.

2. INQUADRAMENTO STORICO DELLA CITTA' DI MIRANDOLA

2.1. *DALLA PREISTORIA ALL'VIII SEC.: le origini*

Grande importanza di questo città è dovuta alla centralità rispetto un ipotetico triangolo formato da tre importanti fiumi il Po, il Panaro e il Secchia, sarà per questo un importante crocevia militare e commerciale. La presenza dell'uomo in questi luoghi è stata documentata circa 3000 anni fa probabilmente legata alla città che nell'età del bronzo era definita "Tesa". In epoca romana quasi certamente la zona di Mirandola era invasa dalle acque.

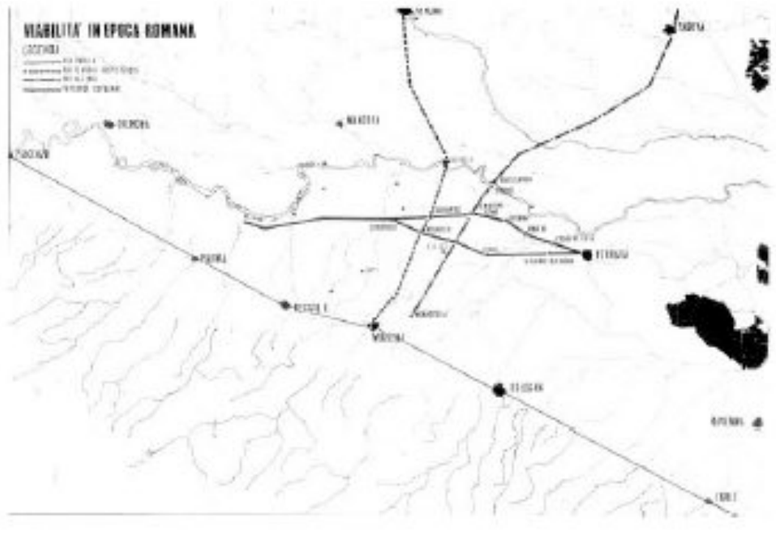


Figura 2.1 Viabilità in epoca romana.

Probabilmente in tempi antichi questi terreni erano di carattere prevalentemente paludoso. Lo stesso Emilio Lepido, regista della realizzazione della attuale via Emilia nel periodo delle guerre puniche, registrava la presenza di "selve e acquitrini". Ciò nonostante, è indubbio che questi territori fossero ampiamente popolati in epoca romana, tesi validata dai ritrovamenti di numerose suppellettili e materiali funebri. Inoltre, vari autori testimoniano la presenza di una strada militare che, distaccandosi dalla via Emilia in prossimità di Modena, passava nel mirandolese, presso un luogo chiamato Colicaria, e conduceva a Sermide, poi ad Altamira, Montagnana, Este, Padova, Altino, Concordia ed Aquileya. A questa strada in seguito se ne aggiunse un'altra che transitava presso Quarantoli, conduceva verso Ostiglia e poi per la Germania. Queste strade dovevano certamente essere state realizzate sui antichi dossi derivanti dagli alvei dei fiumi, così da aggirare la fangosità del terreno. I Romani contribuirono attivamente alla bonifica delle paludi e alla canalizzazione delle acque. Questo lavoro andò però perduto con la decadenza dell'Impero. Le terre furono nuovamente invase dalle acque e dalle paludi. Forse fu proprio in questo periodo che si persero le tracce delle strade romane.

Con la caduta dell'Impero Romano e le invasioni barbariche si verificò il quasi totale abbandono delle campagne da parte dell'uomo con conseguenti problemi manutentivi delle opere idrauliche. Occorse attendere la presenza dei Longobardi, che succedettero ai Goti nel VI secolo, per vedere la riorganizzazione del territorio. I nuovi invasori iniziarono un'opera di colonizzazione e di bonifica sulle terre già conquistate, ricostruendo città e fortezze.

Modena risultava essere il primo centro urbano di rilievo del regno Longobardo a settentrione dell'Appennino. Bologna rimaneva infatti territorio dell'esarcato di Ravenna. Essendo quindi terra di confine, Modena era necessariamente una stazione militare, sede di un nucleo di truppe Longobarde. La stessa osservazione era dunque valida per il territorio di Mirandola, anche esso sottoposto alla dominazione Longobarda; qui, nel VII secolo, venne fondata, in una località che doveva già essere nota ai Romani, la corte di Quarantoli. Il termine "corte" (da curtis), in età altomedievale, definiva una particolare distribuzione e conduzione dei terreni: vi era collocato un nucleo abitativo signorile riservato al padrone e dotato di strutture difensive; i contadini-soldati risiedevano e lavoravano nei mansi. Non esistono elementi certi per determinare il valore che ha avuto l'insediamento di Quarantoli sul territorio circostante; certamente si è trattata di una struttura con scopi difensivi.

Gli ordini monastici, benedettini e cistercensi, ebbero un ruolo fondamentale nelle bonifiche dei terreni agricoli su vasta scala. I possedimenti degli ordini monastici derivavano, prevalentemente, da cessioni fatte da grandi proprietari laici, i quali spesso donavano terreni incolti, paludosi e boschivi, che, per rappresentare un valore economico, dovevano essere bonificati. L'insediamento benedettino di Nonantola risale all'VIII sec.. Gran parte del territorio di Mirandola venne donato ai monaci di questa Abbazia perché lo bonificassero.

Da un punto di vista glottologico, il termine Mirandola, è attribuibile al primo nucleo di fortificazione, una sorta di avamposto sopraelevato rispetto alle paludi. *Mirandula* starebbe a significare, in termini latini, "piccola vedetta". Storicamente questo corrisponde proprio ad un luogo di dimensioni e strutture modeste dove era possibile "mirare" ad una certa distanza le eventuali mosse dei nemici. Mirandola era dunque una piccola vedetta, un minuscolo osservatorio di carattere bellico e difensivo.

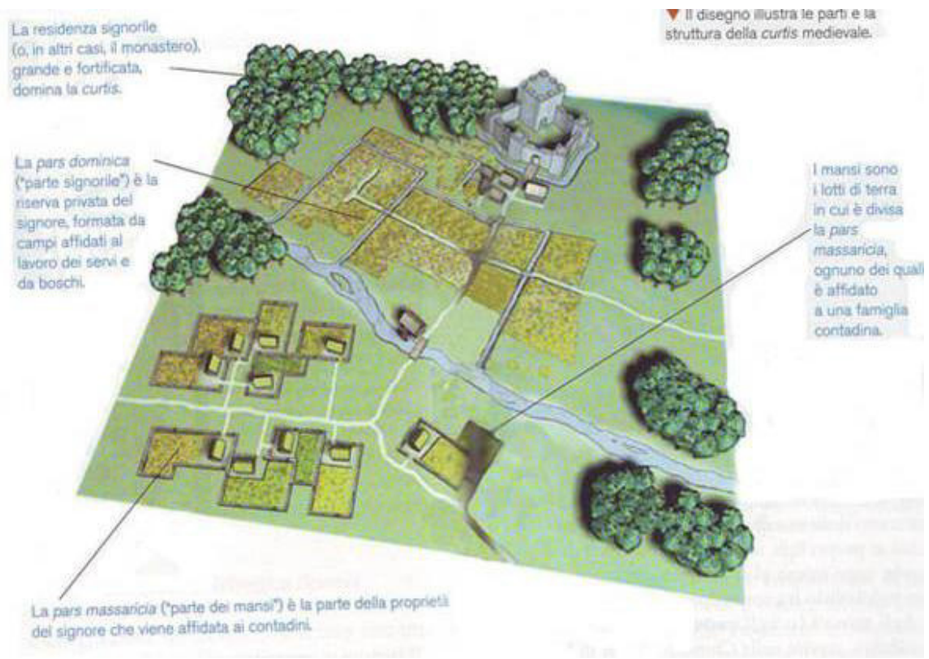


Figura 2.2 Ricostruzione della curtis altomedievale.

2.2. *DAL IX AL XIII SECOLO: epoca canossiana*

Mirandola in questo periodo si trova sotto il dominio dei Canossa. Proprio in questi annI viene costruito uno dei tanti castelli feudali atti alla difesa e all'organizzazione del territorio: il Castello di Mirandola. Esso verrà poi ceduto in proprietà alla chiesa dopo che il regno dei Canossa passa in mano a Ugo di Manfredo (i Manfredo sono una potente famiglia con ruoli importanti nelle vicende modenesi). Nel 1117 anche il Castello insieme a tutte le proprietà dei Canossa passerà all'impero. All'inizio del XIII secolo cominciano le lotte interne nel territorio modenese fra Guelfi e Ghibellini e proprio nel 1212 le corte di Quarantoli viene suddivisa in 26 quartieri. Questo periodo di lotte si chiuderà solo nel 1252 con l'accordo di 13 Mirandola. Infine nel 1267 il Castello viene venduto ai Modenesi che eliminano tutte le fortificazioni. Le vicende legate al castello sono molteplici e sempre separate dai territori circostanti, l'area del Castello è limitata, atta a soddisfare i bisogni della popolazione, il territorio circostante invece era più legato alle vicende politiche e di potere delle famiglie dominanti.

Figura 2.3 Mappa dell'Italia attorno all'anno 1000.

Le vicende legate al castello sono molteplici e sempre separate dai territori circostanti, l'area del Castello è limitata, atta a soddisfare i bisogni della popolazione, il territorio circostante invece era più legato alle vicende politiche e di potere delle famiglie dominanti. Dobbiamo ricordare alcuni avvenimenti importanti che portano Mirandola, nel 1349 circa, sotto il dominio dei Pico, in questo periodo finalmente Mirandola vedrà l'integrazione tra il centro abitativo e il territorio circostante creando cosi un nucleo urbano. Questo avvenimenti sono la dominazione dei Pico su Mirandola, dei Pio su Carpi e degli Estensi su Modena avvenuta nel 1311 da parte dell'imperato Enrico VII.

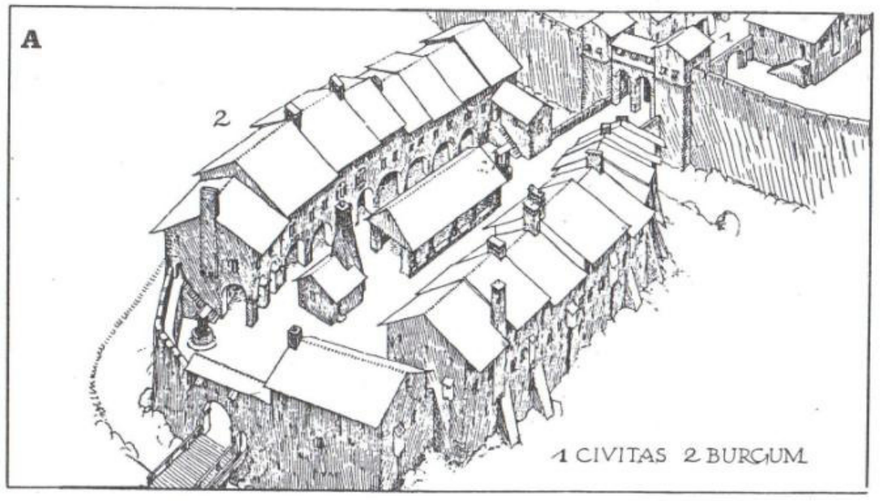


Figura 2.4 Ricostruzione di una civitas con il burgum adiacente.

2.3. *XIV SECOLO: l' inizio del dominio dei PICO*

La stabilizzazione del dominio dei Pico su Mirandola avvenne in un periodo di gravi lotte politiche e di sconvolgimenti all'interno dell'Emilia. Proprio questa osservazione conduce a soffermarsi sulle vicende politiche dei primi anni del XIV secolo, nelle quali la famiglia dei Figli di Manfredo ed in particolare i Pico e i Pio, ebbero un ruolo di grande importanza: fu infatti, a seguito di questi eventi che si stabilì la dominazione dei Pico su Mirandola, quella dei Pio su Carpi e quella degli Estensi su Modena.

Nel 1311 l'Imperatore Enrico VII convocò a Milano i rappresentanti delle più importanti famiglie modenesi e il 25 luglio del 1311 accordò l'investitura della Corte di Quarantoli e del castello di Mirandola esclusivamente ai Pico. La data dell'inizio della Signoria è quindi il 1311. Ma le vicende successive impedirono per un certo numero di anni il consolidarsi di questo dominio. La conquista di Modena da parte di Passerino Bonaccolsi, vicario imperiale di Mantova, determinò un periodo di aspre lotte. Bonaccolsi conquistò Mirandola nel 1321 e bruciò il borgo prospiciente il Castello, che da questo episodio prese il nome di Borgo Brusato. I Pico furono nuovamente riconfermati quali signori di Mirandola da Carlo IV nel 1349. La seconda metà del XIV secolo fu caratterizzata dalle mire espansionistiche dei Visconti, che penetrarono nell'Emilia insediandosi a Piacenza, Parma e Bologna, e minacciando quasi l'intera Romagna, sulla quale, però, si scontrarono con Venezia, che cercava di impadronirsi di Ferrara per controllare la navigazione del Po. Questi interventi trovarono ripetute opposizioni della Santa Sede. Mirandola risentì direttamente di queste vicende: nel 1355 venne assediata e costretta ad arrendersi, nel 1361 fu invasa dai Bolognesi, nel 1370 su danneggiata e nel 1407 saccheggiata e incendiata nuovamente dai Visconti.

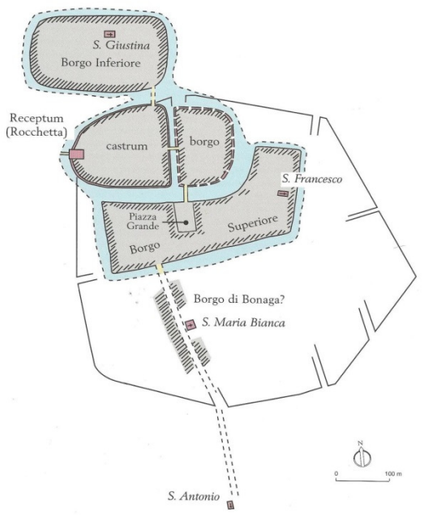


Figura 2.5 Mirandola nel XIV sec.

2.4. *DAL XV SECOLO ALL' INIZIO DEL XVI SECOLO*

Dopo numerose lotte fratricide, nel 1440 Giovanni Pico restò Signore unico della Mirandola. Anzi, a partire dal 1432 poté addirittura fregiarsi del titolo di Conte per un generoso riconoscimento dell'Imperatore Sigismondo di Lussemburgo.

La situazione politica risentì della caduta del dominio dei Visconti su Milano, della progressiva potenza di Venezia e delle mire espansionistiche del Papato. Con la morte di Gian Galeazzo Visconti (1402) iniziò una fase di decadenza del ducato visconteo che si concluse nel 1500 con la conquista dello stesso da parte del Re francese Luigi XII, alleatosi con Venezia, con gli Svizzeri e con Papa Alessandro VI. Le città di Parma e Piacenza seguirono le vicende di Milano. Bologna, dalla metà del XV secolo, era retta dalla famiglia dei Bentivoglio; similmente le città della Romagna erano soggette a diverse piccole signorie, le quali furono conquistate tra il 1499 e il 1501 da Cesare Borgia, proclamato Duca di Romagna. L'elezione di Giulio II, acerrimo nemico dei Borgia, a Pontefice, e la contemporanea morte di Cesare Borgia, comportarono la soppressione del Ducato di Romagna e la sottomissione dei suoi territori alla Chiesa, la quale riuscì a conquistare anche la città di Bologna nel 1506.

L'espansione della potenza pontificia sulla Romagna doveva naturalmente portare ad uno scontro con Venezia, che, con la caduta dei Borgia, aveva occupato alcune città. Giulio II lavorò ad una coalizione che si concretizzò il 10 dicembre 1508 nella Lega di Cambrai, che vedeva quasi tutte le forze d'Europa allearsi contro la Serenissima. Lo scontro si risolse a favore del Papa che sconfisse Venezia nel 1509 (battaglia di Agnadello). La vittoria dava la dimensione egemonica della Francia, dando l'avvio alle ostilità del pontefice contro i cugini d'oltralpe e contro gli Estensi che li appoggiavano. Firmata la pace con Venezia, coalizzati i nemici di Luigi XII nella Lega Santa, anche i Francesi furono sconfitti ed allontanati da Milano, riconsegnata a Massimiliano Sforza, mentre il Papa annetteva le città di Parma e Piacenza. Il crollo della dominazione francese in Lombardia determinò anche la rovina della Repubblica di Firenze; fu facile alle truppe pontificie entrare in città e restaurare il potere dei Medici.

Figura 2.6 a. L'Italia a metà del XV sec.; b. L'Italia a metà del XVI sec.

Mirandola, in questi anni, ebbe una posizione di ostilità nei confronti della politica pontificia. Fu nella guerra tra il Papa e i Francesi che si svolse il famoso assedio della città da parte di Giulio II. Nel rigido inverno del 1510-1511 le truppe papali posero sotto assedio la Mirandola. Il 20 gennaio 1511 la fortezza capitolò e venne consegnata al legittimo erede Gianfrancesco con l'ordine di spianare tutti i borghi che circondavano Mirandola, affinché non servissero d'appoggio alle truppe francesi. Anche Modena fu occupata dalle truppe pontificie nel 1510; rimase sotto il dominio della Santa Sede fino al 1527, anno della sconfitta delle truppe pontificie della Lega di Cognac da parte dell'esercito di Carlo V. In seguito a questa sconfitta, alla Santa Sede, la cui politica espansionistica aveva raggiunto la punta massima durante il Pontificato di Leone X (1513-1521), in Emilia rimasero gran parte della Romagna, Parma e Piacenza: queste ultime nel 1545 furono distaccate dal papa Paolo III e vennero costituite in ducato retto da Pier Luigi Farnese. L'episodio ebbe notevoli ripercussioni sulla situazione politica esistente di precario equilibrio tra il potere imperiale e la Francia. Ferrante Gonzaga, governatore imperiale di Milano e cadetto della famiglia dei duchi di Mantova, assai ostili alla formazione dello stato farnesino, organizzò una congiura, che si trasformò ben presto in lotta aperta tra la Francia, che appoggiava i Farnese e l'imperatore Carlo V che, alleato con il papa Giulio III, intendeva sopprimere il nuovo ducato. La lotta si concluse con un accordo tra il Pontefice e Ottavio Farnese, al quale rimase il dominio di Parma (1552). Durante questa guerra Mirandola, favorevole ai Francesi, venne assediata dagli eserciti di Giulio III e di Carlo V, nel 1551. L'assedio durò inutilmente dal luglio del 1551 al maggio del 1552. Il trattato di pace di Cateau-Cambrésis (1559) riconobbe alla Francia il solo possesso del marchesato di Saluzzo, in terra piemontese, lasciando gli Spagnoli padroni del ducato di Milano, del regno di Napoli, della Sicilia e della Sardegna, cioè di quasi tutta l'Italia, oltreché del cosiddetto Stato dei Presidi. Gli altri Stati italiani, pur serbando la loro indipendenza formale, gravitavano nell'orbita della Spagna. Il fenomeno interessò non solo le piccole signorie dei Gonzaga, degli Estensi, dei Farnese e fra gli altri dei Pico, ma anche i più grandi Stati della penisola, quello della Chiesa, il ducato di Toscana, quello dei Savoia, la Repubblica di Genova. Solo Venezia riuscì a conservare una certa indipendenza dall'egemonia della spagnola.

Nel 1560 il conte Lodovico Pico confluì nella corrente filo-spagnola sposando in tutta fretta Fulvia da Correggio, figlia di un fedele partigiano imperiale. Fulvia fu la vera artefice del riavvicinamento all'impero, inaugurando una politica non solo giocata a livello diplomatico e militare, ma incentrata su robusti interventi di pianificazione e gestione del territorio. Fu durante il governo di Lodovico, Fulvia e dei loro figli che Mirandola cambiò completamente volto. A Lodovico si deve anche la costruzione della Torre dell'Orologio, simbolo palese di progresso e di rinnovamento civile.

La situazione politica dell'Emilia subì un ulteriore importante modificazione alla fine del XVI secolo, con la perdita di Ferrara da parte degli Estensi e il notevole ampliamento dei domini pontifici. Allo Stato della Chiesa, con la Convenzione di Faenza conseguente alla sconfitta di Ferrara del 1597, furono ceduti Ferrara ed il Ferrarese, le valli di Comacchio e molte località della bassa Romagna. In tal modo i confini dello Stato Pontificio assunsero la fisionomia definitiva, mentre il Ducato Estense, che nel 1575 si era ingrandito con l'inclusione della Contea di Vignola e delle sedici comunità montane (da Savignano a Montefiorino) che ne facevano parte, subì una notevole riduzione territoriale. La capitale fu portata da Ferrara a Modena.

2.5. *IL XVII SECOLO: il periodo Barocco*

La seconda metà del XVI e i primi trenta anni del XVII secolo furono di relativa pace a Mirandola, il cosiddetto "secolo d'oro" della Mirandola, sulla quale regnarono interrottamente i Pico, assumendo il titolo di Principi nel 1596 e quello di Duchi nel 1617. Proprio in questo periodo d'oro Mirandolo ospita nei suoi territori molteplici artisti di talento, architetti, tipografi, studiosi e letterati facendo così conoscere a questo piccolo territorio un'intensa attività artistica e culturale. Oltre a questo assistiamo ad un importante attività editoriale locale, si stampano volumi, opuscoli e periodici, ma una vera e propria tipografia si ha in città soltanto verso la metà del XIX secolo. Proprio nel castello di Mirandola nel 1515 viene fondata la zecca, dalla quale usciranno importanti monete rinascimentali e che richiamerà famosi incisori da tutta Italia. Con la morte di Giovan Francesco II si chiuderà questo periodo culturalmente e artisticamente molto importante per Mirandola per avere una ripresa solo in età barocca.

2.5.1. *La guerra di Monferrato*

Nei secoli XVII e XVIII tutta l'Europa fu scossa da dure lotte di successione. Alla morte di un Principe senza eredi diretti si aprivano spesso dispute a carattere internazionale per l'affidamento del

territorio rimasto senza padrone. Le famiglie regnanti europee erano frequentemente imparentate fra di loro, così che non mancavano occasioni di interventi bellici.

Nella guerra del Monferrato la questione ruotò attorno alla morte di Vincenzo Gonzaga che avvenne nel dicembre del 1627: non c'erano eredi a cui lasciare la reggenza del regno di Mantova, territorio soggetto all'autorità imperiale, e del Monferrato, regione strategicamente importante per i collegamenti tra Genova e Milano. Questo scatenò un conflitto tra Francesi e Spagnoli ricordato come guerra del Monferrato. Prevedendo l'estinzione del ramo principale dei Gonzaga, pochi giorni prima della morte il duca di Savoia aveva negoziato con il governatore spagnolo del Ducato di Milano, Gonzalo Fernández de Córdoba, un trattato per la spartizione del Monferrato. Carlo I di Gonzaga-Nevers, appoggiato da Luigi XIII di Francia, avanzò i suoi diritti alla successione e prese possesso di Mantova (17 gennaio 1628), ma Ferdinando II, assecondando la politica spagnola, non concesse la necessaria autorizzazione imperiale e gli oppose la candidatura di Ferrante II Gonzaga, duca di Guastalla: il Nevers spinse quindi il governo francese ad intervenire, suscitando la reazione del duca di Savoia, Carlo Emanuele I di Savoia.

Nella primavera del 1628 l'esercito Sabaudo occupò Trino, Alba e Moncalvo, le città del Monferrato assegnate dal trattato di spartizione alla Savoia, mentre le truppe spagnole, guidate dal generale genovese Ambrogio Spinola, posero assedio a Casale. Nel maggio del 1629 Luigi XIII scese in Italia, sconfisse Carlo Emanuele presso il colle del Monginevro (Susa e Chiomonte), liberò Casale dall'assedio, occupò la fortezza di Pinerolo e con il trattato di Susa impose ai Savoia di astenersi dalle ostilità contro il Ducato di Mantova. L'intervento diretto dei francesi provocò la reazione degli imperiali, che inviarono parte delle truppe di Albrecht von Wallenstein in Italia: approfittando del rientro in patria di Luigi XIII, nel settembre del 1629 l'esercito imperiale al comando di Rambaldo XIII di Collalto scese nella penisola attraverso la Valtellina, conquistò Goito e cinse d'assedio Mantova, consentendo allo Spinola di riprendere l'assedio di Casale. I territori dei Pico, quale feudo imperiale, furono destinati a quartieri d'inverno per gli eserciti.

Molte sono le descrizioni delle distruzioni e dei saccheggi degli eserciti, ma leggiamo cosa scrisse il Veronesi al riguardo: "*Tremila fanti e mille cavalli si sparsero sopra S. Possidonio, la Fossa, Vallalta e il resto del Concordiese, e alla primavera del 1630 poche erano le case e gli alberi ancora in piedi. […] S'aggiunse la peste, e ne perirono quasi duemila persone in città e tremila nel contado, finché la Madonna di Reggio portata in processione (16 Gennaio 1631) ebbe pietà e fece cessare la morìa*" (Veronesi,1990).

La resistenza di Carlo di Nevers a Mantova impedì però una rapida soluzione del conflitto e le truppe imperiali, decimate dalla peste, dovettero temporaneamente ritirarsi. Intanto Richelieu occupò la Savoia e prese Pinerolo: Spinola, di fronte all'avanzata francese, accrebbe la pressione su Casale, mentre l'esercito imperiale riprese l'offensiva contro Mantova.

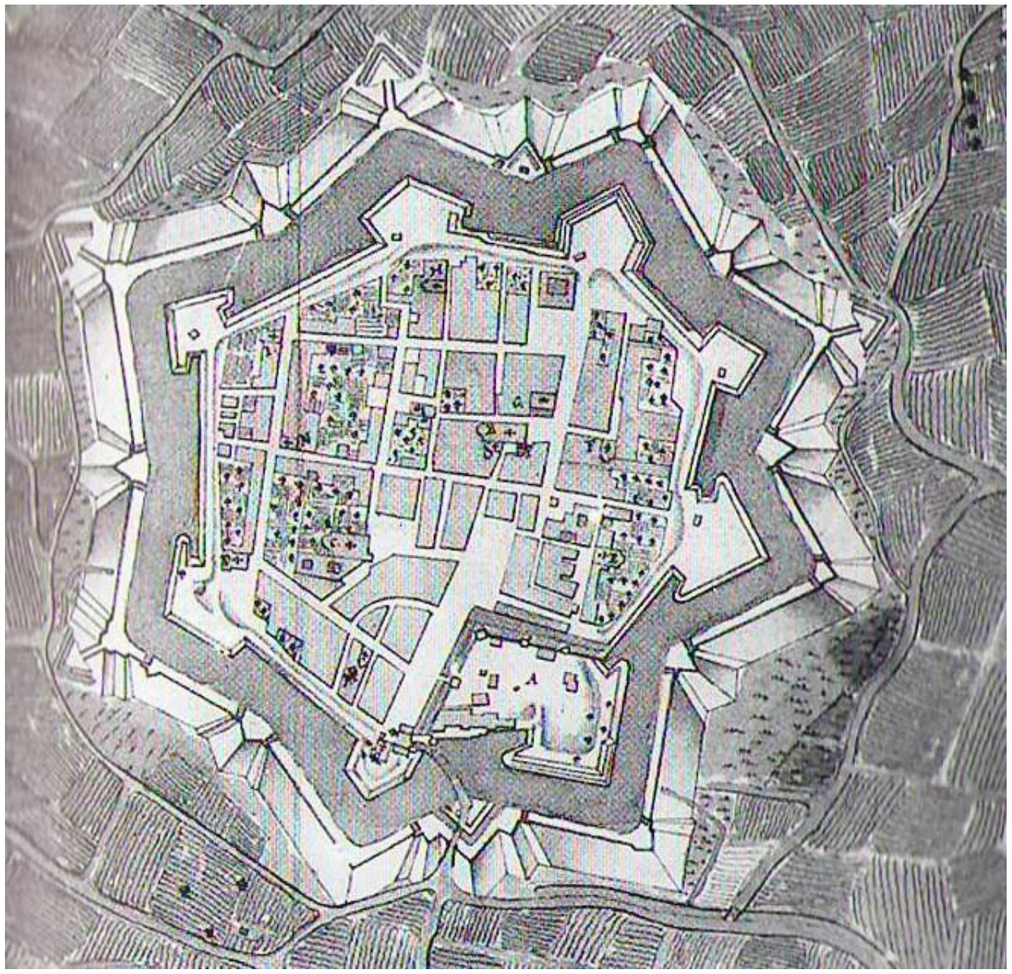


Figura 2.7 Disegno a china, acquerellato, in folio, mm 540 x 398, di anonimo del secolo XVIII. (Particolare). Collezione privata. Mirandola. Mostra con chiarezza l'ubicazione delle Chiese allora esistenti, molte delle quali si trovavano alla fine di una strada o sul fondo di una piazzetta. Le Chiese sono segnate con una crocetta.

Il 18 luglio del 1630 il duca di Nevers si vide costretto a trattare la resa all'Impero della città, che subì un terribile saccheggio (Sacco di Mantova). Ancora il Veronesi: *"[…] gli orrori che ivi commisero niuna penna può descriverli. Saccheggiarono la città per tre giorni, la resero un cadavere, da 40.000 abitanti la ridussero a 7000, e nel distretto non vi lasciarono quattro contadini, due paia di bovi, una vacca, una gallina: sua Maestà per aiuto de' lamentosi Mantovani rimproverò gravemente i soldati e concesse loro di andar a far lo stesso sui feudi di Novellara, Correggio, Bozzolo ec."* (Veronesi,1990)..

Possedendo Mirandola i nuovi quartieri d'inverno, desiderarono avvicinarsi anche alla nostra città, ma il duca Alessandro li persuase a desistere con il pagamento di una somma cospicua in denaro. La vicenda di Alessandro I si concluse con la morte nel 1637. Alla morte di Alessandro I il ducato passò nelle mani del nipote Alessandro II. Con lui la Mirandola conoscerà il periodo del massimo splendore. L'ultimo grande bagliore prima della fine ingloriosa.

2.5.2. *La guerra di successione spagnola*

Nel 1700 morì a Madrid Carlo II di Spagna. Nel testamento dichiarò erede universale Filippo di Borbone, nipote di Luigi XIV. Costui, lasciate cadere le trattative in corso per l'eredità spagnola, spinse il nipote ad accettare il testamento, a insediarsi a Madrid e ad assumere il titolo di Filippo V di Spagna. Subito si formò una coalizione antiborbonica, cui aderirono Austria, Inghilterra, Olanda, Savoia, Portogallo, Prussia-Brandeburgo e la maggior parte degli stati tedeschi. L'Europa intera sarà attraversata da uno spaventoso turbine di guerre che coinvolsero anche la Mirandola e il suo ducato per ben 14 anni. Mirandola fu coinvolta nelle vicende perché da parecchi decenni era fedele alla Spagna. Nella primavera del 1701 il presidio spagnolo era stato anche rinforzato. Ma Mirandola doveva fedeltà anche all'Impero. Con un assedio interno alla città vennero cacciati gli spagnoli ed al loro posto si insediarono duemila imperiali.

La guerra di successione spagnola durò dal 1702 al 1713. Leopoldo d'Austria invase subito la Lombardia mentre i francesi tentarono invano di occupare il Piemonte. Nel 1704 un distaccamento di soldati francesi arrivò a Concordia e mise a ferro e fuoco il paese. Fu a questo punto che il quindicenne Duca Francesco Maria decise di passare da una posizione favorevole all'Impero ad una nuova fedeltà verso la Francia. Si recò a Concordia e chiese protezione all'esercito franco-spagnolo. Rimanevano ancora però più duemila tedeschi entro le mura ed i francesi furono costretti ad assediare la città. Fu un assedio durissimo che durò dal luglio del 1704 al maggio del 1705 Nel luglio del 1704 arrivarono le prime truppe davanti alle mura e dentro la città cominciarono a piovere le prime bombe. I tedeschi provvidero a rinforzare le difese e posero ogni giorno nuove tasse, ignari probabilmente i mirandolesi di essere ora fedeli nuovamente alla Francia.

Di questo assedio ne parla diffusamente il Veronesi:

"Venuto l'inverno, per iscaldarsi atterravan gli edifizi, e i travi al fuoco; e poi fuori a pigliar ciò che v'rera. Sul principio del 1705 privi affatto di carne, olio, butirro e vino; negli ultimi dì d'assedio tutti i Mirandolesi costretti a lavorar sulle mura esposti alle cannonate. Quando il 13 Maggio 1705, dopo 18 giorni di bombardamento, […], i Gallispani entrarono nella Mirandola, tranne il castello, non vi era edifizio intatto" (Veronesi,1990).

Mentre Mirandola piangeva per il dolore e per la fame la guerra continuava e volgeva a favore degli Imperiali: l'Inghilterra occupò Gibilterra, la Sardegna e le Baleari, l'Austria riuscì installarsi a Napoli. I franco-spagnoli abbandonarono l'Italia e il ducato della Mirandola fu lasciato alla vendetta Imperiale. Il 26 luglio l'imperatore Carlo VI d'Asburgo ordinò ai Mirandolesi di non riconoscere più il Duca e Francesco Maria Pico e il Duca della Mirandola fu accusato di fellonia e tradimento. In pratica, il ducato della Mirandola e il marchesato della Concordia andarono all'asta. Il 15 luglio 1710 il ducato fu venduto al Duca di Modena Rinaldo I.

2.6. *LA DOMINAZIONE ESTENSE (1710-1860)*

2.6.1. *La fase di transizione*

Il 15 luglio 1710 Mirandola fu venduta ad Duca di Modena. Il periodo della dominazione estense rappresentò per Mirandola, scaduta da suo ruolo di capitale, una fase di crisi, che la condusse ad assumere una posizione quasi marginale all'interno degli Stati Estensi. Di ciò abbiamo anche una espressione fisica nelle distruzioni a cui fu soggetta la città, che ne eliminarono il patrimonio edilizio più significativo. Ai danni della Guerra si successione spagnola si aggiunse una vera e propria opera di devastazione e saccheggio, tendente a distruggere ogni testimonianza dell'antico splendore. Nella notte tra il 10 e l'11 giugno 1714 ci fu la famosa esplosione del Torrione del castello, deposito delle artiglierie. Così il Veronesi narra l'episodio:

"Traballarono tutte le case della città, caddero tutti i camini, gli usci e le finestre si schiusero; la rocchetta […] rovina affatto; L'armeria e i granaj del castello sfasciati, undici appartamenti del palazzo ducale abbattuti, le merci delle botteghe gettate in piazza" (Veronesi,1990).

Il danno più grave però è rappresentato dal fatto che andò interamente perduto tutto il prezioso archivio della famiglia Pico. Si parlò subito di distruzione dolosa voluta dal nuovo Duca per scoraggiare ogni tentativo di rivendicazione da parte dell'ex-Duca Francesco Maria Pico. Mirandola perse così il suo castello, per tanti anni simbolo di libertà e principale monumento cittadino. Più tardi anche la fortezza dei Pico verrà in parte rifatta, ma della costruzione originaria oggi resta ben poco.

2.6.2. *Le guerre di successione polacca e austriaca*

Nel 1733 morì Augusto II di Polonia. Il congresso dei nobili elesse re Stanislao Leczynski appoggiato dai francesi. Subito la Russia si mise in marcia per difendere la candidatura del duca di Sassonia Augusto III, loro preferito. Anche gli Asburgo appoggiavano il duca di Sassonia, e ciò bastò perché la Francia, alleata con la Spagna, dichiarasse guerra all'Austria.

La parte più rilevante delle operazioni militari si svolse sul Reno e in Italia, dove venivano a contatto le sfere di influenza asburgica e borbonica. Nel 1733 la città di Mirandola fu assediata e occupata

dagli austriaci. Nel 1734 anche Modena era stata invasa, ma dai francesi: il Duca Rinaldo I l'aveva abbandonata fuggendo a Bologna. Dal 10 luglio 1735 Mirandola subì un assedio e venne bombardata dagli spagnoli. Sulla città piovvero 15.000 cannonate, formate da grossi sassi e palle di piombo, oltre a 1.500 granate esplosive. Il 31 agosto il presidio austriaco si arrese. La guerra era di fatto già conclusa nel 1735 ma solo tre anni dopo si arrivò ad un trattato di pace. Leczynski rinunciò al trono polacco ottenendo in cambio la Lorena che alla sua morte sarebbe passata ai Borbone di Francia. Gli Asburgo dovettero rinunciare al regno di Napoli dove si installò una nuova dinastia borbonica. In cambio gli Asburgo ottennero Parma e Piacenza.

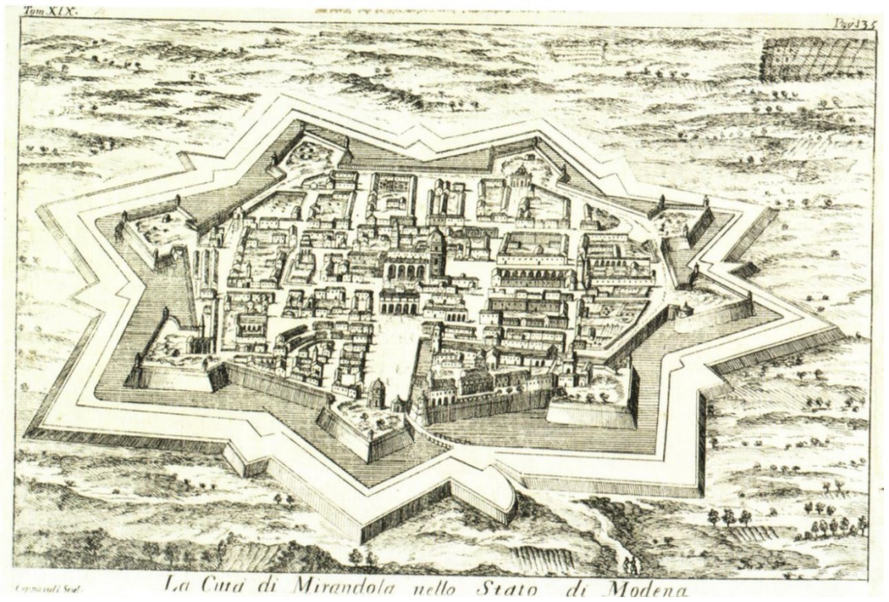


Figura 2.8 La città di Mirandola nello Stato di Modena. Rame, anonimo, mm 170 x 140, da T. Salmon, 1751. Mostra il panorama di Mirandola da settentrione, a volo d'uccello, quale si vedeva all'inizio del secolo XVIII, prima dello scoppio della Torre grande del castello.

Nel 1737 morì a Modena il Duca Rinaldo I d'Este e fu eletto Francesco III. Il nuovo padrone diede alla città un nuovo statuto: restava sempre un Governatore, ma anche il popolo ebbe una sua rappresentanza. Era il Consiglio dei Conservatori, formato da dodici membri, tutti nobili. Il Consiglio era presieduto da un Priore, mentre un Sindaco si interessava dell'economia e un Pretore, o Podestà, dell'amministrazione della giustizia.

Nel 1741, appena finita la guerra di successione polacca, furono restaurati il convento dei Cappuccini e l'oratorio di S. Rocco, gravemente danneggiati, e si ricostruirono le fortificazioni interne e soprattutto quelle esterne nelle mura, nel timore che Mirandola fosse nuovamente coinvolta in vicende belliche.

Nel 1740, infatti, era scoppiata la guerra di successione austriaca. Nel 1740 Carlo VI d'Asburgo morì senza lasciare eredi maschi ma aveva cercato di regolare in anticipo la propria successione. Essendo escluso che una donna, la figlia maggiore Maria Teresa, potesse ascendere al trono imperiale , Carlo VI aveva ottenuto con la "Prammatica sanzione" che la successione fosse regolata secondo un rigido principio di primogenitura, femminile in caso di assenza di eredi maschi. Ma nel 1740 la nuova legge di successione non riuscì a scattare. Francia, Spagna Baviera e Prussia vollero eleggere l'Elettore di Baviera con il nome di Carlo VII. Il Duca di Modena, vassallo imperiale, si schierò a favore di Carlo VII, mentre Carlo Emanuele III di Savoia, Re di Sardegna, mise il suo esercito a disposizione di Maria Teresa. Nell'estate del 1742 la Bassa modenese è arroventata dalla guerra. Carlo Emanuele III occupò il ducato di Modena e Mirandola non volle arrendersi. Iniziò un nuovo assedio l'11 luglio, che durò fino al 22. Il Re di Sardegna accettò la resa ed entrò in città in trionfo.

La guerra di successione austriaca si concluse con la sottoscrizione, da parte di tutte le grandi potenze d'Europa, di un trattato di pace che ebbe luogo nella città di Aquisgrana il 18 ottobre 1748. A Maria Teresa d'Asburgo veniva riconosciuta la prammatica sanzione e veniva altresì concesso il titolo imperiale a Francesco Stefano di Lorena, consorte di Maria Teresa. Il Ducato di Modena rientrava nel possesso di Francesco III d'Este e, quindi, sotto l'influenza asburgica.

2.6.3. *L'occupazione francese*

In Francia tutti i tentativi di abolire le esenzioni a favore del clero e della nobiltà si erano conclusi nel corso del XVIII secolo con la sconfitta dei ministri riformatori dello stato. Il discredito che colpiva lo stato a causa della sua inefficienza faceva d'altra parte apparire come sempre più inaccettabile la sopravvivenza del regime feudale, che dirottava a favore di una nobiltà priva di spirito imprenditoriale una gran parte dei redditi derivanti dall'agricoltura. Il 14 luglio 1789 i cittadini di Parigi assaltarono la fortezza della Bastiglia. Fu il primo atto di una rivoluzione che cambierà il mondo. Napoleone Bonaparte all'inizio della sua sfolgorante carriera portò in Italia l'eco della rivoluzione. Il grande condottiero, che in questo momento è solo un generale inviato dal Direttorio, scese in Italia nell'aprile del 1796. Partito con circa 70.000 uomini mal equipaggiati, per una campagna militare che, nei piani del Direttorio, doveva essere una semplice azione diversiva rispetto al fronte aperto sul Reno, Napoleone costruì in Italia la sua fortuna militare.

Nel 1796 il Ducato di Modena venne invaso dalle truppe francesi, mentre il Duca Ercole III abbandonava la città per rifugiarsi a Venezia. Mirandola fu la prima città Estense ad essere occupata: non soltanto per la sua collocazione geografica, ma anche per la mancanza di una reale opposizione da parte della cittadinanza, che accolse i francesi quali alleati. Verso la metà di ottobre del 1796 si radunarono a Modena i capi giacobini delle città di Modena, Reggio Emilia, Ferrara e Bologna dando vita ad un

governo provvisorio, strettamente controllato dai francesi, che proclamava l'unione di queste quattro province. Nel dicembre si diede vita alla Repubblica Cispadana, divisa in quattro dipartimenti: quello del Panaro, del Crostolo, del Reno e del Basso Po. Mirandola e tutta la Bassa facevano parte del dipartimento del Panaro. Non è privo di interesse ricordare che nel gennaio del 1797 questa piccola Repubblica Cispadana sceglie per sé una nuova bandiera. A Reggio Emilia viene inaugurato il tricolore, la bandiera bianca, rossa e verde che diverrà il simbolo dell'unità d'Italia

Nel febbraio del 1797 cadde anche Mantova e Napoleone era padrone di tutta l'Italia del Nord. Sparì la Repubblica Cispadana e con la Lombardia venne formata la nuova Repubblica Cisalpina con capitale Milano.

2.6.4. *L'ultimo assedio*

L'ultimo fatto d'arme che coinvolge la Mirandola risale al 1799 quando faceva parte della Repubblica Cisalpina. La battaglia avvenne nell'aprile 1799, praticamente negli ultimi giorni di vita della Repubblica e vi furono numerose insurrezioni popolari che interessarono i territori della Lombardia e di parte del Veneto, soggetti ai Francesi. Le rivolte, abilmente provocate da emissari austriaci, si moltiplicarono in occasione della controffensiva scatenata in Italia settentrionale dalle forze alleate austro-russe in concomitanza con la sfortunata campagna napoleonica in Egitto e furono favorite dal cattivo Governo Cisalpino che aveva seminato il malcontento tra le popolazioni con angherie e vessazioni continue con provvedimenti legislativi iniqui, come la iscrizione obbligatoria alle liste di leva dei giovani fra i 18 ai 26 anni, la soppressione degli Ordini religiosi (allo scopo prevalente di incamerare beni), ruberie e tassazioni insostenibili. Già alla fine di marzo gli austro-russi, avevano raggiunto in parecchi punti la destra del Po e in molto luoghi le popolazioni si erano sollevate acclamando all'Imperatore.

Il moto di protesta che interessò Mirandola si ebbe ai primi mesi di Aprile a Quistello, capeggiato da Tommaso Ruberti. Il movimento insurrezionale fu nelle prime fasi perlopiù spontaneo. Solo nella fase di coinvolgimento di Mirandola le bande furono assistite da una piccola formazione di Ussari (militari appartenenti a reparti speciali di cavalleria leggera originari dell'Ungheria ma adottati in molti paesi europei). Il 13 aprile arrivarono a San Giacomo Roncole, dove posero il loro quartier generale, e il giorno dopo si portarono davanti alle mura della Mirandola.

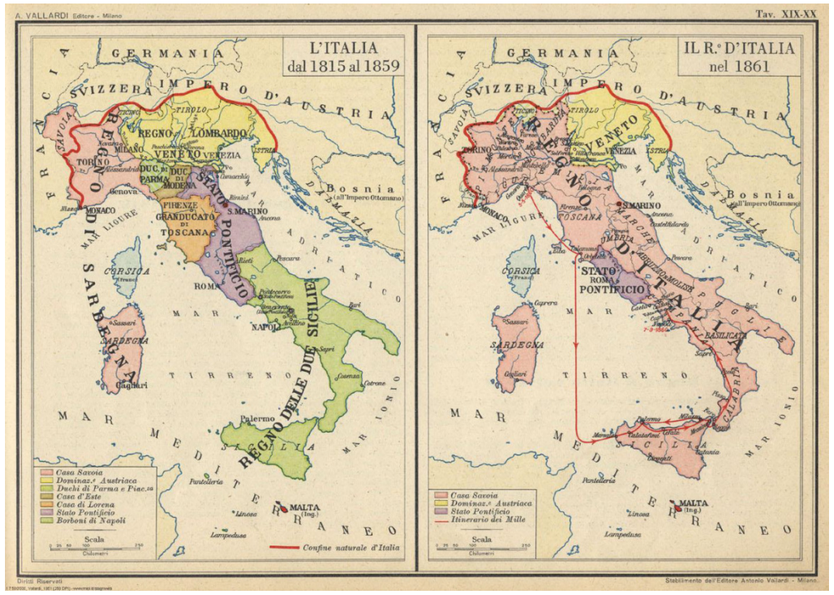


Figura 2.9 L'Italia dal 1815 al 1859 - Il Regno d'Italia nel 1861. Vallardi editore, 1951.

La città era tenuta da una guarnigione di 257 Cisalpini rinforzati da volontari della Guardia Civica. Nelle prime ore del 14 aprile, i Cisalpini con una sortita e imprigionarono 15 rivoltosi. Questi, con una astuta mossa, riuscirono a farsi aprire Porta Mantova ed entrarono al grido di "Morte ai Giacobini. Viva l'Imperatore. Viva Gesù". Il giorno dopo arrivarono in città alcune pattuglie di cavalleggeri austriaci. La Municipalità e le altre Istituzioni costituite dal Direttorio Cisalpino furono soppresse e la Guardia Civica sciolta.

2.6.5. *La restaurazione*

Nei primi mesi del 1800 gli stati estensi furono perduti e rioccupati dai francesi varie volte. Mirandola tuttavia restò saldamente in mano alle truppe dell'Impero austriaco.

Napoleone tornò in Europa e rovesciò il Direttorio con il celebre colpo di stato del 18 brumaio facendosi nominare Primo Console e scese di nuovo in Italia. Batté gli austriaci a Marengo e ridiventò padrone dell'Italia. Da Mirandola fuggirono in fretta le milizie filo austriache. Il 6 luglio tutti i cittadini del ducato di Modena appresero di far parte nuovamente della Repubblica Cisalpina, che poi diverrà Repubblica Italiana e infine Regno d'Italia. Parecchi mirandolesi, per loro scelta o per forza maggiore, entrarono a far parte dell'esercito napoleonico e andarono a combattere per mezza Europa e perfino in Russia. Nel frattempo, il 14 ottobre 1803, morì nel suo esilio di Treviso il Duca di Modena Ercole III senza lasciare eredi diretti. Nel frattempo dopo la sfortunata campagna di Russia e la drammatica sconfitta

di Beresina, la stella di Napoleone volse al tramonto. Arrivarono poi l'esilio all'isola d'Elba, i famosi cento giorni e infine Waterloo con il definitivo isolamento a Sant'Elena.

Si riunì il congresso di Vienna e nel intanto la reggenza degli Stati estensi fu assunta, il 9 febbraio 1814, dal generale Nugent. A Vienna le grandi potenze vincitrici diedero un nuovo assetto al nostro territorio. Il ducato di Modena, Reggio, Mirandola e Guastalla venne dato a Francesco IV d'Austria-Este, un principe ambizioso e intelligente, di carattere duro ma estremamente intraprendente. Entrò a Modena il 15 luglio 1814.

Il periodo della restaurazione (1814-1860) fu caratterizzato da frequenti tensioni sociali fra i borghesi, che avevano trovato un sostegno politico ed economico nel governo francese, e il potere che, con il Congresso di Vienna, era stato nuovamente introdotto. Questi contrasti sfociarono nella dura repressione operata dal governo ducale nei confronti di coloro che avevano partecipato alla Repubblica Cisalpina e alle vicende del governo napoleonico e nei moti, anch'essi duramente repressi, che, con momenti di maggiore intensità, si svilupparono per tutto il periodo della ultima dominazione estense.

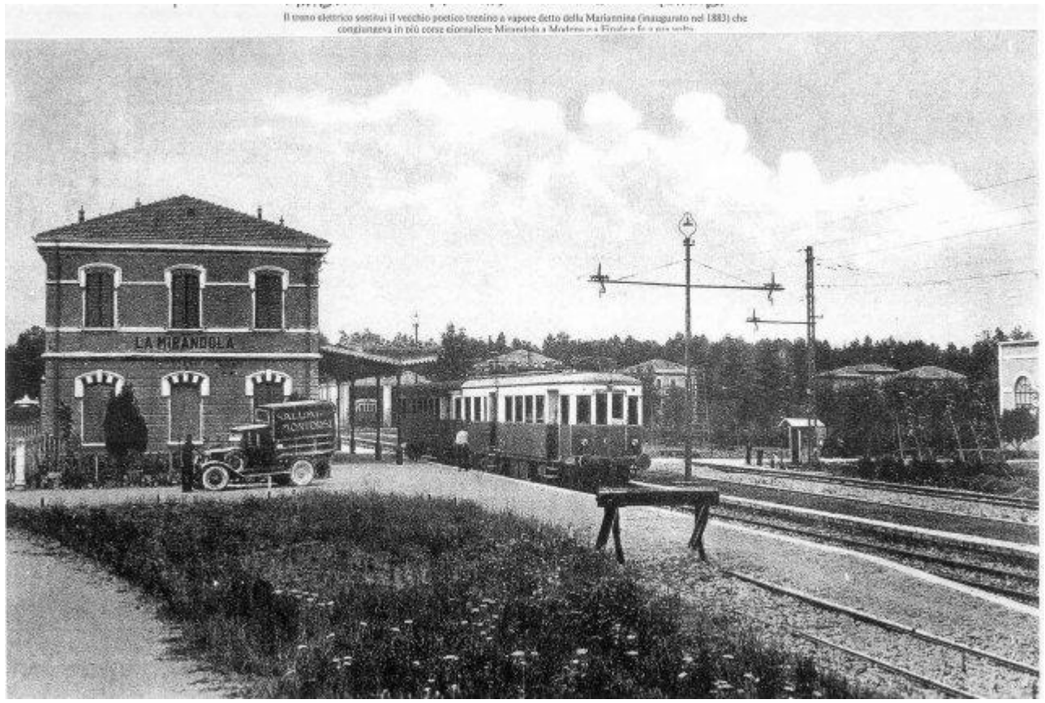


Figura 2.10 Fotografia, 1883. La stazione di Mirandola.

L'ostilità al Duca e quindi agli austriaci era un sentimento diffuso in una gran parte della popolazione, ma solo una minoranza più qualificata, affiliata alle società segrete e, più precisamente, nella Mirandola, alla Carboneria, svolgeva o preparava delle azioni concrete di opposizione e di efficace propaganda delle idee liberali e di unità nazionale. Il "Centro" dei carbonari del mirandolese era Reggio Emilia, che a sua volta era collegata con centri di altre città e regioni d'Italia.

Nel 1821 ebbe luogo una rivolta presso l'Università di Modena e nel 1825 il Duca Francesco IV di passaggio per Mirandola subì un attentato. Verso il 1830 tornò ad aleggiare nel ducato di Modena lo spirito della rivoluzione liberale. Fu un moto che si esprimeva soprattutto nelle classi della borghesia più agiata, ma anche una piccola parte del popolo che abitava nelle città o nei paesi di maggior rilievo accennava ad una timica partecipazione. Lo scopo dei liberali mirandolesi era di fomentare una insurrezione e Modena e poi allargare il movimento a tutta l'Italia centrale. Ne erano i capi riconosciuti Ciro Menotti ed Enrico Misley. La rivolta fu programmata per il 5 febbraio 1831. Ciro Menotti decise di anticipare l'insurrezione a Modena per il 3 febbraio, ma fu scoperto e il Duca Francesco IV ebbe l'occasione di fare numerosi arresti. A Mirandola, il pomeriggio del 3 febbraio, scoppiò l'insurrezione. I rivoltosi, una cinquantina, occuparono gli edifici pubblici ed imprigionarono l'ispettore politico e il luogotenente del Duca. Sul Palazzo Comunale fu innalzata la bandiera tricolore e si proclamò "l'indipendenza italiana". Anche Carpi e San Felice furono presto liberate. Il 5 febbraio Francesco IV abbandonò Modena portando con se Ciro Menotti.

Figura 2.11 Fotografia, 1902. Piazza del castello con il mercato bestiame.

La città di Mirandola restò in mano al governo provvisorio rivoluzionario fino ai primi di marzo. Il 5 marzo i rivoltosi tentarono di opporsi nei pressi di Novi alle truppe austriache accorse in aiuto di

Francesco IV, ma in breve tempo gli austriaci misero in fuga i 300 volontari modenesi. Il 7 marzo entrarono in Mirandola. La rivoluzione di Ciro Menotti era ormai conclusa. L'eroe pagherà con la propria vita ma anche per i mirandolesi più "caldi" arriveranno pesanti pene. Finito tragicamente il tentativo di insurrezione, Mirandola tornò sotto il dispotico dominio austro-estense. Nel 1846 morì a Modena il Duca Francesco IV e gli succedette il figlio Francesco V.

Intanto gli eventi storici ci portano nei primi giorni del 1848 quando alcuni sovrani d'Italia furono costretti a concedere ai loro popoli la Costituzione. Cominciò il Papa Pio IX, poi ancora Ferdinando II di Napoli e Carlo Alberto re di Sardegna, oltre al Granduca di Toscana.

Insorsero, nel marzo, prima Venezia e poi Milano. Frattanto il Piemonte dichiarò la guerra all'Austria e il suo esercito varcò il Ticino. L'Italia era una polveriera, ma il Duca di Modena non concedette nulla al suo popolo. Il 19 marzo Modena insorse con grandi dimostrazioni patriottiche e lo stesso avvenne anche a Mirandola. Il 21 marzo Francesco V fuggì a Carpi e poi a Mantova e allora anche Mirandola costituì un Governo provvisorio. Il successivo 16 maggio i mirandolesi proclamarono loro Re Carlo Alberto di Savoia. Passavano intanto per la città, diretti al fronte in Lombardia, squadroni di soldati volontari, e anche i mirandolesi si unirono numerosamente. Ma arrivò ben presto la sconfitta di Custoza; Carlo Alberto era in rotta e le generose compagini di volontari si dispersero. Il 31 luglio 1848 un esercito austriaco ripassò il Po e dopo poco entrò nel modenese. Il 10 agosto il Duca rientrava nel suo Stato.

Figura 2.12 Fotografia, 1908. Facciata del nuovo Ospedale di Santa Maria Bianca.

Il 1859 fu una anno cruciale per le sorti del'unità d'Italia. Vittorio Emanuele II, succeduto al padre, si alleò faticosamente con l'Imperatore francese Napoleone III e alla fine del mese di aprile scoppiò la guerra contro l'Austria. L'esercito piemontese si scontrò con le truppe austriache in violente battaglie campali nel territorio lombardo, riportando decisive vittorie a Palestro, Montebello e Magenta, che gli aprirono la strada verso Milano. L'11 giugno Francesco V abbandonò il suo stato e si rifugiò a Mantova. La sera stessa si radunò il Consiglio Comunale che dichiarò caduto il Podestà e il Governo Ducale ed espresse i voti per l'annessione del territorio della Mirandola al Regno di Sardegna. Mirandola diventò in breve uno dei Comuni della nuova provincia di Modena ed ebbe giurisdizione su varie frazioni: San Giacomo Roncole, San Martino Carano, Mortizzuolo, Cividale, Santa Giustiva Vigona, Tramuschio, Quarantoli, Gavello e San Martino Spino.

L'11 luglio venne stipulato l'armistizio di Villafranca. Il pericolo maggiore era che il Duca rientrasse a Modena passando per Mirandola. Venne così disposta una potente difesa, alla quale l'esercito estense, lasciato solo dall'Austria che non voleva tradire l'armistizio, non era in grado di opporsi. Le imsegne ducali furono facilmente eliminate da tutti gli edifici pubblici.

2.7. *MIRANDOLA POST-UNITARIA*

2.7.1. *I primi fervori liberali*

Nel 1860 i cosiddetti moderati rappresentavano lo schieramento politico più forte e si dividevano in due grandi tronchi: i liberali conservatori, o moderati di destra, e i progressisti, o liberali di sinistra, che rappresentavano la piccola e media borghesia. C'erano poi i clericali, e infine modesti schieramenti di repubblicani e di anarchici. Il popolino, quello che lavorava, non conta nulla. Per poter votare, infatti, dal 1862 al 1882, occorreva saper leggere e scrivere, avere compiuto 25 anni e pagare un'imposta diretta annua di almeno 40 lire. Ma anche quelli che potevano votare non lo facevano quasi mai. Non votavano i cattolici, in omaggio alla prescrizione di Pio IX, non votavano i repubblicani, contrari alle leggi di uno stato monarchico e non andavano alle urne nemmeno i nostalgici di Francesco IV. Nelle campagne intanto si soffriva la fame e si moriva nella miseria più cupa.

Emerse alla Mirandola, in questo importante frangente storico, una figura di anarchico prima e di socialista poi che assumerà un rilievo di carattere internazionale. Si trattava di Celso Ceretti. Per opera sua nacque nella Bassa modenese il primo movimento anarchico. Nella zona i fermenti di una sorta di rivoluzione esistevano già da tempo. Come si è detto, i contadini e i braccianti vivevano e lavoravano in condizioni avvilenti e disperate. La malaria, la pellagra, la difterite e il rachitismo erano malattie fin troppo

consuete. Gli aneliti libertari covavano sotto la cenere della disperazione e la bieca tassa sul macinato (1688) rese la situazione ancora più pesante.

Nel 1864 era sorta intanto a Londra l'Associazione internazionale dei lavoratori, più nota come la Prima Internazionale. Era il primo passo verso un'embrionale unità dei proletari e dei lavoratori dei vari paesi. Il 4 agosto del 1872 si riunì a Rimini la prima conferenza nazionale delle sezioni italiane dell'Internazionale. La conferenza costituì la Federazione italiana dell'Internazionale e si diede appuntamento per il marzo 1873 a Mirandola. Ma la polizia di Modena era già in allarme. Pochi giorni prima della data fissata per il congresso scattò il meccanismo di repressione e Celso Ceretti, assieme agli altri grandi, fu imprigionato.

2.7.2. *La prima guerra mondiale*

Ma ormai la guerra batteva alle porte. L'Italia si divise in due grandi correnti. Da una parte stavano coloro che volevano l'intervento i guerra a fianco della Francia e dell'Inghilterra, dall'altra stavano i cosiddetti neutralisti. Lo stesso partito socialista era lacerato da questa polemica. A Milano Benito Mussolini lottò a spada tratta per andare in guerra, spalleggiato del poeta Gabriele d'Annunzio. Quelli che vogliono liberare Trento e Trieste ebbero il sopravvento. La grande stampa d'informazione, in maggioranza, era interventista. Le proteste del popolo non servirono a nulla. Il 24 maggio 1915 il Governo italiano dichiarò guerra all'Austria. Furono circa 2.000 i mirandolesi che in vari scaglioni partirono per il fronte. Ai primi di ottobre tutte le scuole furono chiuse. Cominciarono ad arrivare a Mirandola i primi prigionieri austriaci, poi i primi feriti italiani. Poco per volta le chiese, le scuole, i conventi diventarono ospedali o magazzini. Nell'autunno del 1917 arrivarono a Mirandola decine di famiglie friulane che fuggivano davanti agli austriaci. Furono ospitate i case private, nelle scuole, nelle palestre. Arrivarono anche centinaia di soldati feriti o in fuga dal fronte, e lo spettacolo era terribile. La Bassa modenese, dopo la ritirata, diventò in pratica zona di operazione bellica.

"Subito dopo la fine della Grande Guerra, 861 ex-prigionieri italiani morirono in Emilia Romagna in campi di concentramento […]. La causa dei loro decessi va fatta principalmente risalire alla grave epidemia influenzale che imperversò in quelle settimane con estrema virulenza, la cui diffusione fu certamente favorita dalle condizioni di promiscuità nelle quali vennero a trovarsi migliaia di uomini indeboliti, malnutriti, scarsamente assistiti e concentrati in luoghi freddi […]. Gli 861 militari deceduti facevano parte dei circa 270.000 ex-prigionieri di guerra italiani rientrati in patria dopo l'armistizio […]. In Emilia Romagna gli ex-prigionieri furono internati in tre grandi campi di concentramento, il cui comando principale si trovava a Mirandola (Modena), Castelfranco Emilia (allora sotto la giurisdizione di Bologna) e Gossolengo (Piacenza)". "Per diverse settimane i militari vissero in pessime condizioni, e soltanto a seguito delle denunce della stampa, delle pressioni di alcune personalità politiche e delle ripetute lamentele delle autorità locali, la loro sorte venne lentamente migliorando […]. Dopo anni di privazioni subite in guerra e in prigionia, i soldati e gli ufficiali che erano stati catturati andavano interrogati, al fine di accertare le cause della loro cattura e di sottoporli agli eventuali procedimenti penali. Questa necessità divenne prioritaria rispetto all'urgenza di curarli, sfamarli e rivestirli dopo anni di privazioni patite in guerra e nei campi di concentramento austro-tedeschi".

2.7.3. *La seconda guerra mondiale*

Ma ormai la seconda guerra mondiale era alle porte. Il 10 giugno 1940 l'Italia entrò in guerra. La Bassa modenese non fu mai stata al centro di operazioni belliche. Il fronte non si è praticamente mai avvicinato a Mirandola. Anche sotto il profilo dei bombardamenti, Mirandola non ebbe a subire grandi incursioni. Dopo l'8 settembre 1943, quando venne firmata la pace separata dell'Italia con gli Alleati, Mirandola divenne sede di un Comitato di Liberazione Nazionale (CLN) e di un Comando di Brigata partigiano (14° Brigata Remo), che ebbero un largo comprensorio politico e operativo. La città fu anche sede di un Comando di piazza tedesco (Platz Kommandantur) e di un numero consistente di soldati della Repubblica Sociale Italiana, organizzati nella Guardia nazionale repubblicana e nella Brigata Nera.

Alle formazioni partigiane mirandolesi che facevano capo alla Mirandola si deve l'attuazione di diversi interventi, tra i più importanti dei quali vanno segnalati l'assalto alla Caserma Arrigona di S. Giacomo delle Segnate, tenuta da una formazione di Neri e quello della Caserma della Brigata Nera Pappalarda di Concordia. A seguito di azioni di questo tipo e di colpi di mano si verificarono reazioni militari tedesche e fasciste e anche di rappresaglia.

Figura 2.13 Fotografia, 1958. Mirandola, veduta aerea.

Sfortunatamente, negli ultimi giorni della guerra, le cannonate americane distrussero la parte artisticamente migliore di ciò che era rimasto del Convento di S. Ludovico (che i cittadini chiamavano la Salina per esservi da assai lungo tempo il deposito governativo del sale) in Via Grande col contiguo Palazzo dei Conti Boretti (già Scuole Pubbliche) e nella parte settentrionale della Città l'ottocentesco Palazzo della Posta che era stato uno degli alberghi più belli e confortevoli della regione.

3. LO SVILUPPO URBANO

3.1. *L'ABITATO NEL XIII SECOLO*

La notizia di un *castrum* ("villaggio fortificato") di età matildica a Mirandola compare per la prima volta nel 1267 quando le cronache segnalano la distruzione, da parte dei Modenesi, delle opere difensive del *castrum Mirandulae*. Con ogni probabilità ci si intende riferire astrutture in terra e legno, tipiche di questo ambito cronologico in area padana.

Pochi anni dopo, nel 1275, è documentata una situazione articolata in una *villa*, una *rocheta*, strutture difensive come la *circha*, "terrapieno" (più che "mura") e fossato, che racchiudono un *castrum et mota*. Possiamo desumere quindi l'esistenza di più nuclei insediativi diversamente organizzati.

Anzitutto di un *castrum*, cioè di un villaggio con opere difensive; quindi di una *mota* e di una *rocheta*, che indicano uno spazio più ristretto – particolarmente difeso – in un settore dello stesso *castrum*. Non è chiaro se nel nostro caso *mota* e *rocheta* coincidano. Infine la "villa", ossia il gruppo di case aperte alla campagna.

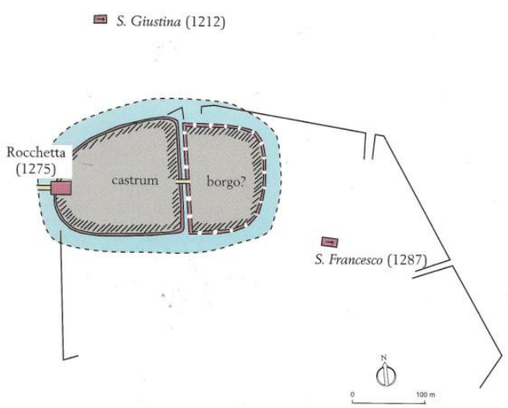


Figura 3.1 Identificazione del centro abitato di Mirandola verso la fine del XIII sec.

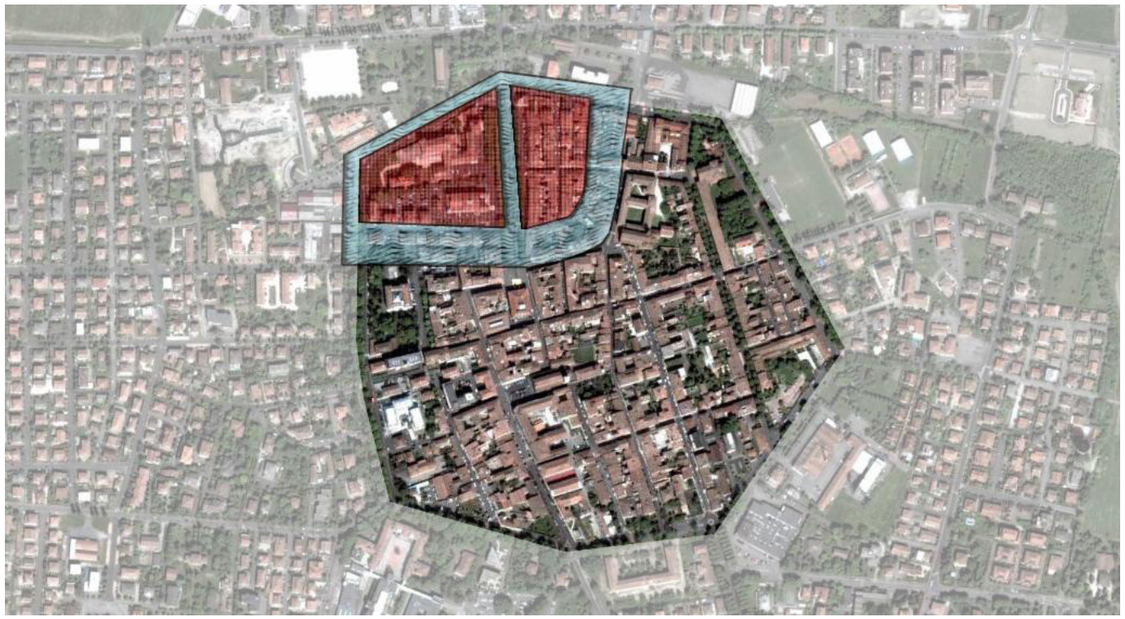


Figura 3.2 Espansione di Mirandola nel XIII sec..

Come è risaputo, in quest'epoca l'aggregato insediativo di Mirandola usufruisce di due chiese: Santa Giustina, attesta al 1212, e San Francesco, di cui si ha notizia dal 1287.

Tracce di questo primo nucleo sono genericamente localizzabili nel settore Nord-Ovest del centro storico, dove si trova il quartiere del Castello. Purtroppo la riorganizzazione della residenza dei Pico e del perimetro urbano bastionato ha cancellato ogni evidente traccia o persistenza delle strutture anteriori, di età medievale.

3.2. *L'ABITATO NEL XIV SECOLO*

I documenti del Trecento segnalano l'esistenza di tre nuclei insediativi ben identificabili: il *castrum*, il *receptum* e i *burgi*.

Il *castrum* corrisponde al villaggio fortificato. Era circondato da fosse e aveva perlomeno una porta. Il *receptum* indica un settore del villaggio particolarmente munito, che sembra da porre nell'area successivamente occupata dalla Cittadella: forse coincide con la Rocchetta. Come è noto, nel 1321 l'abitato di Mirandola passò sotto il controllo dei Bonaccolsi, in quel momento signori di Mantova e anche di Modena. Si narra della distruzione delle fortificazioni dell'abitato, che dovevano essere in buona parte di terra e legno, con esclusione di qualche piccola struttura, come la torre di custodia della porta del castello, forse in laterizio

Poco dopo, nel 1330, il *castrum* di Mirandola venne ricostruito per impulso di Luigi Gonzaga, signore di Mantova e Mirandola. Furono ripristinati terrapieni e palizzate difensive, forse anche con opere in muratura. Nella prima metà del Trecento altri fortilizi presidiavano il territorio Mirandolese. L'abitato rappresentava, quindi, soltanto uno dei nuclei insediativi del territorio. Una fase di ristrutturazione del *castrum* di Mirandola si coglie appunto nella seconda metà del XIV secolo, quando i Pico riorganizzarono il settore residenziale a loro riservato all'interno del *castrum*. Ma forse l'impresa edilizia più impegnativa era quella della fortificazione dell'abitato con una cortina muraria, che escludeva i borghi esterni. L'impresa era già iniziata nel 1376. Tra il 1394 e il 1396 venne realizzato un ponte in muratura per l'accesso al castrum: si tratta, con ogni probabilità del ponte sul lato est della Cittadella, di fronte a Borgo Brusato.

I *burgi* erano nuclei insediativi esterni al *castrum*, circondati da fosse, e rappresentavano il risultato finale di processi espansionistici spontanei o guidati dall'autorità cittadina. Ne sono noti sicuramente due, il Borgo Superiore e il Borgo Inferiore, mentre un terzo è di attestazione dubbia. Il Borgo Superiore o di sopra compare per la prima volta nel 1352. Il Borgo Inferiore è ricordato intorno al 1372 e corrisponde a quello che successivamente viene indicato come Borgofranco o di S. Giustina. Un terzo borgo sembra esistere sul lato Sud dell'abitato in un'area già sede dell'Ospedale di S. Maria Bianca dal 1386, probabile polo aggregante di una periferia in corso di urbanizzazione. Sulle fosse che circondano l'aggregato insediativo esistevano un ponte nella parte Nord e un altro ponte, detto di Bonaga, a Sud. In questi nuclei doveva risedere, all'epoca in esame, una popolazione dedita non solo ad attività commerciali ed artigianali, o al servizio della corte dei Pico, ma anche legata ad attività agricole: risulta infatti che certamente per ragioni di difesa, fino al XV secolo non esisteva l'insediamento agricolo sparso, cioè il contadino non abitava nella casa posta sul fondo, ma nei borghi, nelle città o comunque nelle grandi corti dotate di strutture difensive. Nelle campagne, mancando la casa del contadino e la stalla per il bestiame, esistevano soltanto delle costruzioni per il riparo degli arnesi e dei prodotti.

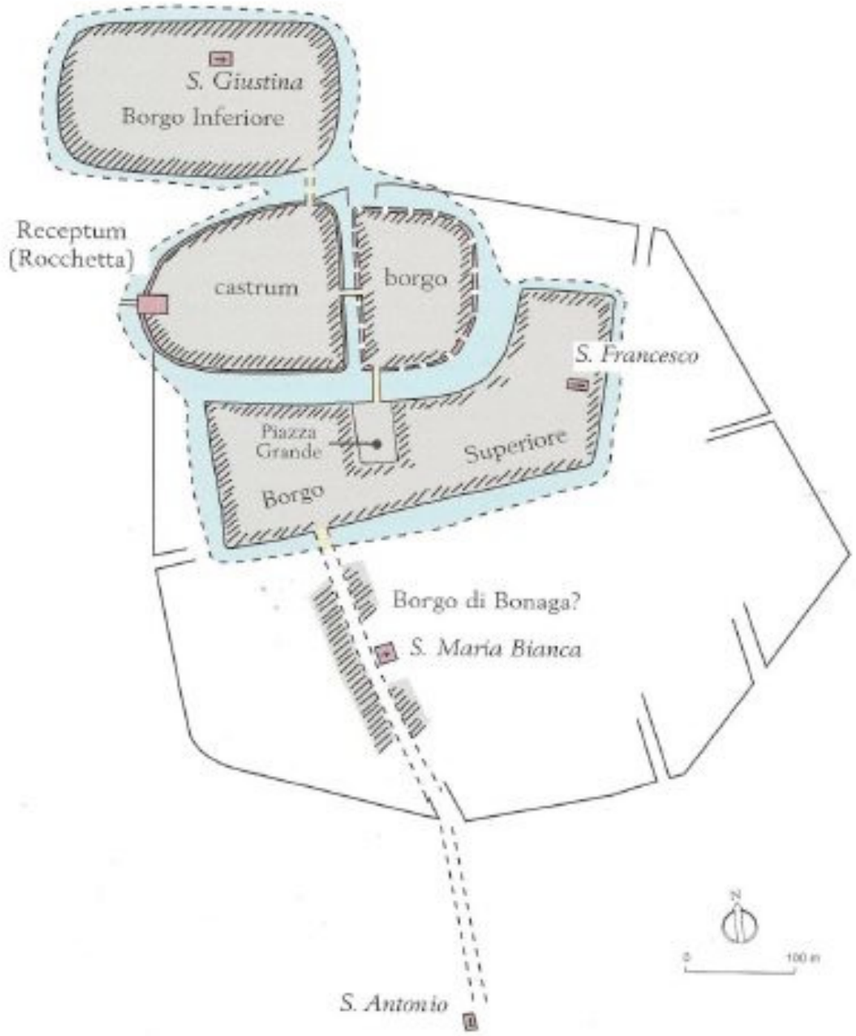


Figura 3.3 Mirandola nel XIV sec.

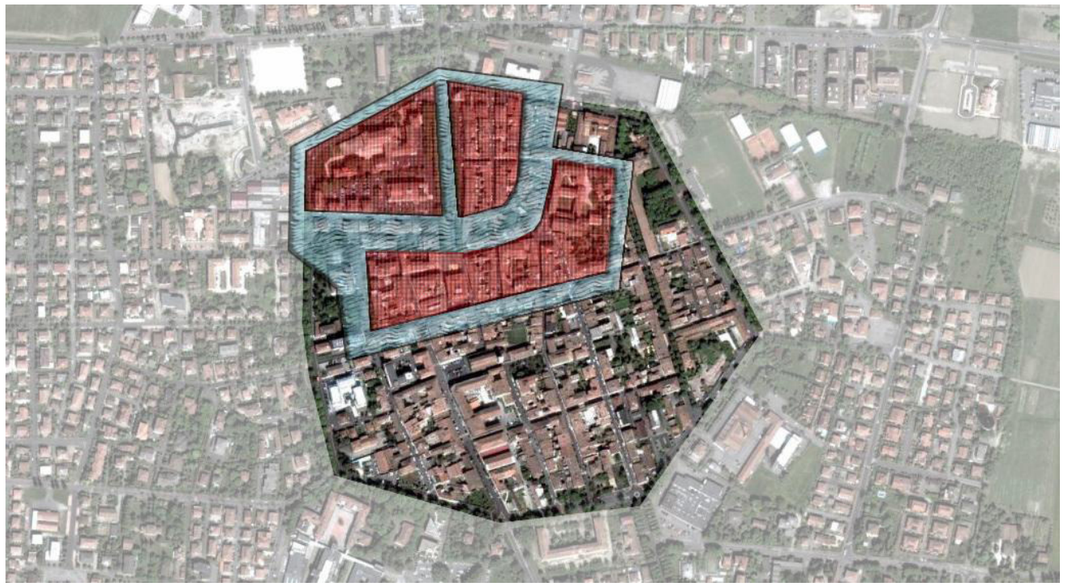


Figura 3.4 Espansione di Mirandola nel XIV sec.

3.3. *L'ABITATO NEL XV SECOLO*

In questo periodo la città conobbe un ulteriore sviluppo planimetrico, con una nuova organizzazione degli spazi urbani e del suburbio, presentando i seguenti nuclei insediativi: il quartiere della Cittadella, il Borgo Superiore o di San Francesco, il Borgo Brusato, il Borgo Inferiore o Borgofranco o di S. Giustina, il Borgo di Bonaga o Nuovo, il Borgo di S. Antonio. Essi si articolavano lungo un asse meridiano Nord-Sud, coincidente con l'andamento della strada che da Modena (e da Bologna) porta a Revere sul Po e quindi a Mantova e Verona. Su tali nuclei insediativi, venutisi a formare per aggregazione spontanea o guidata, si inserisce l'intervento diretto dei Signori di Mirandola, che dopo la metà del secolo provvidero a cingere di strutture difensive alcuni dei borghi o quartieri, unificandoli in una struttura coerente: dapprima nel 1460 il quartiere Cittadella sotto Gianfrancesco I; poi il Borgo di S. Francesco nel 1472 sotto Galeotto I, quindi, entro il 1499, il Borgo Nuovo, unito attraverso un ponte levatoio all'altro nucleo: la città risultava così divisa in due parti, ognuna circondata da mura e da fossati, congiunte nel modo indicato. Prima della fine del XV secolo si ha notizia della congiunzione delle mura del Borgo Nuovo con quelle della Cittadella: la città in tal modo, chiusa entro un'unica cinta di mura, aveva assunto la forma abbastanza regolare di un rettangolo.

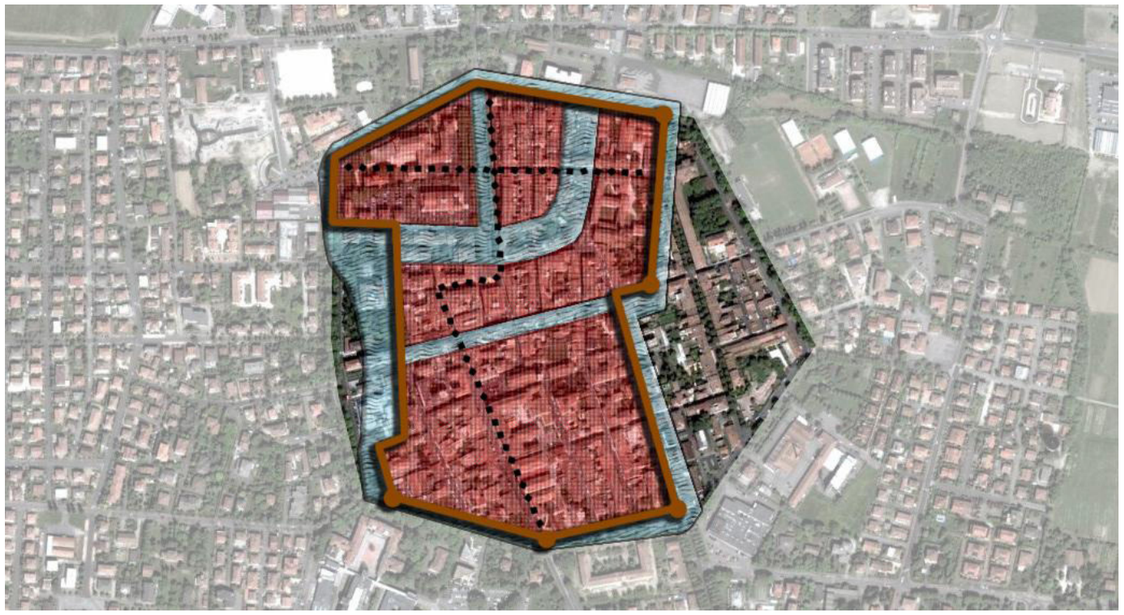


Figura 3.5 Espansione di Mirandola nel XV sec.

Mirandola ancora oggi si rivela al suo interno bipolare per la presenza della Collegiata in una piazza autonoma, lontana dal castello dei Pico. La piazza religiosa non è identificabile con quella su cui si affaccia la residenza dei conti Pico, mentre quest'ultima, la più ampia, è la stessa della sede Comunale. Questa bipolarità ci testimonia una qualità urbana complessa che lascia la città estranea alle recenti formule insediative regolari ed omogenee, per lo più a maglia ortogonale, delle vicine città di nuova fondazione.

Gli anni seguenti registrarono continue modifiche e perfezionamenti delle tecniche costruttive per adeguare alle varie esigenze difensive l'intero centro abitato e la residenza dei Pico, nella sua trasformazione da castello a rocca a palazzo. Il baluardo pentagonale si diffuse su larga scala quando l'offesa delle artiglierie, che prima erano una prerogativa solo degli eserciti che attaccavano, prevalse sulla difesa. Col mutare delle tattiche belliche e dei perfezionamenti balistici i colpi degli assedianti miravano non più alle cortine in generale ma agli angoli salienti, e questi richiesero specifiche protezioni assicurate dai cannoni nei bastioni a distanze fra loro interdipendenti. Le essenziali e semplificate difese di terra pressata rivestite di mattoni contribuivano ad arginare in modo ottimale la violenza dei proiettili non ancora di tipo esplosivo e permettevano agli assediati di usare le artiglierie proprie nei bastioni lungo tutto il perimetro esterno. La generatrice militare sembra essere nel caso di Mirandola la prevalente nel disegno urbano, secondarie la mercantile e la ecclesiastica. La giustificano i terribili assedi portati dalle truppe di papa Giulio II nel 1511 e di Giulio III nel 1551-1552. Poco dopo si sostituirono le torri angolari con massicci bastioni, cioè in pratica con torri di nuovo tipo, di forma diversa e più basse, della stessa altezza

delle mura, ma tanto più vaste ed agibili e meno vulnerabili, dove si potevano collocare ottimamente le artiglierie che in quel tempo erano le armi più moderne e le più micidiali. La realizzazione dei bastioni angolari avvenne, stando alle cronache, dal 1541 al 1544 e pone di fatto Mirandola, cronologicamente parlando, ai primi posti tra le città interamente bastionate in Italia.

Veniamo ora all'analisi dei singoli quartieri o borghi:

- *Quartiere della Cittadella*: sul lato prospiciente alla piazza e al Borgo Brusato, sembra stabilire un punto fermo il ponte in muratura. Vi erano due porte: una con torre e ponte in muratura sul lato Est che la collegava con la piazza principale, e designata comunemente come "Porta della Cittadella"; l'altra, a Ovest, detta Porta della Ceresa, anch'essa con il suo ponte in muratura. Indizio di un asse di scorrimento Ovest-Est, che si prolunga oltre la piazza con la strada trasversale principale al Borgo Brusato, l'odierna via Verdi. La cortina muraria perimetrale era scandita da alcune torri: oltre alle due di custodia alle porte della Cittadella e alla Maddalena, agli inizi del Cinquecento sono documentate: la torre detta Cagnacina, che sorgeva nell'angolo Sud-Est, nota successivamente come Torre delle Ore; due torri intermedie sul lato Sud; un'altra detta Il Bissone, eretta sull'angolo Sud-Ovest.

- *Borgo Superiore o di San Francesco*: la denominazione è dovuta alla presenza della chiesa annessa all'omonimo convento dei Frati Minori che comparve per la prima volta nel 1447. Confinava a Nord-Ovest con il Borgo Brusato, a Est con il terraglio e la fossa sul lato orientale della città, a Sud con la fossa che lo separava dal Borgo Nuovo (corrispondente circa all'odierna via Castelfidardo), a Ovest ancora con il terraglio della fossa sul lato occidentale della città, a Nord-Ovest con un tratto della fossa della Cittadella. La Piazza Grande e il Palazzo Comunale vennero compresi nell'area del borgo. L'asse viario più importante di questo quartiere era costituito dalla Strada Grande, porticata su un lato, che dalla piazza omonima conduceva, con una linea spezzata, fino al Borgo Nuovo, garantendo la percorrenza verso la porta Sud dell'abitato. Intorno al 1462 Giovanfrancesco I maturò il progetto di circondare di mura il borgo, che così venne unito alla Cittadella. Dopo la congiunzione al Borgo Nuovo, perlomeno tra il 1508 e il 1523, si attuò il piano per la bonifica della fossa sul lato Sud: ai frontisti si cedette, a titolo oneroso, il terreno pubblico che si recupera, assieme all'adiacente muro difensivo privo di ogni funzione. Nel borgo avevano la loro sede due importanti istituzioni cittadine: il podestà con l'annesso *bancum iuris*, ed il convento di S. Francesco, la cui chiesa già da quest'epoca era stata scelta per la sepoltura dei membri della casa Pico. Agli inizi del Cinquecento si aggiunse anche il primo Monte di Pietà. A partire dalla seconda metà del Quattrocento e nel Cinquecento il borgo prese il nome di Borgo della Piazza, in quanto comprendeva la piazza principale della città.

- *Borgo Brusato*: la prima citazione del *Burgus Brusatus* risale al 1431 e si mantenne ininterrotta per molto tempo. Confinava a Nord con le mura della città, a Sud-Est con il Borgo di S. Francesco, a Ovest con la Cittadella mediante una strada esterna al fossato del castello, munita di un fronte in parte porticato. Nell'attuale planimetria del centro storico di Mirandola è ancora bel leggibile l'andamento curvilineo del limite Sud-Est del borgo, delimitato da una fossa in perfetto allineamento con quella Sud della Cittadella. Questa connessione sembra sottolineata anche dall'eccezionale allineamento tra la porta del Castello e la strada Ovest-Est. L'analisi della parcellizzazione urbana, così da come risulta dall'analisi del catasto del 1893, rivela che l'impianto originario era formato da quattro isolati di circa metri 35x70, disposti in due file, con il lato lungo in senso Nord-Sud. Ogni isolato era percorso in senso longitudinale da un'androna o cloaca, che divideva i singoli lotti: in molti casi vi era un cortiletto interno. Le singole unità avevano un fronte piuttosto variabile: il modulo minimo era di 6 metri, e ciò sembra indiziare una cronologia alta di questo settore della città. Il borgo sarebbe stato circondato da una "muraglia" realizzata intorno al 1460 contestualmente alla fortificazione della Cittadella.

- *Borgo Inferiore o Borgofranco o di Santa Giustina*: l'appellativo di *Burgus Inferior* si trova fino alla seconda metà del XV secolo, quando venne affiancato e poi sostituito da denominazioni più recenti. Una è quella di borgo di S. Giustina, derivato dalla chiesa omonima, l'altro è quello di Borgofranco, un nome che nella toponomastica del pieno e tardo Medioevo richiama la condizione di franchigia di cui godevano gli abitanti, anche solo temporaneamente, per favorire la crescita del nucleo insediativo. Si trovava a settentrione delle fosse dell'abitato di Mirandola, circondato da una fossa, la *fovea dicti burgi*, e da un *ager seu teralium comunis dicti burgi*; l'accesso era garantito perlomeno da un ponte di legno. E' noto che il borgo venne distrutto nel 1512 in seguito agli accordi con papa Giulio II, e la Chiesa di Santa Giustina fu rifabbricata un chilometro più a nord.

- *Borgo di Bonaga o Borgo Nuovo*: il Borgo di Bonaga si sviluppava a Sud del Borgo Superiore. E' attestato già nel 1423 ma la sua origine con ogni probabilità è da anticipare alla seconda metà del Trecento, se effettivamente nel 1386 il ponte di Bonaga ne rappresentava l'accesso meridionale e l'Ospedale di S. Maria Bianca un polo aggregante. Il disegno geometrico, abbastanza regolare, dei suoi isolati, che presentano maglie più larghe rispetto ai borghi più antichi, evidenzia una crescita ordinata, se non una fase progettuale. L'asse portante del quartiere si identifica con la Strada Grande, documentata già con questo nome nel 1475. La funzione prevalente di questa via è esaltata dalle sue dimensioni maggiori, dal fronte porticato con le attività economiche (botteghe), e dalla presenza, a metà circa del suo tracciato, del polo assistenziale-religioso rappresentato dall'Ospedale di S. Mari Bianca e della chiesa di S. Maria Maggiore edificata a partire dal 1440. Il borgo di Bonaga era circondato da terralium e da una fossa che lo separavano da borgo di S. Francesco. Solo alla fine del Quattrocento Galeotto I vi aggiunse le mura e tre torri, dette di S. Giorgio, di S. Martino e di S. Lodovico.

- Borgo di Sant'Antonio: esternamente al Borgo di Bonaga o Borgo Nuovo, dalla parte di mezzogiorno, sulla via di accesso ai borghi e all'oppidum, si trovava un gruppo di case che intorno alla metà del Quattrocento vennero qualificate come villa superior Mirandulae, o anche di S. Antonio, per la presenza di una chiesa e di un ospedale intitolati a questo santo. Successivamente, nella seconda metà dl secolo, il nucleo insediativo venne definito come borgo di S. Antonio e risultava esterno alla cerchia muraria urbana di Galeotto I. Il borgo di cui non sono note strutture perimetrali, venne abbattuto nel 1511-1512, in seguito agli accordi di pace con papa Giulio II.

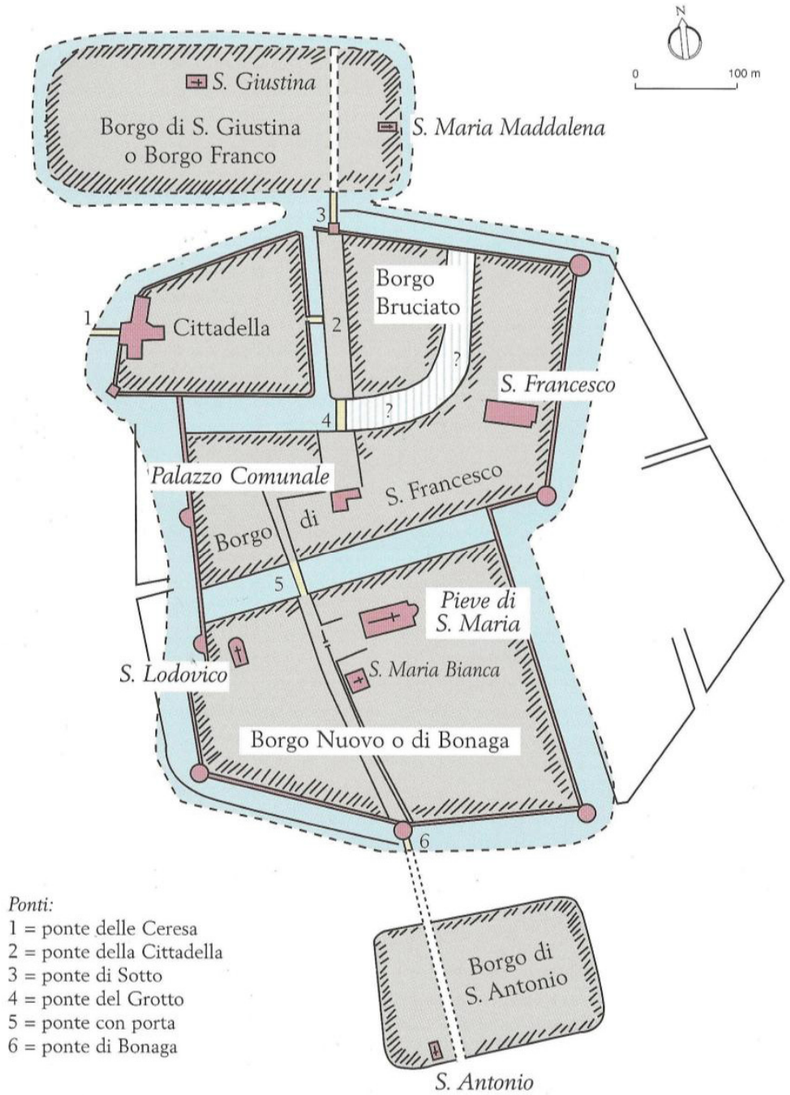


Figura 3.6 Mirandola nella seconda metà del XV sec. (dopo il 1460)

Mirandola, in questi anni, si era arricchita di importanti edifici, chiese e palazzi. Nel 1449 era iniziata la costruzione del Duomo e della Collegiata, conclusasi nel 1467: in tal modo la città, che in precedenza aveva soltanto la Chiesa di S. Francesco, si sottrasse alla giurisdizione parrocchiale di Quarantoli. Nel 1441 venne costruito l'Ospedale di S. Maria Bianca (attuale sede del Comune), fu fondato il Monte di Pietà con la chiesa e il convento delle monache di S. Chiara, e nel 1495 si edificò un nuovo Palazzo della Ragione. Gianfrancesco nel 1500, nel cuore del castello, aveva fatto costruire il Torrione da Giovan Marco di Lorenzo da Lendinara, un possente mastio alto 48m, con lato di 15,2 m circa e spessore alla base di 3,8m. A questa epoca risale anche la costruzione della chiesa di S. Maria Maddalena, iniziata nel 1512.

Figura 3.7 Mirandole. Disegno anonimo, a oenna su carta, acqerellato, in folio, mm 410 x 310 su cartoncino. Data imprecisata. Mostra il perimetro della MIrandola a pianta quadrangolare, quale si aveva al secolo XVI, poco dopo la costruzione dei bastioni. All'interno sono riportati l'aspetto e l'ubicazione di alcuni edifici tra i più rappresentativi: il Duomo, la chiesa e il convento di S. Francesco, il Palazzo del Comune. Il castello è simboleggiato dal Torrione di Giovan Francesco II. Gli angoli e in gola ai bastioni si vedono le grandi montagnole a terrapieno che servivano come "osservatori", chiamate cavalieri. Il nord è in basso.

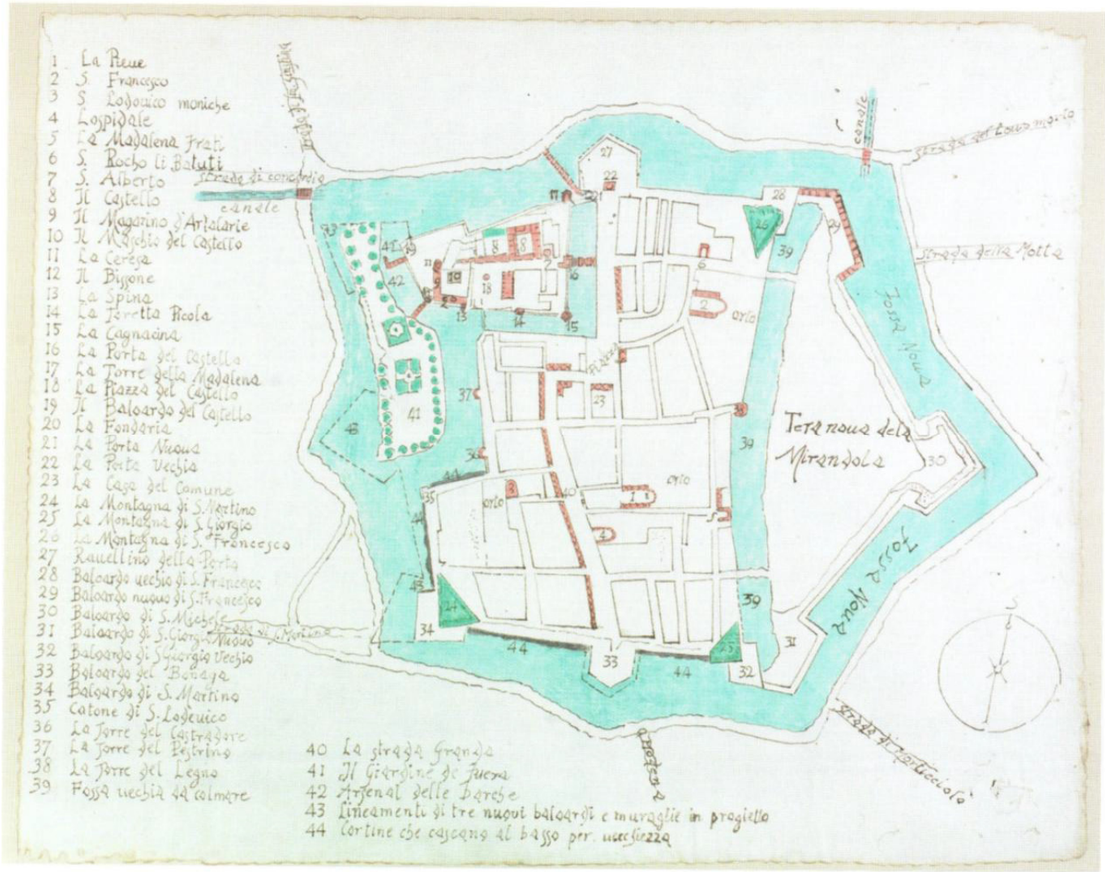


Figura 3.8 Disegno anonimo, a penna su carta, parzialmente acquerellato, in folio, mm 370 x 450. Spiegazioni a lato, a sinistra, con 44 richiami.

3.4. *L'ABITATO NEL XVI SECOLO: DALLA CITTA' QUADRATA ALLA CITTÀ OTTAGONALE*

Tra il 1561 ed il 1566 il conte Lodovico II ampliò di un terzo la città nella sua parte orientale includendovi la chiesa e il convento di S. Francesco e facendo costruire tre nuovi bastioni, quello di S. Francesco, quello della Giazzara detto in seguito dei Cappuccini e quello di S. Giorgio chiamato poi dei Servi, costruendo le cortine che li univano ed inglobando una vasta area triangolare di terreno che prese il nome di Terranova. Nel 1568 morì a Mirandola il conte Lodovico II Pico. La giovane vedova, Fulvia da Correggio, come reggente dello Stato a nome dei figli Galeotto, Federico ed Alessandro, si vede costretta a continuare l'opera di ammodernamento militare e allargamento urbano cominciata dal marito. L'oppido assumerà con questa operazione l'aspetto, l'estensione, le caratteristiche e quindi le funzioni e il destino di una città militare.

Figura 3.9 Mappa di Mirandola dell'ing. Giovan Battista Peloia

Lavorava a questa colossale operazione, per conto e con i soldi del Re di Francia Enrico II, l'architetto ed ingegnere militare Giovan Battista Peloia, che per il Re aveva già costruito ed ammodernato diverse fortezze in Italia. L'architetto conosceva gli studi e le sperimentazioni degli ingegneri e degli urbanisti italiani più colti ed aggiornato del tempo, che teorizzavano la costruzione di una città ideale, non di grande estensione territoriale (perché fosse difendibile rapidamente in ogni momento e in ogni punto della cinta), che si aprisse a raggiera (per far fronte paritariamente in ogni settore agli assalti e all'attacco delle artiglierie e della "fucileria"), da realizzarsi su canoni di geometrica perfezione (due quadrati sovrapposti, ruotati di 60 gradi, quindi ad 8 punte), con strade larghe, dritte e selciate (dove gli spostamenti fossero agevoli e no affondassero i cannoni e i traini) forte ed insieme monumentale, motivo di vanto per il Principe, vivibile e sicura per gli abitanti e che rimanesse tale il più a lungo possibile. La configurazione della Mirandola reale consentì all'architetto una soluzione progettuale vicinissima alla concezione della città ideale.

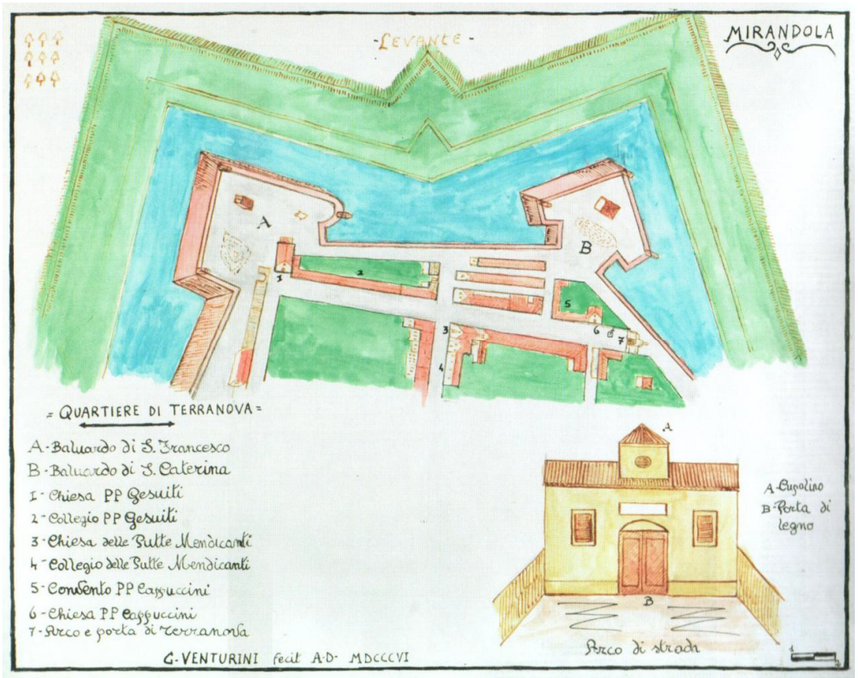


Figura 3.10 Disegno a penna, su carta, acquerellato, in folio, mm 320 x 400. Ricostruzione di C. Venturini, 1806. Mostra l'area di terreno presa dentro dall'antica e poderosa "Addizione", i nuovi bastioni con le loro cortine e i nuovo. Quartieri militari con le due brevi e strette stradine parallele, che ancora oggi si chiamano Franciacorta a Quartieri.

Sappiamo delle presenza in città di Giovan Battista Peloia poiché al suo passaggio è collegabile il disegno con la Tera nova de la Mirandola conservato a Torino fra i fogli di Architettura militare dell'Archivio di Stato. Già allievo a Siena e a Roma di Baldassarre Peruzzi, Peloia era stato con quest'ultimo attivo nella definizione dei bastioni che fra il 1527 e il 1532 fortificarono Siena. Architetto civile, fu soprattutto ingegnere militare abile ed esperto. La pianta prospettica di Peloia dimostra l'accurato studio della posizione di ognuno dei bastioni. Ci testimonia la consistenza dei borghi medievali, lo spontaneo andamento curvilineo e non ortogonale delle vie attorno a San Francesco, la funzione di cerniera civica della piazza, il trasformarsi della cinta urbana in un perimetro murario bastionato. Esso ha i baluardi irregolari per aderire ai nuclei preesistenti, compresa l'antica rocca, e una forma eptagonale e ottagonale in fieri. L'irregolarità del segno ci documenta la necessità di diluire nel tempo il carico finanziario del tracciato murario, dell'incanalamento diverso delle acque, dello scavo delle fosse, dell'interna urbanizzazione. L'area di Terranova vi è infatti ancora irrisolta urbanisticamente. Però la città è denominata, il suo spazio urbano ove possibile ha le funzioni precisate, non è un semplice rilievo per rivelare della città le qualificazioni militari. Il disegno è frutto di una rilevazione diretta da parte di un tecnico esperto, cui è familiare l'uso della bussola, esperto di fortificazioni, capace di un progetto d'addizione. La innovativa forma ottagonale e bastionata è collocabile dopo l'assedio di Giulio III ed entro il 1588, anno della morte del Peloia. Le nuove fortificazioni, una volta concluse, non solo non avevano intaccato edifici e spazi urbani preesistenti, ma anzi offrivano difese militarmente aggiornate, pur aderendo al nucleo preesistente, e inglobavano con l'addizione aree di nuova espansione protetta.

L'addizione di Terranova si sviluppava dall'esterno verso l'interno in senso residenziale. Definite le mura e i bastioni, si procedete alla definizione della ortogonale maglia viaria interna. Nel 1581 la contessa Fulvia fece costruire due strade, la via Nuova o Terranova, ora via Montanari, e la via Fulvia, tra loro parallele. Le abitazioni furono disposte sulle due strade, tracciate secondo andamenti a croce. Nel 1577 furono ulteriormente ampliate le fortificazioni della città con la ricostruzione del baluardo del Castello e la edificazione del bastione di S. Agostino: in queste opere venne distrutta l'isola-giardino fatta costruire nel 1524 da Gianfrancesco Pico. Nel 1571, nella parte nuova della città, furono costruiti i quartieri per uso del presidio che la Francia tenevo costantemente a Mirandola. Ebbero qui sede le scuderie dei Pico.

Il bastione di S. Martino sarà costruito allargando verso ponente quello angolare di Sud- Ovest, omonimo, ad opera di Galeotto III con "l'assistenza" della madre Fulvia e del fratello Federico, poco prima del 1590, data della morte di Fulvia.

In capo alla via Terranova, fra il 1590 e il 1599, vennero costruiti la chiesa ed il convento dei Cappuccini, introdotti a Mirandola per volontà della contessa nell'anno 1581.

In circa 40 anni, la città di Mirandola si era dotata così di un aggiornato e funzionale sistema difensivo, che comprendeva la nuova cinta muraria, i bastioni ed il fossato. Questo complesso di opere andava a sopperire efficacemente alla mancanza di una protezione naturale come un monte, un fiume o il mare. La città si era anche dotata di tutti i servizi necessari alla vita quotidiana di una piccola capitale: la chiesa battesimale, l'ospedale, il castello fortificato adattato a dimore signorile, il palazzo della Comunità e quello della Ragione. Il riconoscimento di Mirandola quale "Città" avvenne nel 1597 con il diploma dell'Imperatore Rodolfo II: "*in ereximus fortalitium Mirandulae civitatem et principatum*" e "*comitatum Concordiae in nobilem marchionatum",* il che vorrebbe dire che la Mirandola è elevata al rango di città e che i Pico divengono Principi della Mirandola e marchesi della Concordia.

Ulteriori opere di sistemazione furono condotte negli ultimi anni del XVI secolo: nel 1594 venne allargata la piazza, restringendosi la fossa che circondava il castello, e furono costruiti due portali che avevano la funzione di chiudere scenograficamente due importanti vie della città.

Figura 3.11 Espansione di Mirandola nel XVI sec.

3.5. *LA CITTA' NEL XVII SECOLO*

Dopo il Rinascimento, il Barocco si rivelò il periodo più fertile e ricco di realizzazioni in campo edilizio tra edifici di uso pubblico (il castello per es. in alcune sue parti) ed edifici di carattere religioso (chiese e conventi). Queste costruzioni sorgevano inserite in un tessuto cittadino che era reso maggiormente scenografico da particolari accorgimenti. Basti pensare ai due archi in mattone a vista, il primo ad una sola luce, l'altro a tre, fatti costruire nel 1597 da Federico II Pico in capo di Via San Michele in Terranova e di Strada Grande che non avevano altra funzione che quella di chiudere prospetticamente queste due vie e per il secondo anche di nascondere la gola del baluardo. Allo stesso modo un grande arco barocco (che era il portone posteriore del Convento dei Servi) chiudeva verso sud la via Fulvia, allora una delle più belle della città, che cominciava dalla parte sinistra della piazza di S. Francesco e si allargava a metà del sui percorso nel sagrato erboso della chiesa di S. Maria Maddalena. Anche le chiese dei Cappuccini e del Gesù, edificate rispettivamente all'inizio e alla fine della loro strada colle facciate che si vedevano da Via Grande e dalla Piazza, comparivano da lontano in una visione prospettica obbligatoria, quasi come in un fondale. Lo stesso effetto era stato voluto per la chiesa di S. Agostino, considerata al tempo della sua costruzione una delle più belle della città, la cui facciata si vedeva subito dalla Piazza, stagliata tra le case della strada come tra due quinte. La soluzione di tante "architetture" barocche di interrompere la corsa delle strade con la fronte di un edificio, in questo caso adottata per motivi spesso esclusivamente militari e di spazio, qui era risolta con la presenza di costruzioni artisticamente valide in modo che il reticolo viario fosse abbellito dalle prospettive dei palazzi e delle case e concluso dalla facciata di una chiesa o da un arco. Non si trattava di opere d'arte sul piano edilizio eccezionali ma di costruzioni e soluzioni che nel loro insieme creavano una atmosfera caratteristica e acquistavano un loro valore ambientale.

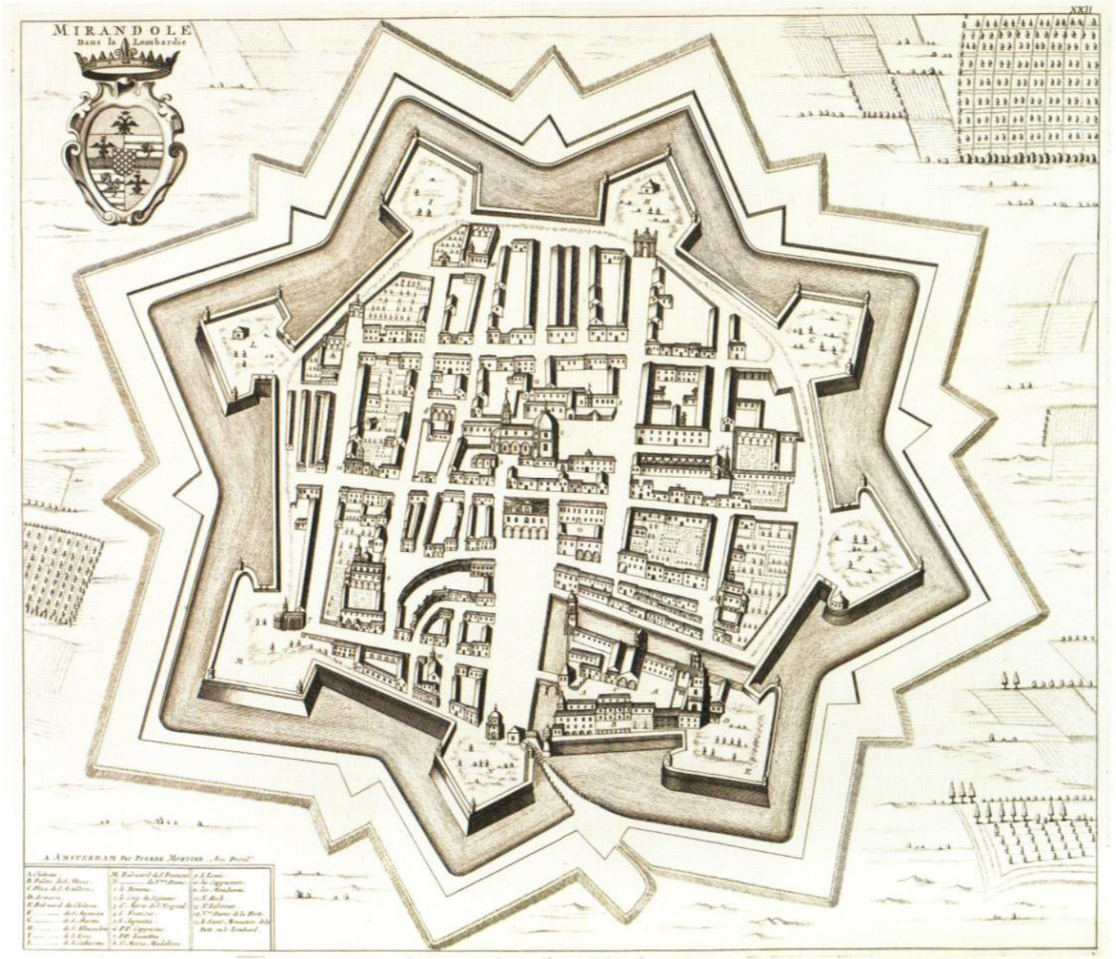


Figura 3.12 Mirandole - dans la Lombardie (La Miradola in Lombardia). Rame, in folio, mm 460 x 535, detto di P. Mortier, 1704. Mostra la fortezza al momento della sua massima efficienza militare e del suo massimo splendore edilizio e urbano.

In tutto il seicento la città si arricchì di molti edifici religiosi. Nel 1604 furono iniziati la chiesa ed il convento di S. Agostino, nella località della Cantarana, in prossimità del bastione di S. Agostino. La chiesa venne ampliata e praticamente riedificata nel 1690. Nel 1617 ebbe inizio la costruzione della chiesa e del collegio dei Gesuiti, terminate sotto Alessandro II rispettivamente nel 1689 e nel 1690. Nel 1617

venne aperto il Seminario, voluto dalla contessa Fulvia. Nel 1638 si iniziarono la chiesa ed il convento posti in capo alla contrada di S. Maria Maddalena, che dovevano essere sede delle Cappuccine, ma che furono devoluti all'Ordine dei Padri Serviti. Nel XVIII secolo Mirandola si arricchì anche di molti oratori. Tra questi dobbiamo ricordare l'oratorio del S.S. Sacramento, costruito tra il 1606 ed il 1609 e quello del S. Rosario (1660) posto sul lato destro del Duomo. Tra il 1636 e il 1647 venne riedificato l'oratorio di S. Rocco; nel 1607 venne compiuta la costruzione della chiesa posta presso l'unica porta della città, detta della Beata Vergine della Porta. Nel 1676 fu innalzato il campanile del Duomo. Con le costruzioni del periodo barocco la città di Mirandola raggiunse il massimo del suo splendore, seguito agli inizi del XVIII secolo, da una fase di distruzione e decadenza.

3.6. *LA SOPPRESSIONE DEI CONVENTI*

Nel 1768 venne stabilita, nel ducato Estense, la soppressione dei conventi: a seguito di ciò furono allontanati da Mirandola i Serviti e gli Agostiniani, i Cappuccini nel 1772, gli Scopettini e i Gesuiti nel 1773. Questa deliberazione, che rappresentava una espressione della cosiddetta politica giurisdizionalista, tendente a limitare i privilegi del clero e a sottoporlo all'autorità dei Sovrani, ebbe importanti conseguenze sulla città di Mirandola. Vennero abbattuti, a seguito di ciò, il convento e la chiesa dei Servi nel 1768, il convento e la chiesa di S. Agostino nel 1773, l'oratorio del SS. Rosario nel 1783; la chiesa di S. Maria Maddalena venne venduta, chiusa al culto e adibita ad usi impropri. I beni appartenenti a questi ordini religiosi passarono all'Albero dei Poveri, fatto costruire tra 1764 e il 1767 dal Duca di Modena (attualmente Palazzo dei Musei). Il Collegio e la chiesa dei Gesuiti ed il convento e la chiesa dei Cappuccini, pur essendo stati aboliti gli ordini, non vennero distrutti e conservarono funzioni pubbliche.

A questa stessa epoca risalgono alcuni interventi che esprimevano una precisa volontà di togliere Mirandola dalla sua posizione di relativa autotomia rispetto a Modena e di affermare i rapporti di relazione e subordinazione tra le due città: nel 1769 venne aperta una seconda porta nelle mura della città, detta porta Modena, perché situata in questa direzione; nel 1786 si iniziò l'abbassamento delle mura che, nel corso di pochi anni, caddero in rovina. Le mura vennero abbattute totalmente fra il 1876 e il 1896.

Nel 1796 ebbe inizio la costruzione dell'Albergo della Posta e nel 1791 venne aperto il teatro posto nella Galleria del castello.

3.7. *NUOVE SOPPRESSIONI*

Con un ordine del 23 agosto 1798, impartito da Pier Luigi Leonelli Commissario della Repubblica Cisalpina, vennero soppressi la chiesa dei Cappuccini e il seminario, la chiesa della Madonnina, l'oratorio di S. Rocco, quello del S.S. Sacramento e di S. Maria Bianca, con il convento delle Clarisse. Gli edifici e i beni appartenenti a queste chiese vennero venduti a privati attraverso aste pubbliche dopo essere stati incamerati dal Demanio: in seguito a ciò le strutture edificate furono abbattute o profondamente modificate per destinazioni improprie, quali depositi, magazzini, granai, stalle, sedi militari ed in parte abitazioni. Il convento dei Cappuccini, sede del Seminario, venne quasi completamente distrutto, mentre la chiesa fu adibita a granaio; nelle cappelle si fece una abitazione. L'oratorio di S. Rocco venne distrutto nel 1813, dal proprietario che lo aveva acquistato dal Demanio: nell'area in cui sorgeva si venne a formare un vasto cortile, ai lati del quale furono edificate delle tettoie che servivano come stalle. Il convento delle Clarisse, utilizzato dapprima come caserma per i francesi, venne venduto all'asta e dopo una serie di passaggi di proprietà, abbattuto nel 1805. Analoghe furono le vicende subite dall'antichissimo complesso della chiesa e del convento di S. Francesco: sottoposto dall'inizio della dominazione francese a pesanti contribuzioni e alla soppressione di tutti i privilegi di cui godeva, venne occupato, con gravissimi danni, da un corpo francese nel gennaio del 1798; le opere di restauro, iniziate subito dopo l'allontanamento del corpo militare, vennero interrotte dal decreto di Napoleone del 25 aprile 1810, nel quale soppresse tutti gli "stabilimenti, corporazioni, congregazioni, comunità ed associazioni ecclesiastiche di qualunque natura e denominazione" eccettuate le suore di carità e poche altre congregazioni aventi finalità educative e vietò a chiunque "di vestir l'abito di veruno ordine religioso". La chiesa e il convento, passati alla Nazione, vennero venduti a un privato, il quale abbatté immediatamente il convento, ma fu costretto, per le pressioni della cittadinanza, a mantenere la Chiesa; al suo posto vennero ceduti gli oratori di S. Rocco e della B.V. della Porta. Quest'ultimo non fu abbattuto perché comperato da un sacerdote per conservatorio.

Con gli inizi del XIX secolo l'opera di distruzione era ormai interamente compiuta.

3.8. *LA CITTA' NEL XIX SECOLO*

Nel 1878 la Municipalità della Mirandola diede inizio ad uno scempio urbanistico e storico che oggi sarebbe difficile da perdonare. Si decise infatti di abbattere le mura erette dai Pico. Le motivazioni addotte in Consiglio comunale furono di vario ordine: intanto, si affermava, non servivano più a nulla. Poi esse impedivano lo sviluppo edilizio della città. Infine – si diceva – era il modo di dar lavoro ad alcune decine di operai. Poco per volta, caddero le nobili mura pichiane, si smantellarono le porte, si interrarono i fossati e si diede vita all'attuale viale della Circonvallazione. Nel 1888 rovinarono a terra il baluardo di San Martino e tutto il tratto delle mura che andava dal castello al bastione di Sant'Agostino. All'interno del castello dei Pico vennero distrutti i resti dell'arsenale, di cui erano rimasti in piedi tre bellissime arcate rinascimentali, di forma assai elegante, sostenute da colonne in pietra viva

Figura 3.13 Fotografia, 1930. Demolizione della Chiesa dei Mendicanti per far posto alla caserma della milizia

Ma la storia più edificante è quella della famosa Torre di piazza, forse il monumento più importante della città, almeno sotto il profilo civile e politico. Portava un bellissimo orologio ma soprattutto la grande campana della città. Nel febbraio del 1888 il Consiglio comunale decise di abbattere la torre per due motivi, uno di tipo strutturale e uno di tipo sociale. La torre infatti non riusciva più a reggere la pesante campana, e allo stesso tempo era diventata una pubblica latrina per i boari del vicino mercato.

Non mancarono tuttavia interventi di maggiore efficacia nel settore del credito e dei trasporti, nello sfruttamento delle risorse ambientali e nel potenziamento delle attività culturali. Istituita dal Comune tra il 1860 e il 1863, la Cassa di Risparmio di Mirandola cominciò ad operare nel 1864, mentre la Banca Popolare aprì nel 1887. Nel 1868 venne istituita la Commissione Municipale di Storia Patria e di Arti Belle della città e dell'antico ducato della Mirandola, che gettò le basi della ricerca storica locale per impulso soprattutto di Don Felice Ceretti. Nel 1877 usciva il primo numero de "L'Indicatore Mirandolese, periodico mensuale di storie patrie". In seguito alle disposizioni della legge Casati, dopo il 1860 Mirandola si dotò di nuove scuole infantili, elementari, tecniche e ginnasiali; allo stesso periodo risaliva la costituzione della Biblioteca Comunale, mentre l'istituzione del Liceo-Ginnasio G. Pico è del 1923, anno della Riforma Gentile. Nel 1883 venne inaugurata la linea ferroviaria Sassuolo- Modena-Mirandola, cui successivamente si aggiunsero i tronconi che portavano a Cavezzo- Villafranca e a San Felice-Finale. Nel 1892 veniva costituito il Consorzio di Burana.

L'inizio del secolo coincide per Mirandola con alcune importanti realizzazioni nel campo dei lavori pubblici. Nel 1900 sorgeva a Mirandola la prima Camera del Lavoro, simbolo dell'unità di tutti i lavoratori, e il macello pubblico. Nel 1901 si procedette alla realizzazione dell'illuminazione a gas della piazza e di alcune vie cittadine. Sempre nel 1901 si diede avvio al restauro della facciata del cinquecentesco Palazzo del Comune. Nel 1902 veniva inaugurata la stazione ferroviaria di Cividale, in coincidenza con l'apertura del tronco ferroviario Bologna-Poggio Rusco. Nel 1905 si aprì il Teatro Sociale (ora Teatro Nuovo) che sostituiva il vecchio Teatro Greco-Corbelli, poi Carpeggiani. Nello stesso anno si aprirono le nuove Scuole Elementari di Via Circonvallazione. Nel 1908 si ebbe l'avvio del nuovo ospedale "Santa Maria Bianca" nella zona dove sorge tuttora.

Figura 3.14 Fotografia, 1909. Panoramica di Mirandola.

3.9. *L'ERA FASCISTA*

Nel 1920 si affermò l'idea fascista a Mirandola. Se si eccettua qualche episodio isolato, il fascismo mirandolese, almeno nelle manifestazioni esteriori, non fu caratterizzato da eccessiva violenza, forse anche per una massiccia presenza socialista nella zona. Spalleggiati dai proprietari terrieri, forti dell'impunità da parte delle forze dell'ordine, i fascisti nella Bassa e a Mirandola erano ormai padroni del campo. Come entità numerica il fascismo non faceva paura. Era la risolutezza delle squadre a spargere la maggior preoccupazione, ma quando il fenomeno era già dilagato la media e grossa borghesia non poterono più intervenire. Il successo elettorale delle destre coincise con il declino del partito socialista. Con la connivenza degli agrari, dei ceti conservatori e anche di una parte del popolo che si definiva amante dell'ordine, cominciò l'era fascista. Durerà vent'anni o poco più e per molti non sarà un periodo felice.

Prima dell'inizio degli anni '30 tutta l'Italia fu percorsa da una gravissima crisi economica. La gente della Bassa ne risentì in modo particolare. Iniziò il fenomeno dell'emigrazione interna e dell'urbanesimo. Si lasciavano le campagne inospitali in cerca di fortuna a Mirandola. Le autorità mirandolesi, allora, tentò di procurare un po' di lavoro agli operai con qualche realizzazione pubblica di un certo rilievo. A partire dal 1928 fin verso il 1930 si abbatté l'ottocentesco convento dei Francescani in piazza Garibaldi per costruire al suo posto la sede del Liceo Ginnasio che oggi si chiama Giovanni Pico. Il palazzo del Liceo e della Biblioteca fu ultimato nel 1934. Nel 1929 si iniziò la costruzione della Caserma Mussolini destinata a Scuola Militare della Milizia Volontaria Sicurezza Nazionale. Vennero demoliti alcuni vecchi fatiscenti palazzi della parte di Levante della antica Via Grande, si eliminarono i resti del vecchio Ospedale di Santa Maria Bianca e della chiesa delle Mendicanti, e su questi spazi sorse la caserma dedicata al Duce. Si modificò anche, nel 1932, il Palazzo del Monte di Pietà dando vita ad un passaggio coperto detto la Galleria. La parte più discutibile delle realizzazioni edilizie del periodo fascista è quella che concerne il castello dei Pico. Nel 1930 si ricostruì la parte della fortezza che guardava sull'attuale piazza Costituente in un falso stile medievale.

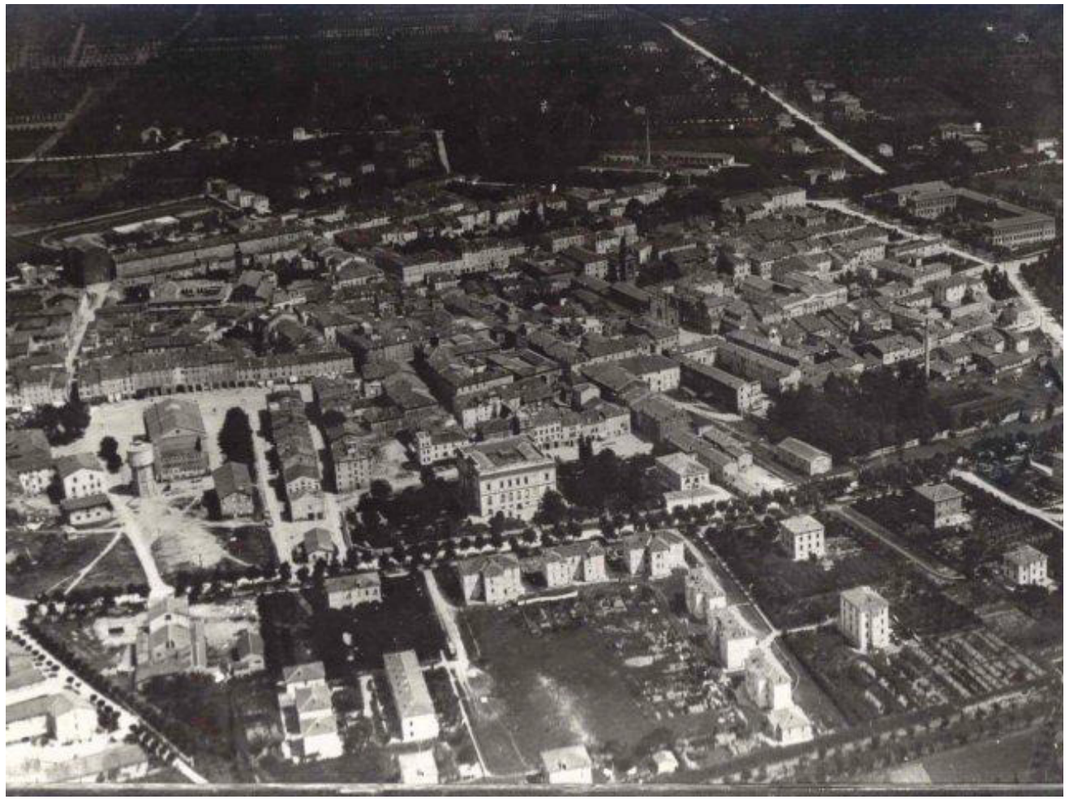


Figura 3.15 Fotografia, 1930. Mirandola vista dall'alto.

3.10. *IL SECONDO DOPO GUERRA*

Dopo la fine della guerra, anche i fabbricati che per la loro modestia o avevano potuto sfuggire ad alterazioni di un certo rilievo presero, sotto alla spinta di un momento economico indubbiamente favorevole, a cambiare lentamente ma inesorabilmente il loro volto fino a diventare del tutto irriconoscibili: case medioevali o vecchie case senza epoca ma con paramento a vista e decorazioni in cotto vennero intonacate e rese insignificanti proprio per la abolizione della sovrastrutture; le loro logge che guardavano i cortili furono chiuse per creare vani e modificare l'uso delle abitazioni. Gli orti, i cortili, i giardini, gli spazi non costruiti, perfino i vecchi sagrati furono aggrediti e stipati. Nulla o quasi nulla (almeno per ciò che si riferisce all'aspetto esterno degli edifici) è rimasto della antica Mirandola rinascimentale, della Mirandola barocca o anche solo della vecchia Mirandola anonima ma caratteristica; nulla in pratica è rimasto intatto nel centro storico. Le falsificazioni (per tutte valga la costruzione "in stile" della parte nuova del castello: 1930), le contraddizioni (per es. il tentativo di inserire costruzioni a grattacielo cioè fuori scala nello schema precedente), i camuffamenti (specialmente delle facciate, come si è detto), le devastazioni (per es. quella di diversi giardini di Via Fulvia utilizzati come area fabbricabile), le piccole distruzioni senza numero hanno colpito con cattiveria il cuore della città. Pur tenendo presente che tutte queste cose non si sarebbero verificate nella loro pienezza se la città fosse stata rispettata in precedenza, resta vero che esse, hanno contribuito a rendere banale la Città Storica, cioè quella parte della Mirandola che, per la razionalità e la qualità della sua configurazione, la pianta e il corpo urbano (le mura, il castello con le sue torri, le case in cotto affacciate sulle strade selciate a sassi di fiume, le chiese coi loro campanili, i conventi ecc.) aveva meritato di essere chiamata, "Miranda Mirandula" cioè la Mirandola meravigliosa.

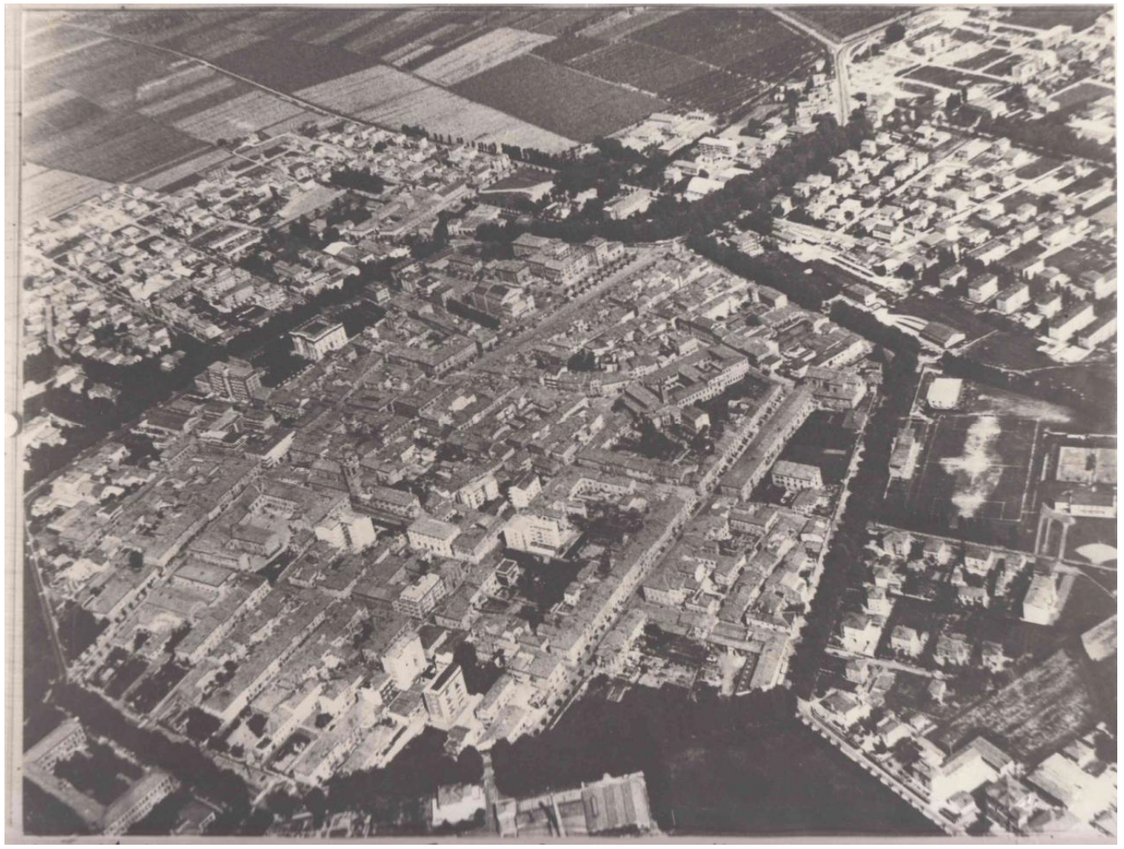


Figura 3.16 Fotografia, 1971. Mirandola, veduta aerea.

3.11. *IL FENOMENO URBANO*

Mirandola sarà teatro di un importante crescita urbana negli ultimi anni, questa crescita è dovuta, come per i piccoli comuni limitrofi, al grande pregio dei terreni di questa zona. Terreni molto fertili che erano stati riconosciuti già in epoca antica fondando le prime città proprio in posizioni strategiche. La crescita non sarà una crescita programmatica ma più lasciata al caso anche dove erano stati studiati dei piani per l'espansione.

Nel 1951 la popolazione residente a Mirandola era un terzo di quella odierna ma già l'espansione al di fuori delle mura era molto influente. Negli anni a seguire la densità insediativa del centro storica raddoppia e solo dieci anni più tardi nel 1961 l'espansione esterna al centro storico è quasi del doppio. Come ogni espansione urbana che caratterizza l'Italia di questi anni, anche Mirandola si è espansa a dismisura anche oltre al necessario. Possiamo notare questa cosa anche dall'analisi fatta sulle funzioni e sulle attività collettive di Mirandola, che oltre non essere sufficienti per gli attuali cittadini sono per di più distribuite senza nessuna logica per la città. Senza parlare di tutte quelle aree che sono ancora in fase di costruzione lasciate quasi al completo abbandono, quei vuoti urbani causa di una crescita incontrollata. Solo nel 1971 la situazione appare peggiorata, la crescita fuori dalle mura risulta essere oltre il 170% mentre la crescita della popolazione è aumentata del solo 84%. La percentuale di abitanti per metro quadro del centro storico e della "periferia" è rappresentata da un enorme divario. Continuano a crescere anche i vuoti urbani o come le definisce Vilmo Cappi le aree di attesa, urbanizzate ma non edificate, e anche attrezzature pubbliche crescono ma non esponenzialmente alla crescita di popolazione, lasciando Mirandola nella posizione di stallo in cui di trovava ben dieci anni prima. Tra il 1971 e il 1979 i dati parlano di un'attività edilizia che ha prodotto oltre 1300 alloggi, per una media di 166 nuovi alloggi all'anno; di questi quasi 1250 sono stati realizzati nel capoluogo.

Estremamente ridotta invece appare l'attività di recupero del patrimonio edilizio esistente: solo 22 alloggi recuperati tra i circa 500 alloggi del centro storico considerati inadeguati per condizioni abitative insoddisfacenti, ma occupati da famiglie.

Lo scenario che sembra aprirsi però è quello di una spinta al recupero del centro storico e della rivalorizzazione delle aree esterne ad esso piuttosto che ad una crescita incontrollata che ha caratterizzato i due decenni scorsi. Sarà proprio questa tendenza che caratterizzerà il decennio 1985 al 1995, quello di una rivalorizzazione e di un recupero del centro storico 33 soprattutto di quelle zone che danno la possibilità di creare attività commerciali e terziarie, in modo quindi di abbassare il divario tra la percentuale di popolazione e di luoghi pubblici.

La crescita anche se in diminuzione continua, rendendo sempre più difficile la risposta in termini di servizi pubblici. Dai primi anni la città di Mirandola era riconosciuta dal centro storico che rappresentava l'intera città. L'evoluzione socio-politica della città ha portato un ampliamento dell'insediamento urbano al di fuori della mura storiche della città senza però separare la realtà sociale ed economica dei suo abitanti. Sia i cittadini all'interno sia quelli al di fuori delle mura sono legati dalla stessa attività lavorativa che caratterizza queste zone, ossia l'agricoltura.

Non sono comunque mancate lotte per una più equa distribuzione delle risorse nel territorio e per un maggior equilibrio sociale. Gli squilibri economici e territoriali si sono risolti negli ultimi anni quando si sono visti i primi benefici consentendo quindi una stabilizzazione demografica ed una ripresa dei settori occupazionali. La condizione economica porta quindi a una nuova stabilità e quindi ad una più ampia richiesta di abitazioni e di posti di lavoro.

Proprio questa crescita ha portato Mirandola ad ampliarsi nella prima periferia trasformando la piccola città chiusa dalla cinta muraria a una grande città ampliata verso la campagna. Questo ampliamento a macchia d'olio è però privo di una programmazione e quindi siamo davanti ad una

espansione incontrollata. Il centro storico rimane comunque fulcro e centro della vita di Mirandola e delle sue maggiori attività.

Il centro storico si trova però a svolgere la funzione di raccolta per quelle fasce sociali, economicamente deboli che non potevano permettersi l'acquisto di una nuova unità immobiliare nuova. Il 45% della popolazione che occupa il centro storico è rappresentata da operai.

Nel corso del Novecento lo sviluppo dell'economia mirandolese è dovuto soprattutto dall'impianto nel territorio di stabilimenti operanti nel settore biomedicale (emodialisi, autotrasfusione, rene artificiale, ecc...), Mirandola è infatti uno dei distretti economici più rappresentativi in Italia di questo settore.

Parallelamento allo sviluppo economico si ha un forte sviluppo urbanistico, soprattutto verso Cividale e San Giacomo Roncole che ha coinciso anche con l'inizio del restauro di alcuni monumenti: la galleria del Popolo, la chiesa di San Francesco, il Liceo G. Pico, il Duomo, la chiesa del SS Sacramento, la Cappelletta del Duca, il Barchessone di San Martino Spino, la Beata Vergine della Porta (la Madonnina) e la chiesa del Gesù, esempio di chiesa barocca, le cui ancora lignee rappresentano un alto esempio di artigianato locale. Negli ultimi decenni Mirandola è diventata il più importante polo scolastico dopo quello di Modena, accanto alle vecchie scuole si sono affiancati istituti rispondenti alle nuove esigenze, mentre il comune si è attrezzato di un ufficio di formazione professionale.

Per questi motivi, nel 1996 Mirandola ha potuto richiedere e riottenere dal Capo dello Stato Oscar Luigi Scalfaro il titolo di città, che dopo l'Unità d'Italia non le era stato riconfermato.

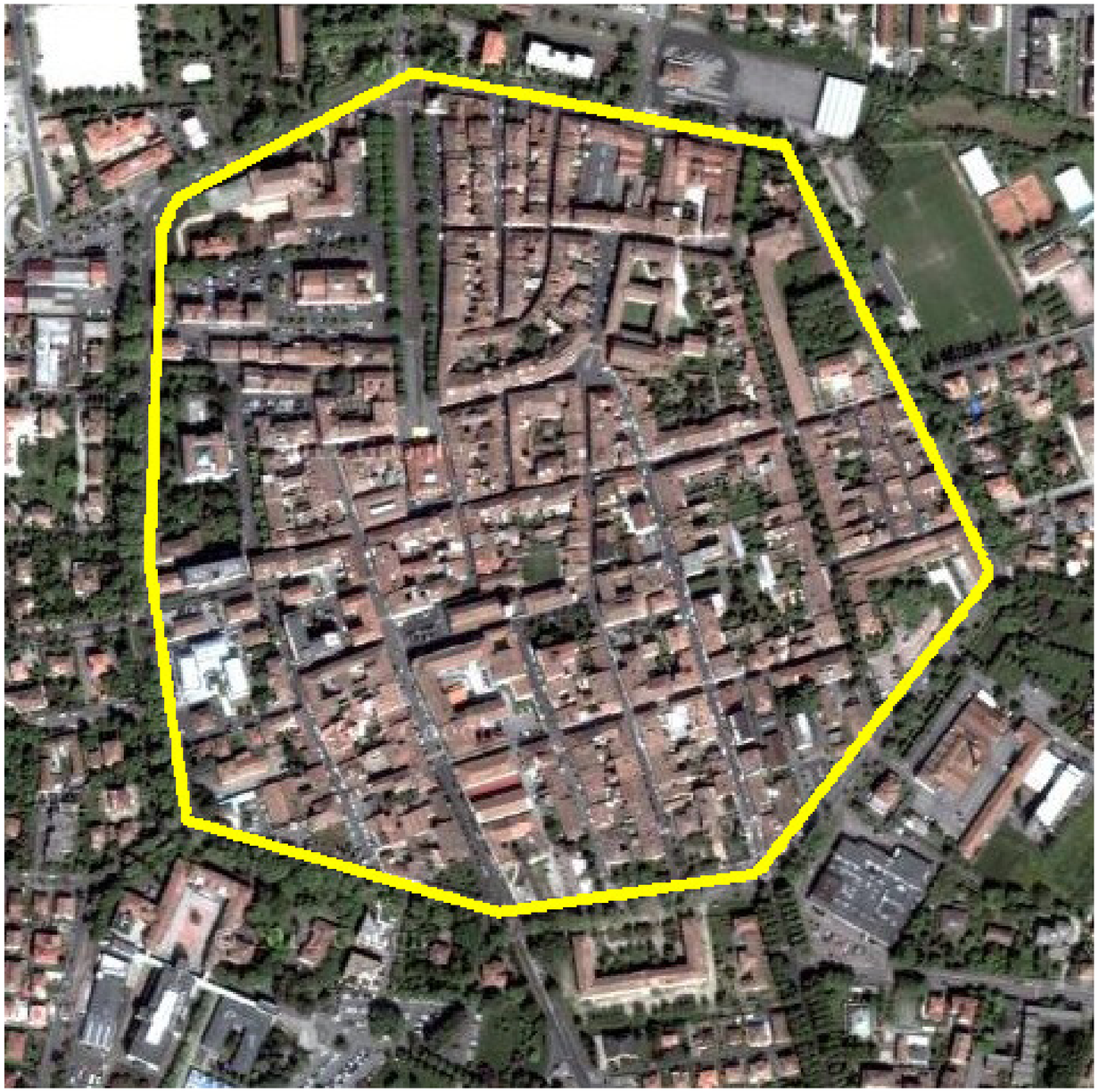


Figura 3.17 Fotografia, 2013. Mirandola, veduta aerea.

4. IL TERREMOTO

4.1. *IL TERREMOTO IN ITALIA*

Il terremoto è una delle tante calamità naturali che il nostro Paese sempre più frequentemente deve affrontare. Spesso tendiamo a dimenticare che l'Italia è uno dei Paesi a maggiore rischio sismico del Mediterraneo, per la frequenza dei terremoti che hanno storicamente interessato il suo territorio e per l'intensità che alcuni di essi hanno raggiunto, determinando un impatto sociale ed economico rilevante.

La sismicità della Penisola italiana è legata alla sua particolare posizione geografica.

In 2500 anni, l'Italia è stata interessata da più di 30.000 terremoti di media e forte intensità. Solo nel XX secolo, ben 7 terremoti hanno avuto una magnitudo uguale o superiore a 6.5 (con effetti classificabili tra il X e XI grado Mercalli). I terremoti che hanno colpito la Penisola hanno causato danni economici consistenti, valutati per gli ultimi quaranta anni in circa 135 miliardi di euro, che sono stati impiegati per il ripristino e la ricostruzione post-evento. A ciò si devono aggiungere le conseguenze non traducibili in valore economico sul patrimonio storico, artistico, monumentale. In Italia, il rapporto tra i danni prodotti dai terremoti e l'energia rilasciata nel corso degli eventi è molto più alto rispetto a quello che si verifica normalmente in altri Paesi ad elevata sismicità, quali la California o il Giappone. Ad esempio, il terremoto del 1997 in Umbria e nelle Marche ha prodotto un quadro di danneggiamento (persone senza tetto: 32.000; danno economico: circa 10 miliardi di Euro) confrontabile con quello della California del 1989 (14.5 miliardi di $ USA), malgrado fosse caratterizzato da un'energia circa 30 volte inferiore. Ciò è dovuto principalmente all'elevata densità abitativa ma soprattutto dalla notevole fragilità del nostro patrimonio edilizio.

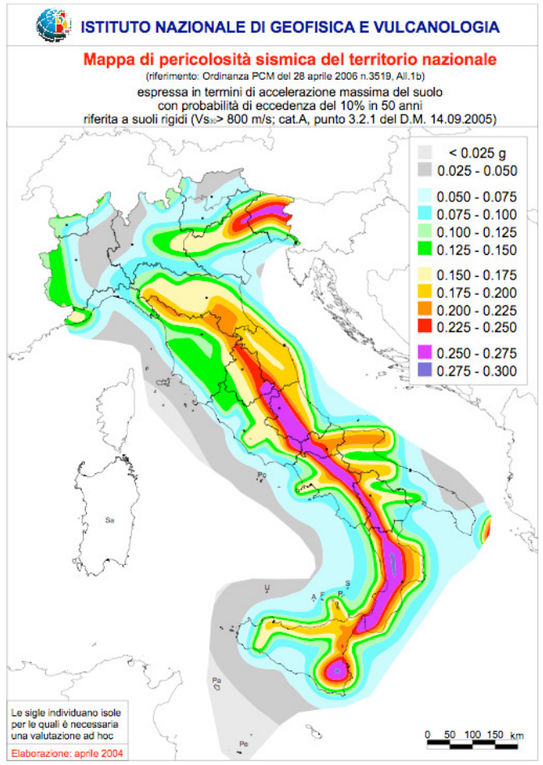


Figura 4.1 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

La sismicità (frequenza e forza con cui si manifestano i terremoti) è una caratteristica fisica del territorio. Conoscendo la frequenza e l'energia (magnitudo) associate ai terremoti che caratterizzano un territorio ed attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una certa magnitudo, in un certo intervallo di tempo, possiamo definire la sua pericolosità sismica. Un territorio avrà una pericolosità sismica tanto più elevata quanto più probabile sarà, a parità di intervallo di tempo considerato, il verificarsi di un terremoto di una certa magnitudo. Le conseguenze di un terremoto, tuttavia, non sono sempre gravi: molto dipende infatti, dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di una scossa sismica. Questa caratteristica, o meglio la predisposizione di una costruzione ad essere danneggiata da una scossa sismica, si definisce vulnerabilità. Quanto più un edificio è vulnerabile (per tipologia, progettazione inadeguata, scadente qualità dei materiali e modalità di costruzione, scarsa manutenzione), tanto maggiori saranno le conseguenze che ci si deve aspettare in seguito alle oscillazioni cui la struttura sarà sottoposta. Infine, la maggiore o minore presenza di beni a rischio e, dunque, la conseguente possibilità di subire un danno (economico, in vite umane, ai beni culturali, ecc...), viene definita esposizione (di vite umane, beni economici, beni culturali). Il rischio sismico è determinato da una combinazione della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione ed è la misura dei danni che, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni

esposti), ci si può attendere in un dato intervallo di tempo. In Italia, possiamo attribuire alla pericolosità sismica un livello medio-alto, per la frequenza e l'intensità dei fenomeni che si susseguono.

La Penisola italiana, però, rispetto ad altri Paesi, come la California o il Giappone, nei quali la pericolosità è anche maggiore, ha una vulnerabilità molto elevata, per la notevole fragilità del suo patrimonio edilizio, nonché del sistema infrastrutturale, industriale, produttivo e delle reti dei servizi. Il terzo fattore, l'esposizione, si attesta su valori altissimi, in considerazione dell'alta densità abitativa e della presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale unico al mondo. In questo senso è significativo l'evento del 1997 in Umbria e Marche, che ha fortemente danneggiato circa 600 chiese e, emblematicamente, la Basilica di S. Francesco d'Assisi.

L'Italia è dunque un Paese ad elevato rischio sismico, inteso come perdite attese a seguito di un terremoto, in termini di vittime, danni alle costruzioni 37 e conseguenti costi diretti e indiretti. Per questo per un paese come l'Italia non può essere nascosta l'importanza della prevenzione, dell'attenzione alla tecnica costruttiva degli edifici, della potenzialità di resilienza delle città e della capacità della città di ripartire.

4.2. *CARATTERIZZAZZIONE SISMICA DEL TERRITORIO*

In virtù della dorsale ferrarese precedentemente definita, è possibile ritenere il territorio mirandolese soggetto alla presenza di faglie sismiche attive. Questa constatazione è oltremodo validata sia dall'esperienza, che vede il verificarsi di scosse di media entità già nel passato, sia dalle prove strumentali.

I sondaggi effettuati negli anni 60, in occasione delle campagne per la ricerca della presenza nel sottosuolo di idrocarburi, hanno permesso di confermare l'esistenza di faglie tuttora attive. Queste strutture geologiche si sviluppano, con forma arcuata, da Reggio Emilia fino a Ravenna, passando sotto la città di Ferrara. I terremoti di maggio-giugno 2012 si inquadrano perfettamente nell'area sismogenetica delle Pieghe Ferraresi.

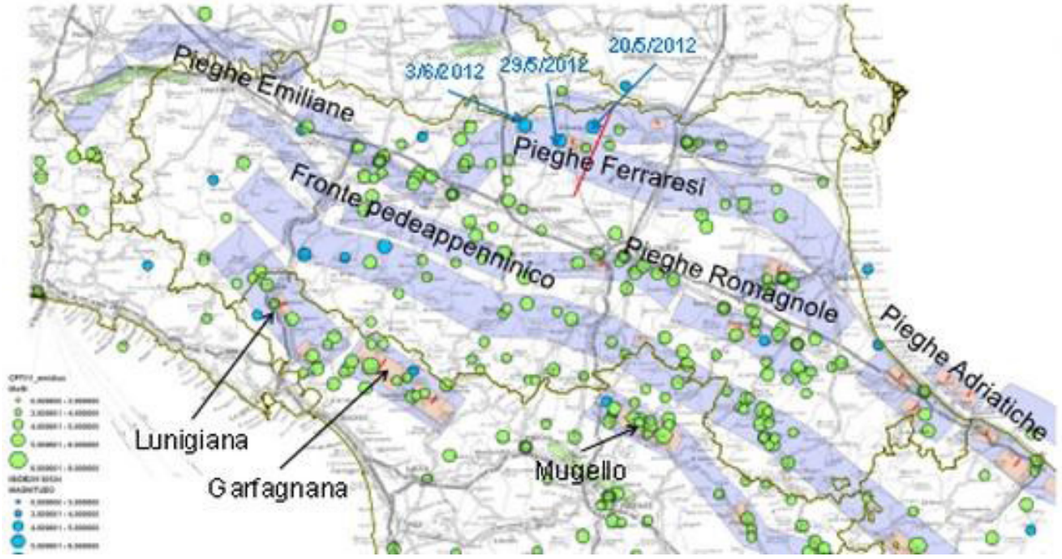


Figura 4.2 Aree sismogenetiche emiliane.

4.3. IL TERREMOTO IN EMILIA

Il sisma che ha colpito l'Emilia Romagna nel Maggio 2012, ha avuto un forte impatto sociale, culturale ed economico su tutta l'area danneggiata. Numerose sono state le vittime, i feriti, i danni al patrimonio culturale e alla potenza industriale di questa regione.

Lo sciame sismico che ha colpito l'Emilia Romagna dal 20 maggio 2012 ha coinvolto principalmente le province di Modena, Ferrara, Reggio Emilia e Bologna, 33 i comuni coinvolti. Sono state rilevate oltre 2400 scosse delle quali sette superavano la magnitudo 5.0 gradi Richter e ventisette erano comprese fra 4.0 e 5.0 gradi. La prima violenta scossa è avvertita domenica 20 maggio 2012 alle ore 4.00. I sismografi registrano una magnitudo M5.9 con epicentro a Finale Emilia ad una profondità di 6.3km.

I danni ai fabbricati sono notevoli: si registrano crolli al patrimonio edilizio e al comparto industriale, che caratterizzerà nella memoria questo terremoto. Data l'ora, le vittime sono 7 e i feriti 50, principalmente personale al lavoro nelle fabbriche. Gli sfollati sono 5.000. La seconda scossa arriva alle ore 9.00 del 29 maggio, con epicentro in Medolla e magnitudo M5.8, seguita dai sussulti delle ore 12.55, 13.00 e del 3 giugno, di magnitudo poco superiore a M5.0. Le costruzioni danneggiate il 20 ora crollano inesorabilmente. Le vittime saliranno a 20, gli sfollati a 15.000.

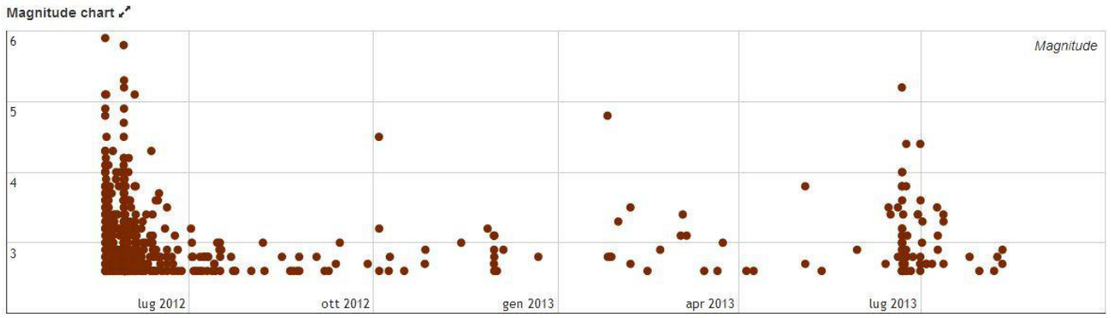


Figura 4.3 Localizzazione spazio-temporale degli eventi sismici dal maggio 2012 ad oggi.

I danni censiti tempestivamente dalla Protezione Civile, sono di 41000 edifici danneggiati. Il danno del terremoto in Emilia non è stato solo al patrimonio edilizio, ma ciò che ha colpito più a fondo le popolazioni di quest'area e di tutto il paese, è l'attacco al patrimonio industriale e produttivo. La richiesta principale che ne è seguita è stata la rimessa in moto del sistema produttivo, ma allo stesso tempo di restituire una vita "normale" alle popolazioni colpite.

La filosofia di ricostruzione che è stata attuata non è stata quella delle new town come può essere stata intrapresa per il caso aquilano, ma piuttosto ripartire da quello che c'era, prendendo questo terremoto come occasione anche di migliorare ciò che funzionava meno. Un'occasione di rinascita, mettendo al centro di tutto l'identità di questi luoghi, dall'importanza della storia dei centri storici, alle aree industriali delle loro periferie, ai casolari delle campagne. Occasione anche di ricostruzione con tecniche differenti, infatti il terremoto è stato anche rivelatore per quanto riguarda il metodo costruttivo utilizzato ad esempio per i capannoni industriali, ancora fermi agli anni '30. Un sisma di distruzione, ma occasione di rinascita.

Figura 4.4 Fotografia durante la scossa di terremoto delle ore 9.00 del 29 Maggio 2012 sulla piazza di Mirandola.

Figura 4.5 Fotografia di un edificio industriale danneggiato dal sisma del Maggio 2012.

5. LOCALIZZAZZIONE DELL'AGGREGATO DI STUDIO

5.1. *LOCALIZZAZIONE*

L'aggregato in analisi è localizzato nel quadrante a sud-ovest del centro storico di Mirandola. Questo è perimetrato dalle vie Savonarola a nord, ex Contrada Fanti e Strada di San Lodovico, via M. Fanti a ovest, ex Contrada Fanti e Strada della Monache, viale Circonvallazione a sud, ex Strada di Bordo e via Giovanni Pico La Fenice a Est, ex Contrada della Fenice e Strada Grande. L'aggregato è di forma rettangolare.

Figura 5.1 Immagine del centro storico di Mirandola. In evidenza l'aggregato di studio.

5.2. *IL PIANO STRUTTURALE COMUNALE DI MIRANDOLA*

La Giunta Comunale con proprio atto N° 71 del 24/04/2013, esecutivo, ha approvato il Documento Preliminare del Piano Strutturale Comunale ai sensi degli artt. 14 e 32 della L.R. 20/2000. All'interno sono raccolte esaustive tavole di studio che coinvolgono anche il centro storico. In dettaglio, nella tavola QC-C.1 "Struttura e identità del paesaggio" viene localizzato il centro storico e sono messi in evidenza i Beni monumentali.

Figura 5.2 Immagine dell'aggregato oggetto di studio. Identificazione del perimetro e delle vie.

Nell'aggregato di studio non vi è alcun edificio di interesse monumentale.

Nella tavola QC-C21 "struttura insediativa storica, beni culturali e paesaggistici" sono evidenziati sia gli edifici di valore storico-architettonico sia gli edifici di valore storico-testimoniale. Nell' isolato sono presenti immobili di valore storico-testimoniale.

Nella tavola QC-C2.2 "Interventi edilizi in centro storico (2001-2010)" sono raccolti ed identificati con diversi colori gli interventi edilizi approvati che sono stati effettuati nel decennio 2001-2010. Nell'aggregato si riscontrano diciassette interventi, dei quali nove sono di manutenzione straordinaria, tre cambi di destinazione d'uso, e cinque ristrutturazioni. Occorre sottolineare che la volontà del Comune di avere il controllo sul tipo e sulla consistenza di questi interventi rispecchia lo sforzo di creare un archivio di informazioni sul recupero in atto nel centro storico. Infine, nella tavola QC-C2.4 "Rilievo del danno a seguito del sisma 2012 nel centro storico" raccoglie i risultati della compilazione delle schede Aedes post-terremoto.

Queste annotazioni, stese da squadre di tecnici durante i sopralluoghi, descrivono sinteticamente le caratteristiche tecniche dell'unità ed evidenziano gli eventuali danni subiti, determinando il tipo di agibilità identificato da un colore abbinato ad una lettera dell'alfabeto. Il tessuto del centro storico è stato completamente rilevato e si evidenzia un elevato numero di edifici inagibili ed edifici inagibili a rischio crollo (colori rosso e arancio).

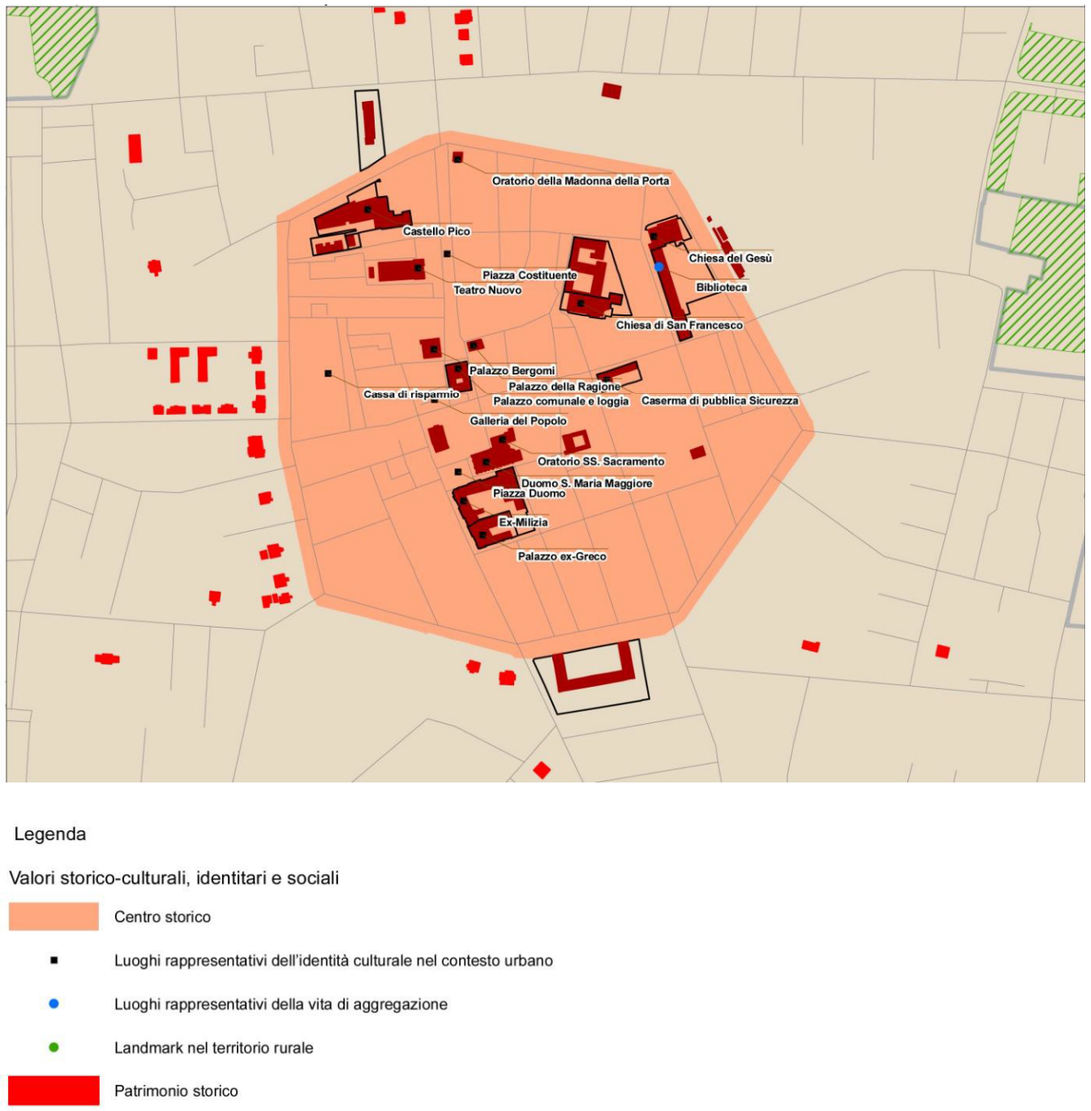
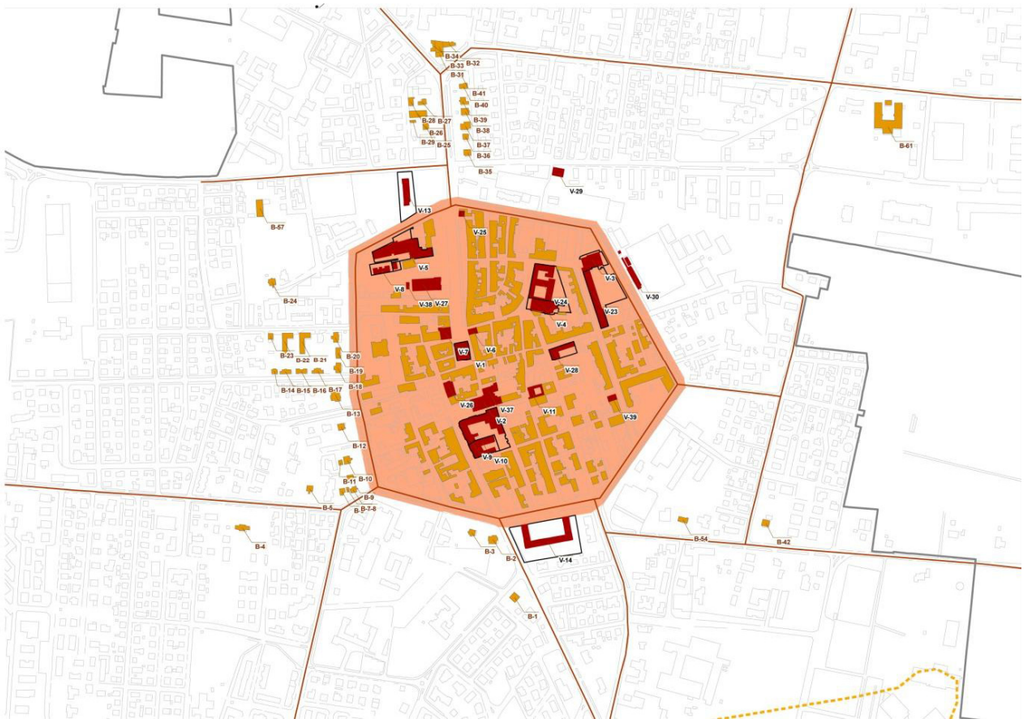


Figura 5.3 Tavola QC-C1 (estratto)



legenda

Confine comunale

Perimetro del territorio urbanizzato

Centro storico

Beni monumentali

Immobili di interesse storico-architettonico tutelati dal D.Lgs. 42/2004 artt. 10, 12

Pertinenze degli immobili di interesse storico-architettonico tutelati dal D.Lgs. 42/2004 artt. 10, 12

Altri edifici di valore storico

Edifici di valore storico-architettonico e relativo numero di scheda

Edifici di valore storico-testimoniale e relativo numero di scheda

Viabilità storica

Figura 5.4 Tavola QC-C2.1 (estratto)

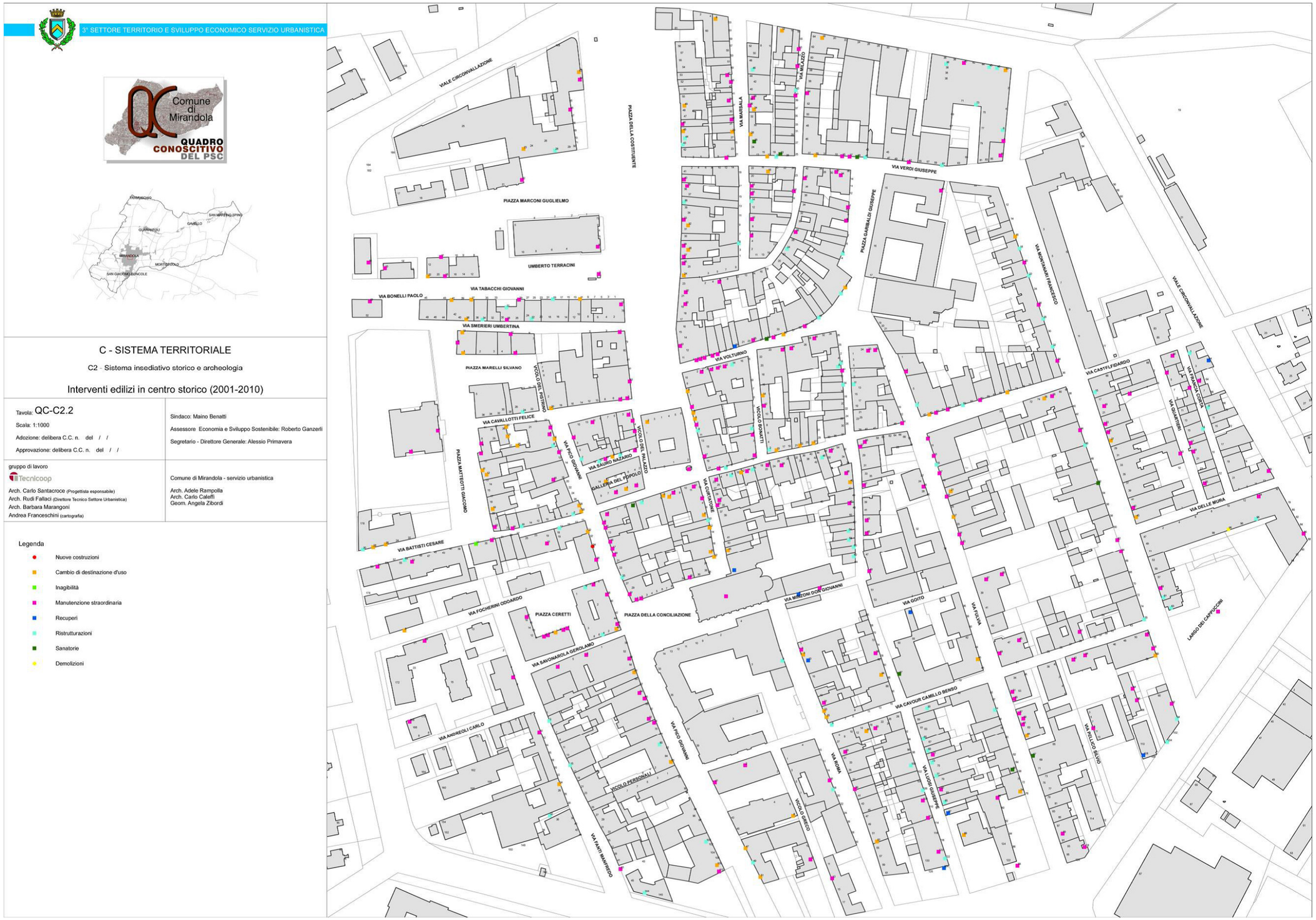
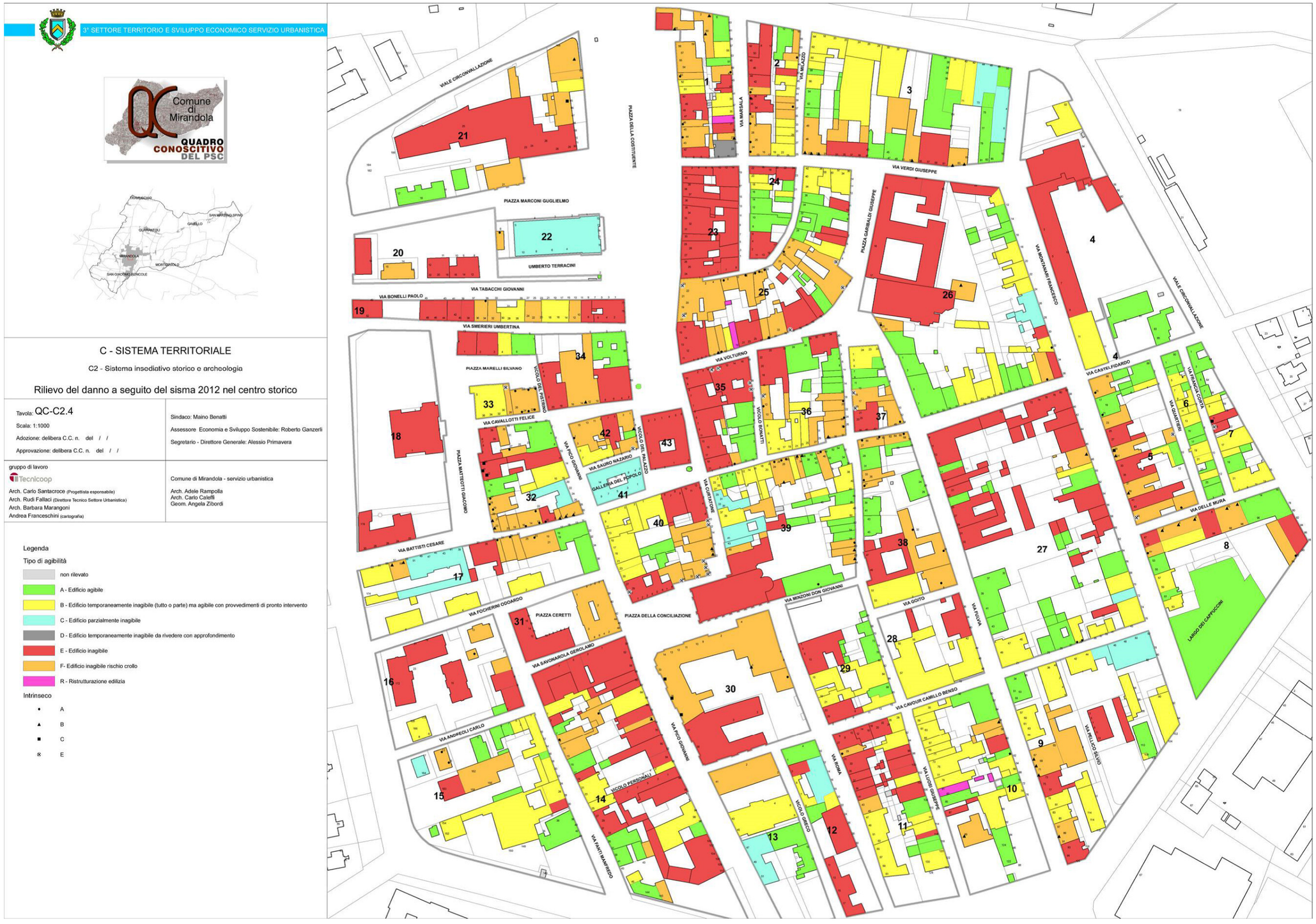


Figura 5.5 Tavola QC-C2.2



5.6 Tavola QC-C2.4

6. ANALISI STORICA DELL'AGGREGATO DI STUDIO

6.1. *STUDIO DELL'EVOLUZIONE STORICA CATASTALE*

Il metodo di ricerca si basa sulla ricostruzione dell'evoluzione che i fabbricati hanno affrontato nel corso dei secoli. Lo scopo di questa fase di ricerca è dunque di raccogliere tutte le informazioni necessarie ad ipotizzare il più probabile sviluppo tipologico degli edifici e dell'aggregazione dell'isolato. L'uso di fonti cartacee reperibili negli Archivi Storici permette di intravedere la consistenza del tessuto storico quando non aveva ancora subito i drastici rimaneggiamenti novecenteschi.

Per completare le fasi storiche di espansione dell'intero isolato sono state analizzate le mappe catastali reperite presso l'Archivio di Stato di Modena, inoltre sono state reperite alcune immagini e fotografie rappresentanti la città di Mirandola, in particolare l'aggregato di studio nelle varie epoche storiche.

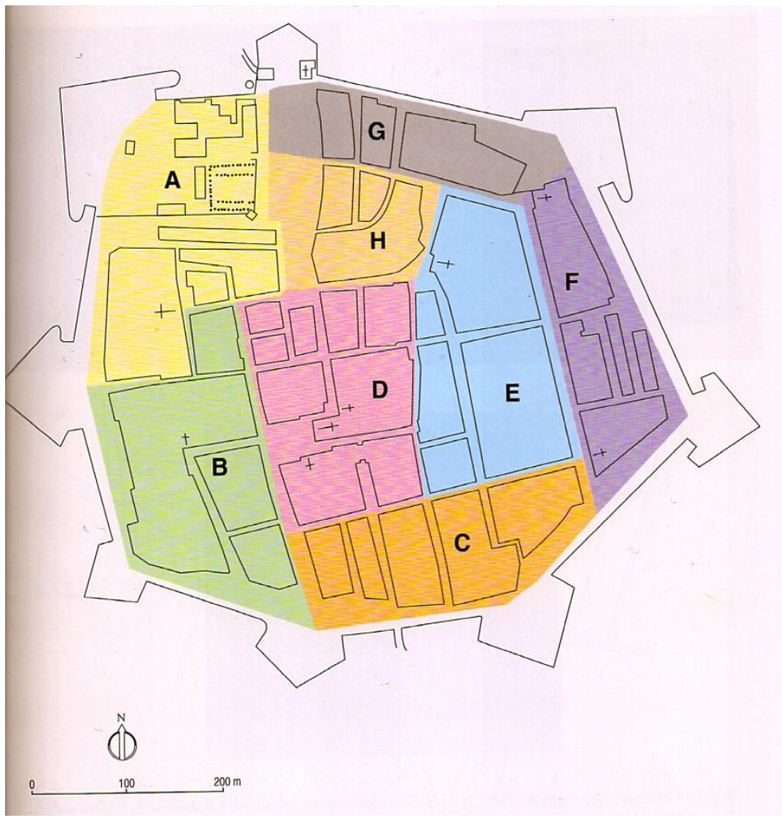


Figura 6.1 Quartieri urbani di Mirandola nel 1786 definiti ai fini della numerazione civica: A) Quartiere di S. Agostino; B) Quartiere delle Monache; C) Quartiere de Servi; D) Quartiere del Duomo; E) Quartiere di S. Francesco; F) Quartiere dello Spedale di S. Maria Bianca; G) Quartiere di S. Rocco; H) Quartiere della Piazza.

Nel 1786 la città di Mirandola venne divisa in otto quartieri ciascuno dei quali dotato di una propria numerazione atta ad identificare le abitazioni pertinenti. La cifra araba era riferita all'edificio, la lettera al quartiere. L'isolato di studio è situato nel Quartiere delle Monache.

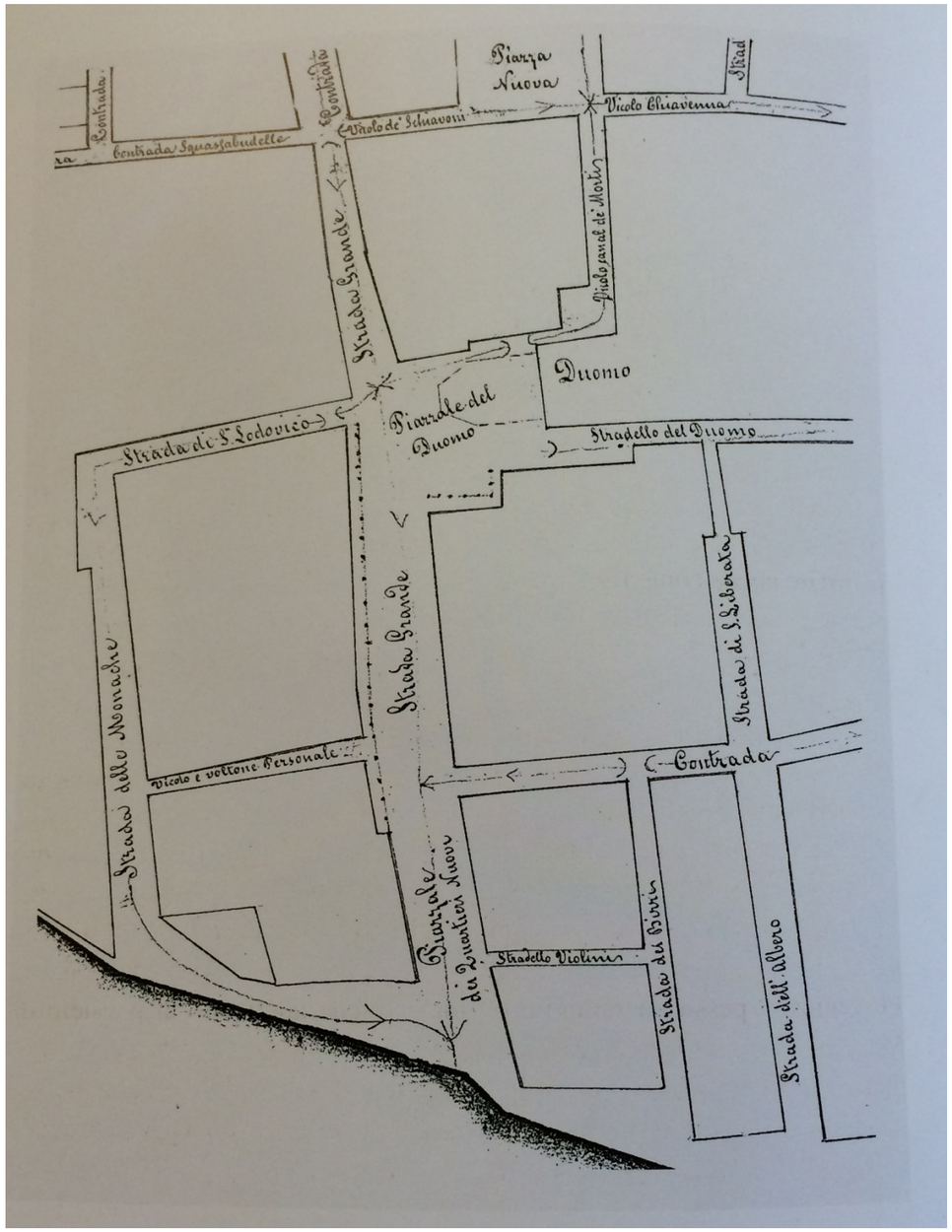


Figura 6.2 Immagine rappresentante la situazione dell'isolato di studio con i nomi delle vie e delle piazze nel 1865, prima del riordino effettuato dall'Amministrazione Comunale. Particolare della mappa redatta su incarico dell'assessore Giuseppe Bocchi (Archivio Storico Comunale di Mirandola cassetto mappe e stampe).

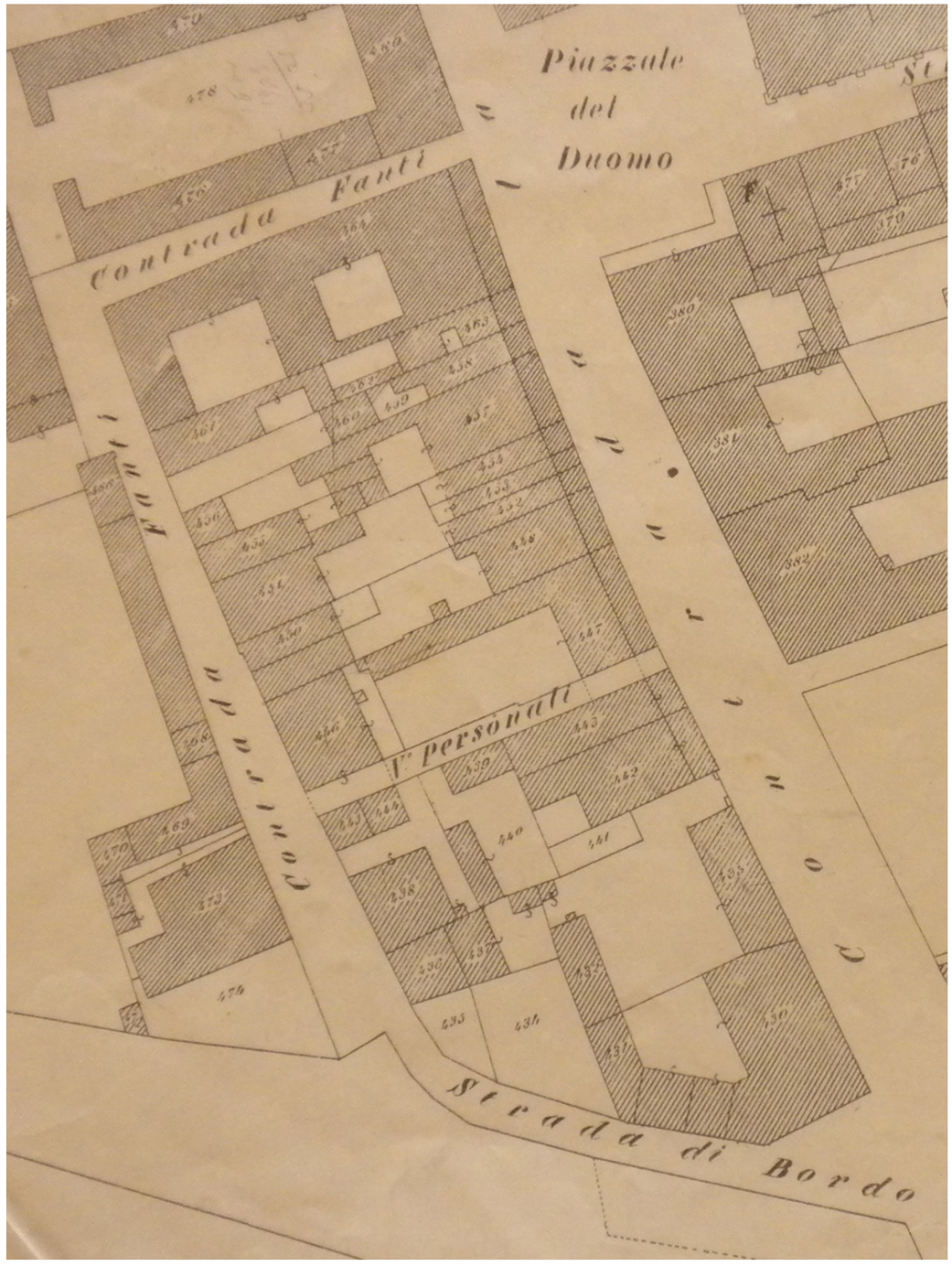


Figura 6.3 Mappa Catastale del 1893.

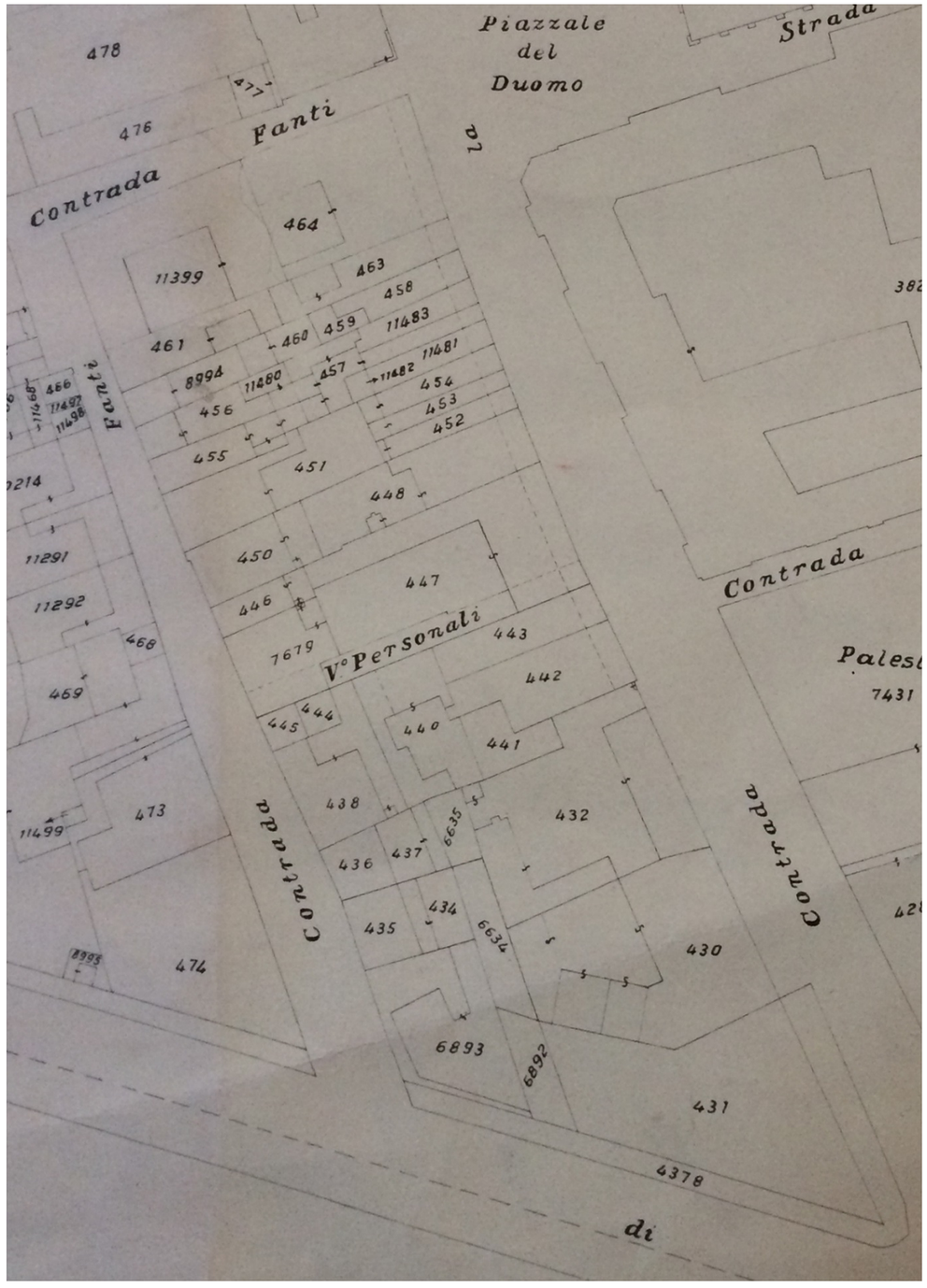


Figura 6.4 Mappa Catastale del 1952.

Figura 6.5 Fotografia dell'angolo tra via Fanti e Viale Circonvallazione, 1930.

Figura 6.6 Fotografia del porticato su via G. Pico, 1960 (La Mirandola, storia urbanistica di una città, Vilmo Cappi).

Figura 6.7 Mappa Catastale attuale.

7. ANALISI DELLE VULNERABILITA'

L'iter conoscitivo fin qui esposto, basato sull'analisi storico – evolutiva dell'aggregato, conduce alla formulazione d'ipotesi, preliminari e qualitative, circa i meccanismi di collasso che si potrebbero attivare localmente nell'aggregato e le relative potenziali cause d'innesco. È bene chiarire che la ricerca storica fornisce una buona base di partenza per conoscere le fasi costruttive dell'aggregato e per individuare le principali vulnerabilità ma non è esaustiva, poiché risultano necessari rilievi specifici e indagini sul campo.

Il costruito del centro storico, sviluppato e configurato nel corso dei secoli, è caratterizzato prevalentemente da edifici in muratura, nei quali le successive stratificazioni e modificazioni causano l'insorgenza di specifici fattori di vulnerabilità sismica, dovuti all'eterogeneità dei materiali e delle tecniche costruttive e agli scarsi ammorsamenti strutturali. Altri fattori sono connessi alla natura costruttiva del singolo edificio e sono dovuti alla difformità del costruito dalla "regola d'arte", alle alterazioni strutturali incongrue e allo stato manutentivo dell'edificio stesso. La vulnerabilità sismica può essere definita come la propensione al danneggiamento di una struttura sottoposta sia a carichi verticali che orizzontali.

Si passano in rassegna le principali vulnerabilità considerate, scelte alla luce della loro contribuzione nell'attivazione dei meccanismi di collasso di primo modo, esplicitati meglio nel seguente capitolo.

SCARSA QUALITÀ MURARIA

Ogni parete, per natura, tende a fornire una risposta propria, a prescindere dalle condizioni al contorno. Quando l'azione sismica colpisce il pannello in direzione ortogonale, questo tende a ribaltarsi attorno alla base d'appoggio. La risposta del pannello dipende anche dalla qualità meccanica della muratura. Infatti, assumono importanza meccanismi resistenti determinanti per assicurare quell'assetto monolitico che costituisce la vera risorsa di stabilità. Nel moto di rotazione attorno alla base, la parete tende a scaricare il proprio peso sul lembo esterno della sezione d'appoggio, generando una forte sollecitazione di taglio lungo il proprio piano medio. In questa fase viene messa a dura prova la capacità del muro di seguire il cinematismo e sostenerlo conservando la propria integrità. Emerge con chiarezza la necessità di avere un adeguato numero di elementi passanti, meglio se disposti a tutto spessore (diatoni), capaci di generare connessioni trasversali che resistono all'azione di taglio. La cultura costruttiva plurisecolare delle terre emiliane, basata sull'uso intensivo del laterizio, garantisce solitamente l'assenza di murature a sacco, maggiormente pericolose per le problematiche sopra esposte. I paramenti di facciata sono solitamente a tre teste, il che comunque non esclude la possibilità, da verificare con prove in situ, che si tratti di un caso di parete a due teste con addossamento di un terzo strato non connesso. Questo accorgimento è spesso adottato in concomitanza con le sopraelevazioni, come metodo per aumentare lo spessore del maschio. In sostanza, però, le pareti sono soltanto foderate da una testa di mattoni non ammorsata con il resto del paramento.

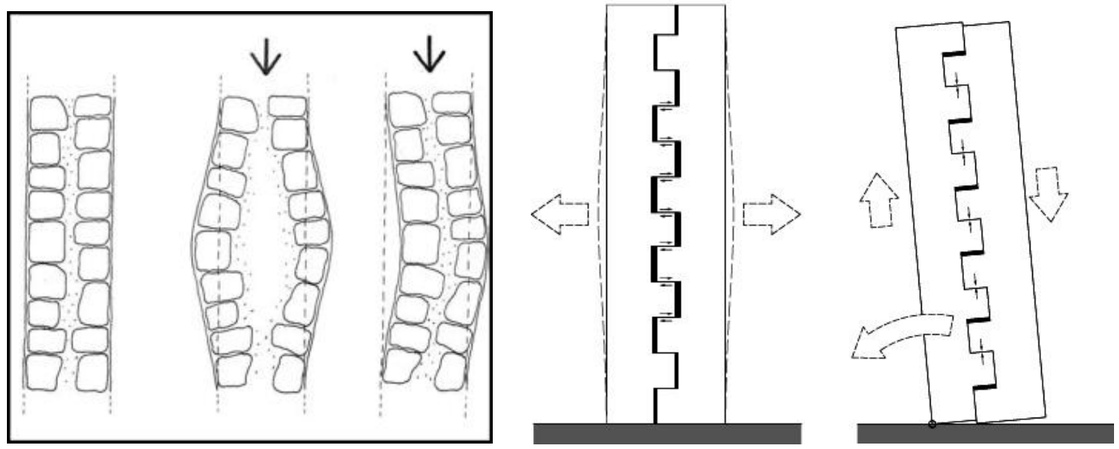


Figura 7.1 a. Comportamento di un pannello murario di scarsa qualità sottoposto ai carichi verticali. b. Comportamento di un pannello murario costruito secondo la regola dell'arte sottoposto a sisma.

MANCATI AMMORSAMENTI

Negli aggregati urbani dei centri storici sono presenti situazioni complesse che portano a un'individuazione delle unità strutturali non sempre univoca, soprattutto a causa del processo di evoluzione che ha portato alla configurazione attuale. Questo processo d'intasamento progressivo degli spazi comporta anche delle vulnerabilità elevate, soprattutto in assenza di ammorsature tra le unità strutturali. È questo il caso delle cellule di saturazione del tessuto urbano (cellula d'intasamento C), ovvero unità edilizie realizzate tra altri edifici già esistenti sfruttandone le pareti laterali ed edificando i soli muri di facciata e retro, e delle porzioni o appendici aggiunte in epoca successiva (cellule di accrescimento B).

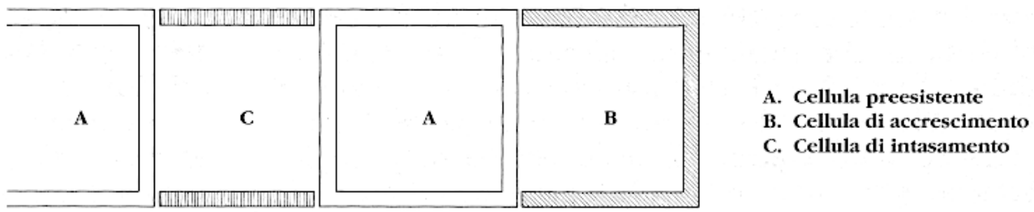


Figura 7.2 Meccanismi di accrescimento: A- cellula originaria; B- cellula di accrescimento; C- cellula di intasamento.

L'assenza di ammorsature impedisce il comportamento scatolare dei fabbricati e isola le pareti che tendono a ribaltarsi. Nello studio che si sta svolgendo le disconnessioni murarie sono state identificate grazie all'analisi evolutiva degli aggregati, e sono state ipotizzate nei punti di confine tra le diverse fasi.

SOPRAELEVAZIONI

Nei centri storici i casi di sopraelevazione sono numerosi e costituiscono una forte vulnerabilità. Infatti possono innescare problemi sia a causa dell'incremento di peso che può sovraccaricare le pareti perimetrali, sia a causa della mancanza di connessioni fra i paramenti murari sottostanti e le murature innalzate. Se sollecitate da azioni orizzontali, come il sisma, tali pareti ribaltano facilmente, innescando un moto di rotazione attorno ad una cerniera orizzontale posta in corrispondenza della disconnessione. Nei due aggregati oggetto di studio sono state considerate sopraelevate le porzioni di pareti che superano il secondo livello, ipotizzando che in una fase originaria le case fossero costituite da piano terra e piano primo.

Figura 7.3 Sopraelevazioni in edifici in via G. Pico.

RIFUSIONE DI PROSPETTI

A patire dal XVII secolo fino al XVIII- XIX secolo, a causa dei cambiamenti sociali ed economici, si assiste all'accorpamento di due o più case a schiera contigue, giungendo alla casa d'affitto e al palazzetto di rifusione. Si tratta di un'edilizia di elevato pregio che però modifica i contenuti formali di facciata dal palazzo cinquecentesco quali la parete ritmica ad interassi costanti, l'asse di simmetria e la gerarchia dei piani.

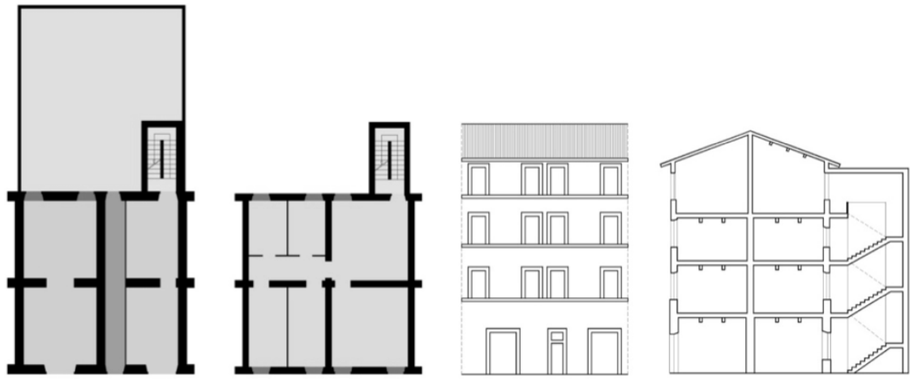


Figura 7.4 Palazzetto di rifusione.

Ma una pratica molto diffusa per ristabilire ritmo e scansione alla facciata consisteva nella demolizione delle facciate esistenti e la costruzione di una nuova unica facciata semplicemente appoggiata alle pareti trasversali e interclusa tra le facciate adiacenti. Proprio a causa di questa mancanza di ammorsamento tra la nuova facciata e le pareti trasversali e laterali, essa può facilmente ribaltare intorno ad una cerniera orizzontale posta alla base della parete stessa.

In questo lavoro per identificare le facciate rifuse, oltre ovviamente al reperimento di documenti che attestano il rifacimento di facciate, sono stati seguiti i seguenti criteri basati sull'osservazione dei prospetti:

- uniformità di trattamento;

- simmetria delle aperture;

- unica altezza di gronda;

- estensione notevole della facciata.

Inoltre si è ipotizzato che la rifusione di facciate fosse antecedente alla sopraelevazione del quarto livello degli edifici e alla sopraelevazione dell'ultimo livello adibito a granaio o fienile.

Figura 7.5 Facciate rifuse su via G. Pico.

COPERTURE SPINGENTI

L'analisi dei cinematismi indotti sui muri d'appoggio dalle azioni sismiche ortogonali al piano evidenzia l'importante contributo svolto dai tetti a falde. Quando si collegano pareti a diversa altezza i puntoni esercitano un'azione regolativa delle oscillazioni. Questa azione provoca l'insorgere di sollecitazioni alternate di trazione e compressione nelle travi che possono determinare lo sfilamento delle testate o l'innesco di una forte spinta contro la parete più rigida. Nel caso specifico possono insorgere meccanismi i ribaltamento locale del paramento o del cantonale. Questa carenza è associata inoltre all'assenza di catene o cordoli in grado di assorbire la spinta orizzontale della copertura e in grado di ripristinare un buon comportamento scatolare dell'edificio. La presenza di puntoni è segnalata dalle coperture a padiglione e da un interasse dei muri originali alla facciata maggiore di 6 metri che denota l'esigenza di un rompitratta.

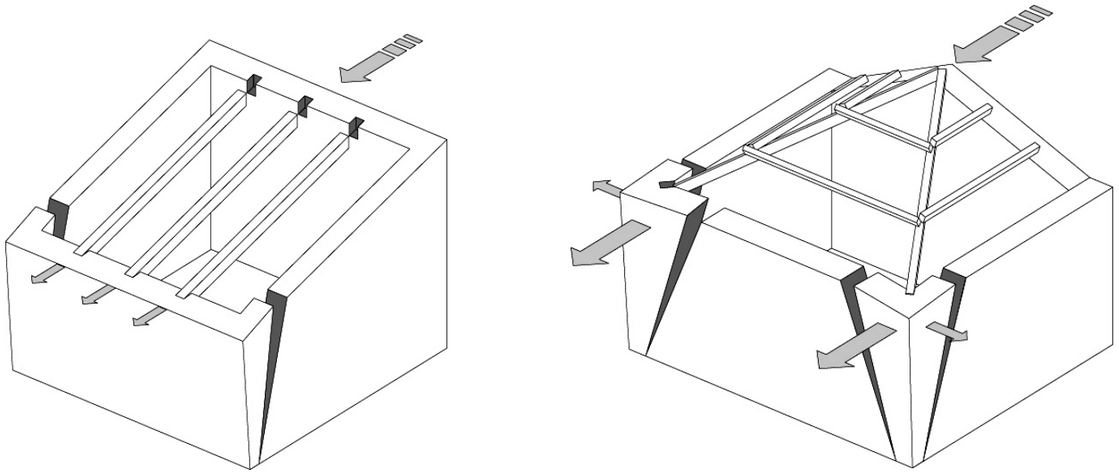


Figura 7.6 Coperture spingenti con indicati i meccanismi di ribaltamento.

VULNERABILITA' A TAGLIO

L'edificio può essere visto come una scatola tridimensionale composta da pareti, costituite da superfici murarie ove possono essere praticate aperture. Gli elementi resistenti di una parete in muratura sono i maschi e le fasce di piano (responsabili della trasmissione dell'azione sismica tra i maschi). La diminuzione d'efficienza dei maschi murari è dovuta alla presenza di aperture non allineate verticalmente o alla presenza di grandi aperture al piano terra dettate da esigenze di destinazione d'uso. La concentrazione di pressione nei maschi murari residui causa l'insorgenza di lesioni a taglio. Il caso estremo coincide con la presenza del portico che rappresenta la massima foratura possibile.

Negli aggregati studiati si sono considerati vulnerabili alle azioni nel piano i paramenti caratterizzati da una percentuale di fasce finestrate superiore al 55% rispetto all'intero prospetto.

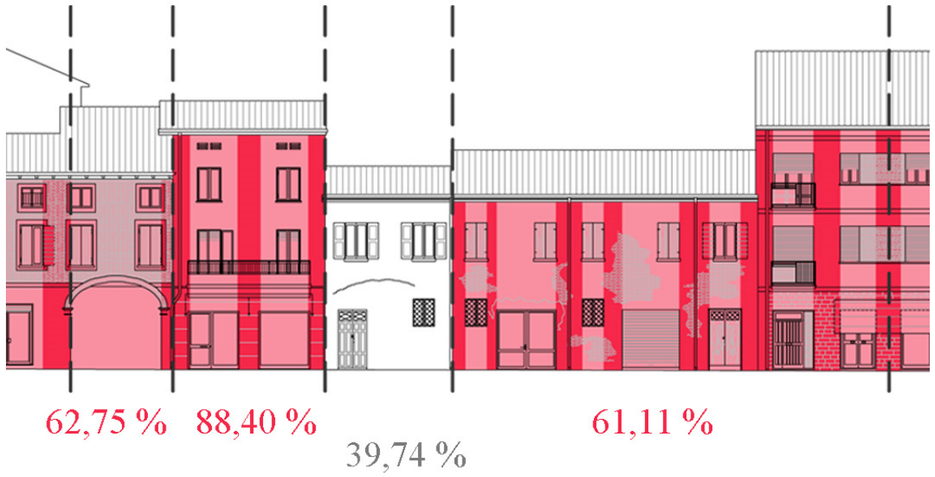


Figura 7.7 Vulnerabilità a taglio su via M. Fanti.

VULNERABILITA' DATA DAL PORTICO

La presenza di portici in edifici in muratura costituisce una grande vulnerabilità, la stessa che hanno gli edifici in cemento armato con pilotis al piano terra (il cosiddetto piano soffice). Infatti il piano terra composto dal portico (o dai pilotis) porta all'inversione della gerarchia delle resistenze con la formazione delle prime cerniere plastiche nei pilastri (invece che nelle travi). Con la formazione di queste cerniere i pilastri ruotano, causando quindi anche la rotazione della cellula posta sopra il portico. Il portico comporta dei problemi anche alla resistenza dei maschi murari in facciata, non essendo presenti elementi larghi in muratura che garantiscono all'edificio un buon comportamento. Si hanno solo delle colonne snelle in muratura che non hanno una sezione sufficiente per assorbire le azioni orizzontali nel piano della facciata.

PRESENZA DI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO IN ADIACENZA A EDIFICI IN MURATURA

Il martellamento strutturale è quel fenomeno per il quale due o più edifici adiacenti tendono a collidere sotto l'effetto di azioni dinamiche orizzontali come il sisma. L'intensità ed il numero di contatti dipendono da molteplici fattori, tra cui principalmente il periodo proprio delle strutture coinvolte e la loro distanza reciproca. Nel caso di edifici in muratura affiancati a edifici in cemento armato, l'effetto è amplificato, dato il diverso modo di oscillare delle due tipologie di struttura.

MANCANZA DI PRESIDI ANTISISMICI

Nell'analisi delle vulnerabilità di un aggregato occorre evidenziare anche la presenza dei presidi antisismici già collocati nel costruito. Si tratta di tecniche di prevenzione sismica premoderne ampiamente studiate e chiarite durante il settecento e che hanno trovato applicazione per tutto l'ottocento. La loro esecuzione secondo la regola dell'arte consente di limitare fortemente l'insorgenza dei meccanismi di ribaltamento, limitando il danneggiamento alle lesioni da taglio. Uno dei sistemi più efficaci è rappresentato dal'inserimento di tiranti che, come noto, assolvono ad una prevalente azione di contrasto del ribaltamento cui sono soggette le pareti esposte. Gli speroni e i muri a scarpa, invece, permettono di recuperare la verticalità delle pareti finite fuori piombo impedendone il ribaltamento. Un'altra tecnica di prevenzione sismica di uso assai frequente è quella degli archi di sbatacchio che svolgono un'azione simile alle opere provvisionali in legno che si utilizzano per la puntellatura di edifici contrapposti.

SOSTITUZIONE DI SOLAI ESISTENTI CON ORIZZONTAMENTI RIGIDI

La capacità dei solai di garantire un effetto di ripartizione delle azioni sismiche orizzontali fra le murature d'imposta rientra certamente fra gli obiettivi da perseguire. Tuttavia, una rigidezza eccessiva espone la struttura ad altri rischi di dissesto, per la scarsa compatibilità che si crea fra l'orizzontamento e la muratura tradizionale. Lo scorrimento e la rotazione rigida delle coperture rientrano tra i fenomeni di collasso più frequenti. Vi è poi il cosiddetto "effetto trave" dei cordoli, determinato dal fatto che il solaio rigido può trovare equilibro appoggiandosi su soli tre punti purché non allineati. Se ciò accade, su tali punti si va a concentrare tutto il peso del solaio, mentre i maschi murari sui quali il solaio non scarica risultano privi dello sforzo di compressione dovuto a tale peso e del suo contributo stabilizzante. Il maggior carico del solaio rigido si trasforma così in un incremento complessivo delle forze sismiche. Gli orizzontamenti rigidi sono generalmente costituiti da solai in latero-cemento, ma anche i solai in legno, se trasformati in modo radicale, possono dare origine a simili effetti negativi.

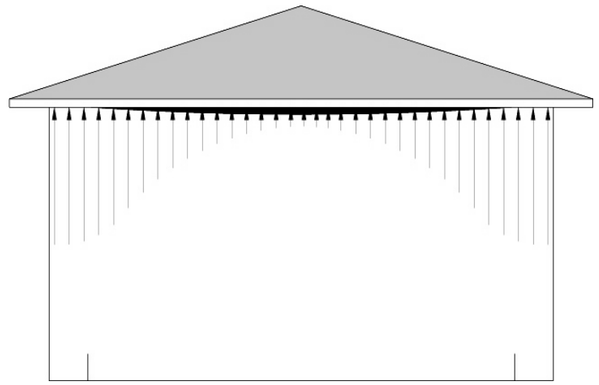


Figura 7.8 Effetto trave dei cordoli e delle coperture rigide.

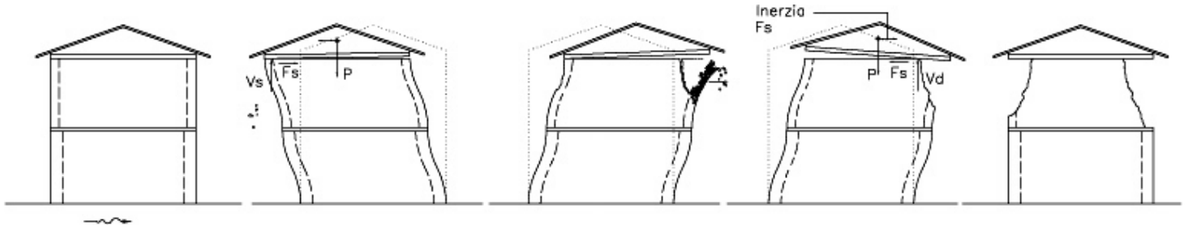


Figura 7.9 Fasi dell'effetto sismico dinamico sulle pareti sommitali in presenza di coperture rigide.

8. MECCANISMI DI COLLASSO

8.1. *PREMESSA*

Il percorso conoscitivo fin qui seguito, dall'analisi storico – evolutiva a quella costruttiva dell'aggregato, permette ora di formulare con consapevolezza alcune ipotesi preliminari e qualitative circa i meccanismi di danno critici attivabili localmente e globalmente nell'aggregato. Si definisce meccanismo di collasso critico quel meccanismo, fra quelli cinematicamente possibili, congruente con le condizioni di vincolo e che quindi ha più probabilità di innescarsi. In generale la risposta sismica dell'intero aggregato risulta articolata e complessa proprio per la compresenza di più meccanismi contemporaneamente, che definiscono lo scenario di danno complessivo. L'osservazione dei danni e dei crolli generati con i sismi avvenuti nel passato ha portato alla definizione di meccanismi ricorrenti. Solo con l'analisi delle specifiche caratteristiche dell'edificio si possono selezionare i meccanismi verosimilmente attivabili.

8.2. *PRINCIPALI MODALITA' DI COLLASSO*

Gli edifici in muratura sono usualmente caratterizzati da due modalità di danno fondamentali. Il cosiddetto meccanismo di 1° modo riguarda la risposta fuori dal piano di pareti e il collasso interviene per perdita di equilibrio. Il meccanismo di 2° modo coinvolge la risposta nel piano della parete e la perdita di capacità portante è associata alla rottura del materiale.

Le strutture murarie in aggregato presentano inoltre alcune specificità che occorre esaminare per comprendere meglio l'insorgere degli scenari di danno. E' noto che questo genere di edificazione si origina in maniera disomogenea nel tempo, evidenziando caratteristiche geometriche complesse e difformità di carattere costruttivo. La risposta al sisma del costruito è dunque variamente differenziata tra le diverse parti, anche in funzione delle carenza del sistema tecnologico e delle discontinuità dell'apparato resistente. Non è realistico aspettarsi una reazione unitaria dell'intero aggregato, che risulta invece molto sensibile all'attivazione di meccanismi di 1° modo. Questa considerazione riguarda soprattutto le porzioni di estremità e d'angolo, particolarmente vulnerabili perché soggette su più lati alla mancanza di edifici adiacenti che ne aiutano la stabilità. L'elevata probabilità dell'innesco dei meccanismi di 1° modo ne comporta dunque la notevole pericolosità, anche in relazione alle condizioni di sicurezza globale della struttura. Particolare attenzione deve essere perciò rivolta alle condizioni che predispongono l'attivazione di meccanismi di collasso locali per azioni fuori dal piano.

I meccanismi di 1° modo si manifestano attraverso la rotazione di porzioni di pareti rispetto ad assi prevalentemente orizzontali per azioni fuori dal piano (ribaltamenti) oppure coinvolgendo il comportamento flessionale delle pareti sollecitate in direzione ortogonale al esse (flessioni). Tra questi è poi possibile riconoscere ulteriori distinzioni in relazione alla geometria dei macroelementi coinvolti: cinematismi di ribaltamento semplice o composto, flessioni verticali o orizzontali. Inoltre è possibile formulare osservazioni riguardo condizioni la cui presenza è essenziale all'attivazione di un meccanismo rispetto a quelle che lo favoriscono.

8.2.1. *Meccanismi di danno di 1° modo*

RIBALTAMENTO SEMPLICE: si manifesta con rotazioni rigide fuori piano di facciate intere o di porzioni di pareti rispetto ad assi (cerniere cilindriche) prevalentemente orizzontai, posti alla base di tali porzioni, e che percorrono la struttura muraria sollecitata dalle azioni sismiche ad essa ortogonali.

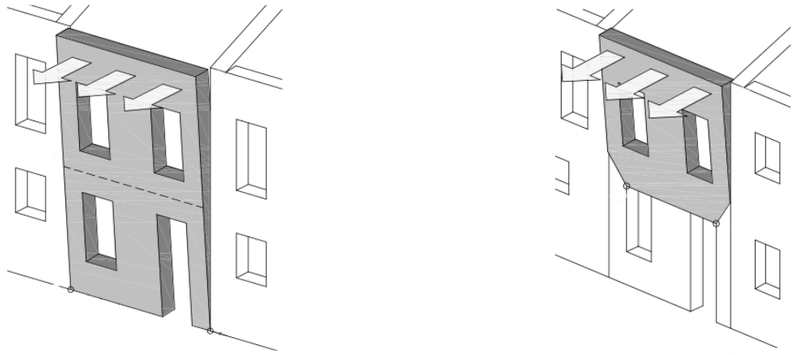


Figura 8.1 Schematizzazione del meccanismo di ribaltamento semplice.

RIBALTAMENTO COMPOSTO: insieme di casi in cui il ribaltamento della parete ortogonale all'azione sismica si accompagna al trascinamento di una porzione di struttura muraria appartenente alle pareti di controvento.

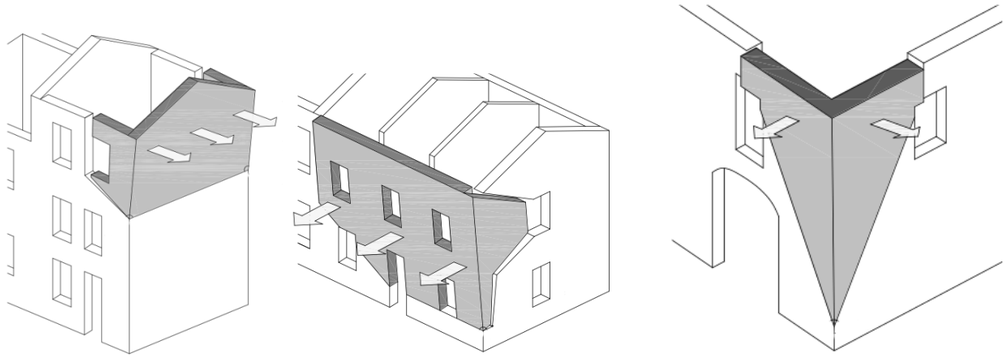


Figura 8.2 Schematizzazione del meccanismo di ribaltamento composto.

FLESSIONE VERTICALE: si manifesta con la formazione di una cerniera cilindrica orizzontale che divide la parete in due blocchi ed attorno alla quale essi ruotano mutuamente.

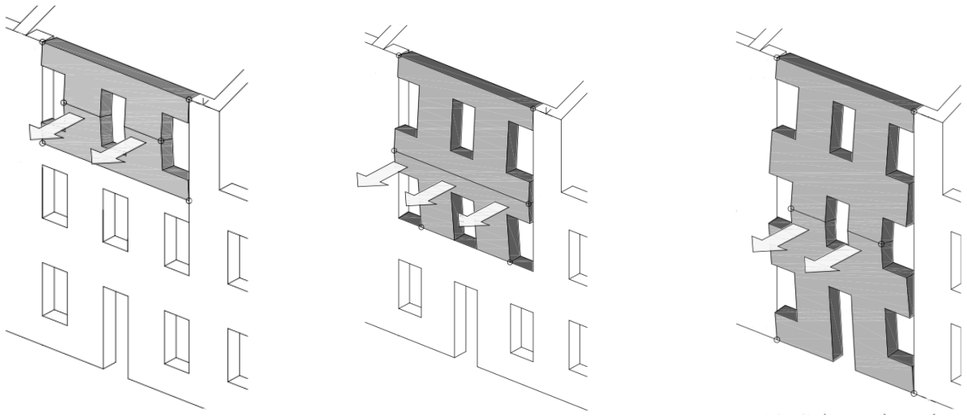


Figura 8.3 Schematizzazione del meccanismo di collasso per flessione verticale.

FLESSIONE ORIZZONTALE: meccanismo riconducibile al comportamento a flessione nel piano orizzontale del solido murario, ovvero collegato all'effetto arco orizzontale.

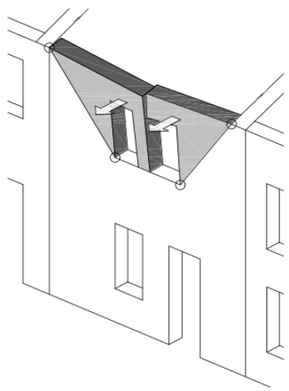


Figura 8.4 Schematizzazione del meccanismo di collasso per flessione orizzontale.

8.2.2. *Meccanismi di danno di 2° modo*

Nella risposta per azioni nel piano delle pareti murarie, gli elementi strutturali che compongono la parete sono generalmente suddivisi in due categorie fondamentali: i maschi murari e le fasce di piano. In ragione di tale distinzione si possono riconoscere diverse modalità di danno in cui sostanzialmente si rilevano generiche lesioni inclinate nel piano della parete concentrate in prevalenza nei maschi murari e nelle fasce di piano.

8.3. *COMPRESENZA DI OSCILLAZIONI VERTICALI E ORIZZONTALI: VARIAZIONE DEI MECCANISMI DI DANNO*

Durante l'evento sismico del 29 Maggio si è verificata una sostanziale sovrapposizione del moto sussultorio con quello ondulatorio con conseguente intenso scuotimento contemporaneo in tutte le direzioni. In questo caso vi è stata inoltre un'anomalia nel valore della componente verticale, che ha raggiunto valori prossimi a 1g (0,9g) rispetto alle componenti orizzontali che si sono attestate attorno a 0,3g. Studiando il comportamento della muratura soggetta a taglio e pressoflessione si possono ipotizzare delle variazioni del comportamento dovute alla presenza di questa importante oscillazione verticale.

La resistenza a taglio della muratura è data dalla somma della resistenza caratteristica del materiale e della tensione normale data dai carichi verticali, moltiplicata per l'area resistente. Detta area però non è spesso quella complessiva della sezione. Infatti, a causa delle forze sismiche, si creano degli sforzi di flessione nel piano della parete che sommati alla pressione statica e dinamica dei carichi verticali suddividono la sezione in una parte tesa e una compressa. In questa circostanza l'area resistente da considerare è solo quella compressa. L'aumento di carico verticale è quindi doppiamente favorevole perché aumenta sia la resistenza caratteristica a taglio sia la porzione di area resistente.

L'oscillazione sismica verticale applicata ai corpi rigidi, quali sono le murature, è caratterizzata da una componente ascendente ed una discendente. Durante l'oscillazione verso l'alto il sistema dei carichi verticali viene sgravato. Ai piani bassi si ha una riduzione degli effetti positivi che questo determinava, con una probabile anticipazione della rottura a taglio. Nel movimento discendente, invece, la pressione è aumentata a tal punto che si può assistere anche ad una rottura per compressione prima che per taglio. Nelle rotture a compressione dovute a pressoflessione si rompono solo i maschi più esterni.

Se l'oscillazione verticale avviene con un frequenza prossima a quella propria del modo della struttura, allora l'azione sismica viene amplificata nei piani successivi per effetto dell'oscillazione risonante. Questo fattore determina una maggiore vulnerabilità per le murature poste all'ultimo piano. In fase discendente si ha un favorevole aumento dei carichi verticali stabilizzanti, alquanto bassi in prossimità della copertura, con un allontanamento della rottura per taglio. Durante l'oscillazione verso l'alto, invece, la tensione di trazione si esercita allo stesso modo su tutti i maschi murari che tendono a raggiungere la rottura. Questa avviene se l'accelerazione verso l'alto supera quella di gravità. Considerando che l'accelerazione rilevata il 29 maggio è, come detto, paragonabile 1g, si può ritenere che in alcuni casi si siano innescate lesioni per trazione nelle zone alte. La presenza di oscillazioni sussultorie modifica anche il comportamento a ribaltamento dei paramenti murari. Nella fase ascendente la forza peso stabilizzante è sgravata mentre l'azione ribaltante, data dai movimenti orizzontali, rimane invariata, avvicinando il rischio di ribaltamento. Uno dei rischi maggiori è rappresentato anche dallo sfilamento

delle travi dei solai. In assenza di oscillazioni verticali l'attrito che si esercita nella sede d'appoggio della trave è un vincolo più che valido a mantenere in fase le murature. Se si manifesta un sussulto invece è più probabile che maschi murari paralleli entrino in controfase causando lo sfilamento della testa della trave, che è anche soggetta ad un minor attrito poiché questo è proporzionale alla forza peso che viene sgravata dal sisma.

I solai, analizzati singolarmente, possono incorrere in alcune ulteriori problematiche. Quando l'oscillazione sismica è verso il basso i carichi che il solaio porta vengono amplificati. Il legno è un materiale che prima di arrivare a rottura manifesta notevoli deformazioni e quindi non si rompe fragilmente. Un aumento del carico, entro certi limiti, viene compensato da un incremento della deformazione. A Mirandola però l'accelerazione verticale è arrivata a valori paragonabili a 1g, per cui i solai hanno dovuto reggere fino al doppio del carico standard. Si può ritenere dunque che alcune travi, probabilmente già inflesse in precedenza, abbiano collassato per rottura a flessione. Questo fenomeno è stato segnalato anche da tecnici presenti sul posto.

Un ultimo fenomeno merita attenzione. Si tratta della contemporaneità fra oscillazioni sismiche sussultorie e coperture spingenti. La spinta del puntone normalmente è contrastata dalla massa del maschio murario mentre è aumentata dai carichi in copertura. Scomponendo i fattori, con a presenza di forze sismiche verticali dirette verso il basso, il puntone si carica e fa aumentare la spinta orizzontale, ma aumenta anche la forza peso stabilizzante del muro. Analogamente, quando le forze sono dirette verso l'alto, la spinta orizzontale causata dal puntone si sgrava, ma cala anche il contributo stabilizzante del maschio. Pertanto, pur potendo affermare con certezza l'andamento crescente o calante della spinta della copertura, altrettanto non si può fare riguardo al fenomeno nel suo complesso, senza effettuare verifiche numeriche. Basti ricordare che, oltre all'oscillazione verticale, si verifica sempre anche quella orizzontale, che va ad intervenire su tutti i fattori sopra esposti.

Riassumendo, quindi, a causa della presenza non trascurabile di oscillazioni in senso verticale, si possono ipotizzare le seguenti peculiarità dei meccanismi di danno:

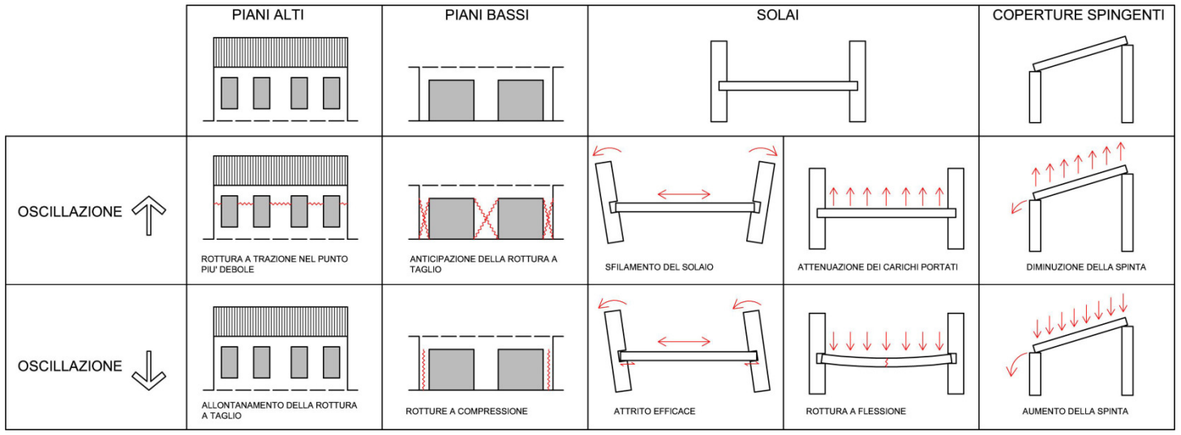


Figura 8.5 Analisi delle specificità del comportamento delle murature nel caso di compresenza di oscillazione ondulatorie e sussultorie.

9. RILIEVO DEL DANNO E VERIFICA DEI MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI

9.1. *RILIEVO DELLO STATO DI DANNO*

Il rilievo del quadro fessurativo risulta di estrema importanza per definire le criticità dell'aggregato presenti, imputabili a carenze del sistema strutturale nei confronti di azioni ordinarie statiche o nei confronti dell'azione sismica. Per questo occorre valutare tutti i metodi di indagine che possono essere messi a disposizione di una squadra di tecnici e scegliere quelli che meglio si adattano alle esigenze preposte. Si ritiene opportuno proporre dunque come metodo primario una serie di campagne fotografiche, che, se eseguite da occhi esperti, riescono a sottolineare già immediatamente le lesioni significative. Attraverso questo procedimento si può evitare in prima battuta l'ingresso all'interno dei locali, che spesso si dimostra difficoltoso per ben due ragioni: prima di tutto per il fattore sicurezza che non sempre può essere garantito su tutta la superficie del fabbricato; in secondo luogo si può aggirare l'ostacolo della richiesta di ingresso ai proprietari. Scongiurando queste problematiche si riesce ugualmente eseguire un accurato rilievo dei fronti strada, che in particolare sono i paramenti murari di maggior interesse per la pericolosità originabile da un crollo su strada pubblica. Lo svolgimento di prove sui materiali in situ richiede la presenza di operai specializzati e spesso di tempi di attesa per l'estrapolazione dei risultati. Per questo tali indagini si devono predisporre per analisi a lungo termine.

Successivamente per aver una analisi ancor più completa dell'aggregato è opportuno realizzare un rilievo fotografico dei danneggiamenti interni dei singoli edifici per poter valutare con un maggior livello di approfondimento le vulnerabilità interne presenti, valutando i tipi di lesioni e cercando un nesso logico con quelle rilevate sui prospetti.

Figura 9.1 Alcune immagini durante il sopralluogo all'isolato di studio.

Il metodo di analisi proposto deve essere a questo punto indagato e calibrato. E' stato illustrato come arrivare alla formulazione di una ipotesi sul meccanismo di danneggiamento dell'isolato, ed è stato rilevato il danno causato dai sismi di Maggio 2012. La città di Mirandola è stata selezionata proprio per poter effettuare un confronto reale fra le ipotesi formulate con i meccanismi effettivamente attivatisi. Lo scopo di questa comparazione è per l'appunto verificare la verosimiglianza delle supposizioni effettuate. L'elaborazione di un possibile scenario di danno ha come obiettivo quello di prevedere l'attivazione di tutti i principali meccanismi. Nessuna rilevante lesione dovrebbe risultare inattesa, e se questo accade si deve essere in grado di stabilirne il motivo.

Nell'aggregato di Mirandola analizzato si rileva che pochi ribaltamenti di facciata si sono marginalmente innescati. Sicuramente in prima misura sull'attivazione del meccanismo incide la forza del terremoto. Possiamo però ritenere che, verosimilmente, a Mirandola i solai abbiano agito come tiranti. Probabilmente questi hanno inciso come vincolo al quale la parete si è aggrappata. Discorso inverso per quanto riguarda l'espulsione dei cantonali a causa delle coperture spingenti che come possiamo vedere dal rilievo del danno ha trovato conferma ogniqualvolta è stato ipotizzato.

Figura 9.2 Alcune immagini durante il sopralluogo all'isolato di studio

Si è rilevata inoltre l'attivazione dei meccanismi di 2° modo, che erano stati previsti.. Questi movimenti possono essere legati tutti a specifiche vulnerabilità: la presenza del portico nel prospetto su via G. Pico, l' elevata quantità di aperture presenti ai diversi piani posizionate in maniera irregolare sui quattro fronti, e la scarsa qualità muraria. Quest'ultima caratteristica è fondamentale per contrastare l'azione del sisma. Senza di essa si può giungere al crollo per mancanza di resistenza molto prima che entri in gioco l'equilibrio. Si può verosimilmente affermare che nei casi di sopraelevazioni e rifusioni non era raro, a Mirandola, foderare il paramento murario con uno strato di laterizi non ammorsati.

Figura 9.3 Confronto fra meccanismo di espulsione del cantonale ipotizzato e rilievo del danno. Il meccanismo si è attivato.

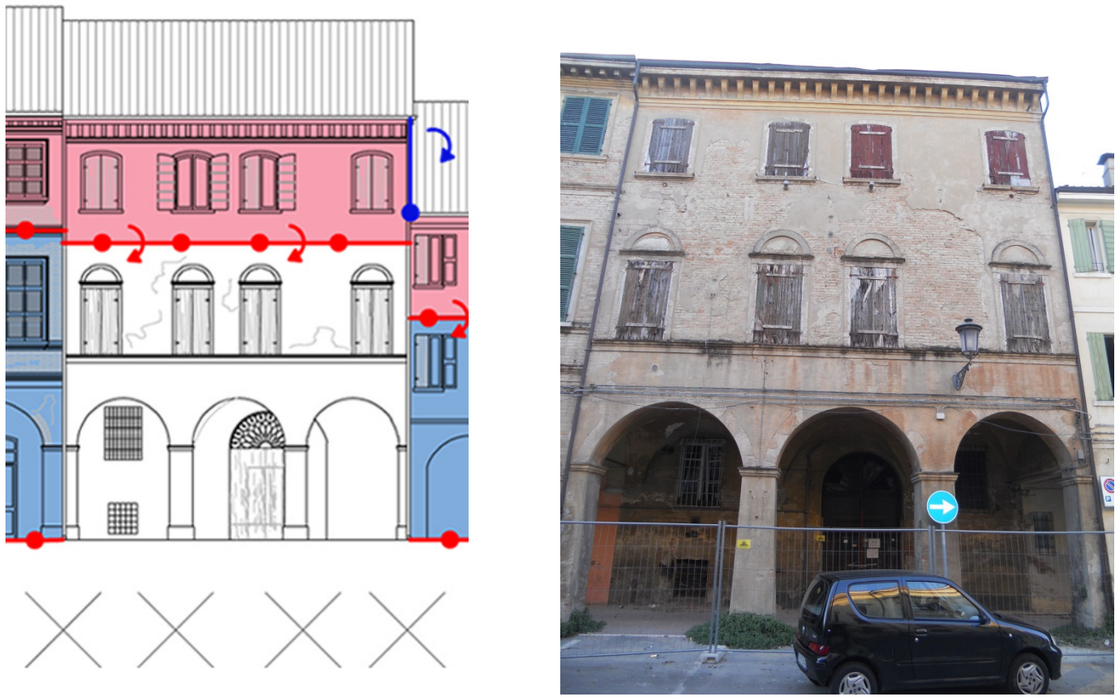


Figura 9.4 Confronto fra le lesioni per taglio ipotizzate e rilievo del danno. Il meccanismo si è attivato.

10. INDICI DI VULNERABILITA'

10.1. *OBIETTIVI E METODO*

Il metodo proposto per l'analisi della vulnerabilità degli aggregati e per il suo monitoraggio porta all'elaborazione degli indici di vulnerabilità. Partendo da una base di dati ampia, che comprende il rilievo geometrico, l'analisi della cultura locale e la ricerca archivistica, l'analisi delle vulnerabilità e l'individuazione dei possibili meccanismi di danno, si arriva ad ipotizzare uno scenario di danno verosimile.

L'obiettivo principale dell'elaborazione degli indici è fornire una rappresentazione unificata delle vulnerabilità dell'aggregato. Si cerca, così, di superare la soggettività delle valutazioni dei tecnici, e di fornire un metodo di analisi che produca delle quantità uniformi, confrontabili su larga scala. Per fare questo occorre basarsi sull'esperienza e selezionare, a monte, solo i meccanismi ritenuti più pericolosi. Se si amplia molto la base di dati si rischia di perdere la sensibilità nei confronti delle vulnerabilità peggiori, e di esaltare l'importanza di quelle più lievi.

Attraverso la registrazione di questi valori, le pubbliche amministrazioni possiedono gli strumenti per monitorare la pericolosità nel tempo degli aggregati, ed indirizzare gli interventi di manutenzione promossi dai privati verso il miglioramento delle vulnerabilità che interessano anche più unità edilizie, per aumentare il livello di sicurezza dell'intero isolato.

Gli indici utilizzati sono:

- indice di disconnessione muraria;
- indice di ribaltamento delle facciate;
- indice di ribaltamento del timpano;
- indice di lesione da falsi puntoni;
- indice di vulnerabilità a taglio;
- indice di lesione da martellamento.

10.2. *DETERMINAZIONE DELL'ISOLATO DI STUDIO PER IL CALCOLO DEGLI INDICI*

Il calcolo degli indici è stato realizzato considerando solo una parte dell'intero isolato, poiché dopo un accurata analisi storica e dello sviluppo urbano di esso, e dopo aver valutato che la parte locata a sud dell'aggregato con affaccio su Viale Circonvallazione risulta staccata dal resto degli edifici si è deciso di limitare l'area di studio. Inoltre la parte non esaminata ha subito varie ricostruzioni e ristrutturazioni nel tempo, e valutando l'intero isolato si rischiava di generare degli indici con valori inesatti.

Figura 10.1 Rappresentazione della porzione di isolato considerata per il calcolo degli indici.

10.3. *CALCOLO DEGLI INDICI DI VULNERABILITA'*

L'indice di vulnerabilità rappresenta il rapporto fra la quantità caratteristica che si ipotizza entri in gioco con l'attivazione del meccanismo e la quantità totale presa in considerazione. In sostanza esprime tramite una percentuale la porzione di aggregato soggetta ad una specifica vulnerabilità. L'analisi si concentra principalmente sui fronti strada, ritenuti più pericolosi in caso di ribaltamento, sia perché il rovesciamento della facciata può coinvolgere le persone appena evacuate, sia perché l'occupazione della pubblica via può rallentare se non impedire il flusso dei mezzi di soccorso.

10.4. *VALUTAZIONE ANALITICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA*

10.4.1. *Indice di disconnessione muraria*

Con questo indice viene valutata la presenza all'interno di un aggregato delle disconnessioni murarie, e si calcola facendo il rapporto tra il numero di disconnessioni murarie presenti al piano terra (individuate grazie all'analisi storico evolutiva dell'aggregato) e il numero di tutte le possibili disconnessioni del medesimo piano.

$$\text{DM} = \text{n°disconnessioni pt / n°disconnessioni possibili pt}$$

Il numero delle possibili disconnessioni è stato trovato analizzando ciascun nodo d'intersezione tra i setti murari e quindi:

$$\text{n°disconnessioni possibili pt} = \sum_{i=1}^{m}(n_i - 1)$$

dove n è il numero delle aste afferenti al nodo i-esimo d'intersezione tra setti murari.

10.4.2. *Indice di ribaltamento delle facciate*

L'indice di ribaltamento delle facciate è stato calcolato come rapporto fra la superficie di facciata soggetta a ribaltamento fuori dal piano e la superficie totale del fronte. Nel calcolo, la superficie totale del fronte è stata depurata delle recinzioni e degli edifici in cemento armato, al fine di considerare solo gli edifici in muratura. Viene considerato il ribaltamento fuori dal piano dovuto alla presenza di facciate di rifusione e di sopraelevazione. Questo indice è molto importante sia perché valuta quanto gli aggregati siano soggetti ai meccanismi del 1° modo di danno, sia perché fornisce indicazioni sulle trasformazioni in alzato subite dagli aggregati.

$$\text{RF} = \frac{\sum_i S_{rib,i}}{S_{tot}}$$

dove:

- $S_{rib,i}$: superficie ribaltabile i-esima;

- S_{tot} : superficie totale della facciata.

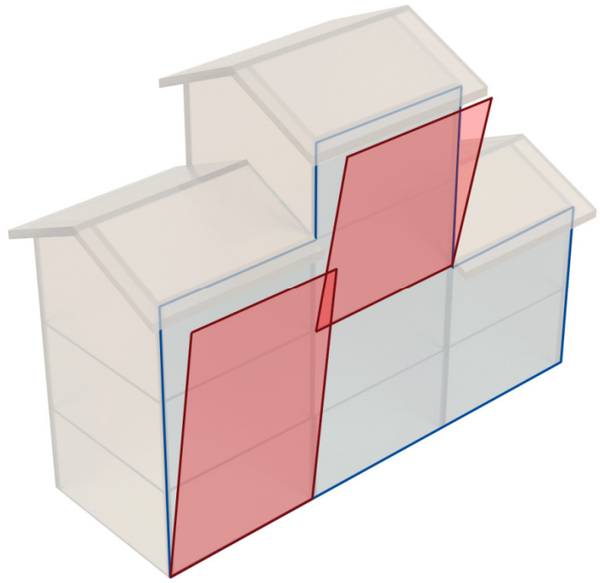


Figura 10.1 Indice di ribaltamento delle facciate.

10.4.3. *Indice di ribaltamento del timpano*

Tale indice è valutato come il rapporto fra la somma delle differenze di quota tra la linea di colmo e la linea di gronda fra edifici adiacenti (sono state considerate quelle ≥1,5m) e la lunghezza totale del fronte, considerando solo gli edifici in muratura (depurando quindi la lunghezza totale delle recinzioni e degli edifici in cemento armato). L'indice in esame ha anche lo scopo secondario di valutare il livello di disomogeneità in altezza dei fronti strada degli aggregati.

$$\text{RT} = \frac{\sum_i h_i}{L_{tot}}$$

dove:

- h_i : superficie ribaltabile i-esima;

- L_{tot} : superficie totale della facciata.

Figura 10.2 Indice di ribaltamento del timpano.

10.4.4. *Indice di lesione da falsi puntoni*

L'indice di lesione da falsi puntoni ha lo scopo di valutare quanta parte degli aggregati in esame è soggetta alle forze spingenti date dai diagonali delle coperture a padiglione e dai rompitratta. L'azione di queste forze genera nel primo caso il ribaltamento del cantonale e nel secondo caso il ribaltamento di una porzione della parete perpendicolare al rompitratta stesso. In entrambi i casi si assiste al distacco di porzioni di muratura triangolari. Per il calcolo dell'indice si rapporta la somma delle porzioni che ribaltano con la superficie dell'ultima fascia del fronte strada di altezza 1,5 m. S'ipotizza che i triangoli che si distaccano abbiano due cateti di 3 m e 1,5 m in presenza di rompitratta, e due cateti di 3 m in presenza dei diagonali.

$$\mathrm{LP} = \frac{\sum_i S_{rib,i}}{S_{tot}}$$

dove:

- $S_{rib,i}$: superficie ribaltabile i-esima;

- S_{tot} : superficie dell'ultima fascia del prospetto di altezza 1,5m.

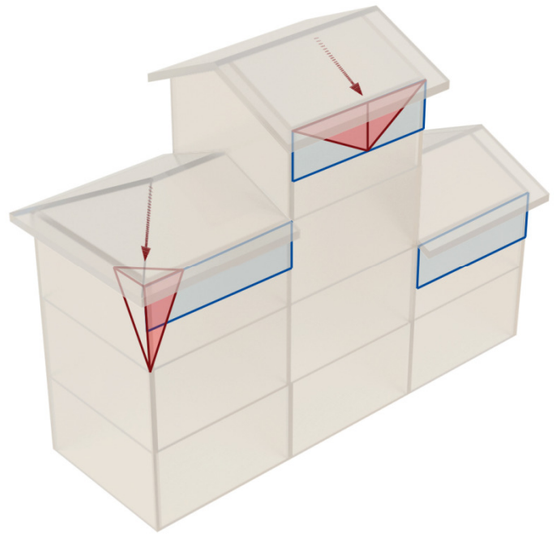


Figura 10.3 Indice di lesione da falsi puntoni.

10.4.5. *Indice di vulnerabilità a taglio*

Con questo indice s'intende calcolare gli effetti del 2° modo di danno, non ritenuto pericoloso per la salvaguardia della vita, ma comunque importante nella valutazione delle criticità degli aggregati. È stato calcolato come il rapporto tra le superfici considerate vulnerabili a taglio e la superficie complessiva del prospetto. Come già spiegato nel capitolo precedente sono stati considerati vulnerabili a taglio le unità strutturali caratterizzate dalla presenza di fasce deboli (finestrate) in una percentuale maggiore del 55% rispetto al prospetto totale.

$$\mathrm{VT} = \frac{\sum_i S_{taglio,i}}{S_{tot}}$$

dove:

- $S_{taglio,i}$: superficie vulnerabile a taglio i-esima;

- S_{tot} : superficie totale della facciata.

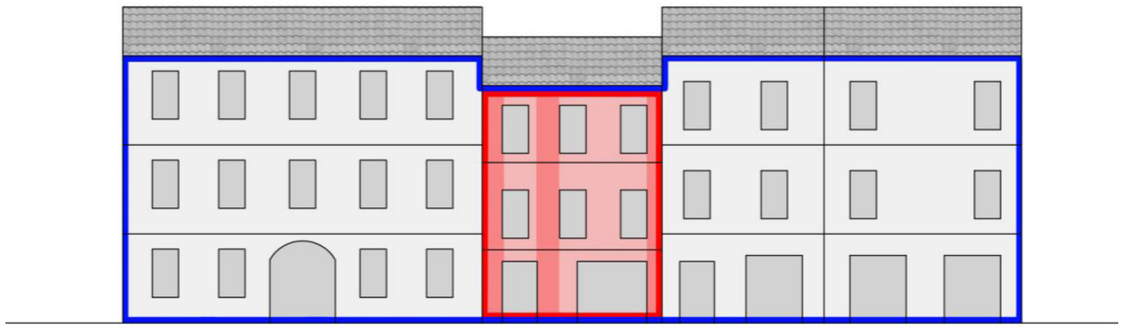


Figura 10.4 Indice di vulnerabilità a taglio.

10.4.6. *Indice di lesione da martellamento*

Tale indice ha il fine di rappresentare la presenza di edifici in cemento armato in adiacenza ad edifici in muratura, i quali possono subire una forte azione di martellamento. Viene calcolato come il rapporto tra la lunghezza in prospetto della superficie di contatto tra i due edifici e lunghezza totale del prospetto su strada.

$$M = \frac{\sum_i L_{cont,i}}{L_{tot}}$$

dove:

- $L_{cont,i}$: lunghezza di contatto i-esima tra edificio in muratura ed edificio in c.a.;

- L_{tot} : lunghezza totale di facciata.

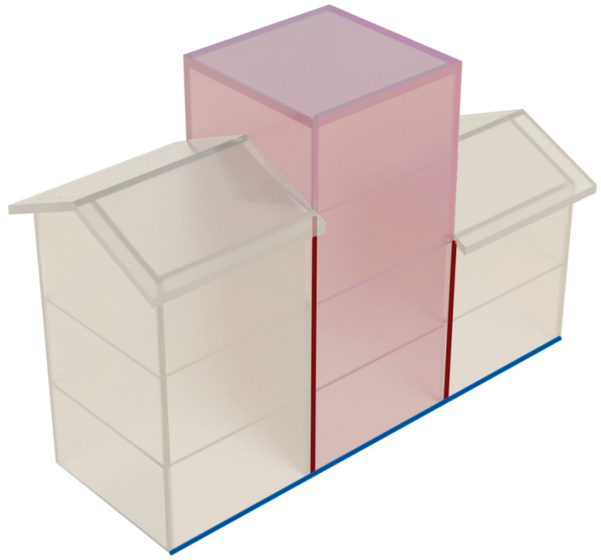


Figura 10.4 Indice di lesione da martellamento.

10.4.7. *Indice globale analitico di vulnerabilità sismica*

Dopo aver determinato e calcolato ciascun indice di vulnerabilità sismica, è sembrato molto importante unificare tali risultati in un singolo valore che fosse in grado di dare un'immagine più immediata della pericolosità del singolo aggregato. Questa operazione ha lo scopo di ottenere una graduatoria degli aggregati in base alla pericolosità. Se questa graduatoria venisse stilata per un intero centro storico, l'amministrazione avrebbe a propria disposizione uno strumento utile per capire dove focalizzare le indagini specifiche e gli interventi, al fine di diminuire il rischio sismico degli aggregati e dell'intero centro storico.

Per ottenere questo valore, si è pensato di considerare dei pesi da applicare ad ogni singolo indice di vulnerabilità a scala di aggregato. I pesi utilizzati sono:

- per il ribaltamento di facciata (RF): PRF=28;

- per le lesioni da falsi puntoni (LP): PLP=28;

- per le disconnessioni murarie (DM): PDM=18;

- per la vulnerabilità a taglio (VT): PVT=10;

- per il ribaltamento dei timpani (RT): PRT=8;

- per le lesioni da martellamento (M): PM=8.

Tali pesi sono stati identificati ponendo un punteggio massimo di vulnerabilità pari a 100 e affidando a ciascun indice una quota parte di esso proporzionale alla pericolosità del corrispondente meccanismo di collasso. Il punteggio maggiore è stata assegnato agli indici relativi ai meccanismi di 1° modo di danno, ovvero agli indici relativi al ribaltamento delle facciate e alle lesioni da falsi puntoni. Fissati i pesi, l'indice globale della vulnerabilità dell'aggregato può essere così calcolato:

$$V = DM \cdot PDM + RF \cdot PRF + RT \cdot PRT + LP \cdot PLP + VT \cdot PVT + M \cdot PM$$

Il valore risultante sarà compreso tra 0 e 100 e potrà costituire una buona base di confronto tra la vulnerabilità degli aggregati analizzati. È da specificare che questi pesi sono stati determinati sulla base delle considerazioni fatte sulla cultura costruttiva locale.

Di seguito sono riportate le tabelle con i valori dei singoli indici generati dall'analisi dell'isolato.

DISCONNESIONI MURARIE	Disconnessioni P.T.	118
DM	Disconnessioni possibili P.T.	678
n°discon. P.T. / n°discon. possibili P.T.	INDICE (%)	17,40

INDICE DI RIBALTAMENTO DELLE FACCIATE	Prosp. EST	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	688,92	1522,9	45,24
	Sopraelevazione	466,79	1522,9	30,65
RF				
	Prosp. OVEST	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	382,66	1220,06	31,36
	Sopraelevazione	203,13	1220,06	16,65
	Completamento	103,93	1220,06	8,52
	Prosp. NORD	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	280,37	798,72	35,10
	Sopraelevazione	236,11	798,72	29,56
	Completamento	97,54	798,72	12,21
	Prosp. SUD	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	0	593,55	0,00
	Sopraelevazione	113,59	593,55	19,14
	Completamento	0	593,55	0,00
	TOTALE	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	1351,95	4135,23	32,69
	Sopraelevazione	1019,62	4135,23	24,66
	Completamento	201,47	4135,23	4,87
$RF = \frac{\sum_i S_{rib,i}}{S_{tot}}$	TOTALE	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	INDICE (%)	2573,04	4135,23	62,22

INDICE DI RIBALTAMENTO DEL TIMPANO	Prosp. EST	Σhi	L tot	%
		7,92	108,47	7,30
RT	Prosp. OVEST	Σhi	L tot	%
		24,64	139,53	17,66
	Prosp. NORD	Σhi	L tot	%
		4,9	66,24	7,40
	Prosp. SUD	Σhi	L tot	%
		0	57,78	0,00
RT = $\frac{\sum_i h_i}{L_{tot}}$	TOTALE	TOTALE	TOTALE	%
	INDICE (%)	37,46	372,02	10,07

INDICE DI VULNERABILITA' A TAGLIO	Prosp. EST	Σ S taglio,i	S tot	%
		87,42	134,49	65,00
VT	Prosp. OVEST	Σ S taglio,i	S tot	%
		81,80	139,53	58,63
	U.S. Prosp. NORD	Σ S taglio,i	S tot	%
		35,93	66,24	54,24
	U.S. Prosp. SUD	Σ S taglio,i	S tot	%
		13,03	57,78	22,55
VT = $\frac{\sum_i S_{taglio,i}}{S_{tot}}$	TOTALE	TOTALE	TOTALE	%
	INDICE (%)	218,18	398,04	54,81

INDICE DI LESIONE DA FALSI PUNTONI	Prosp. EST	SUP. RIB.	Q.T.	%
		4,50	83,42	5,39
LP				
	Prosp. OVEST	SUP. RIB.	Q.T.	%
		6,75	45,16	14,95
	Prosp. NORD	SUP. RIB.	Q.T.	%
		31,50	67,15	46,91
	Prosp. SUD	SUP. RIB.	Q.T.	%
		13,50	47,98	28,14
LP = $\frac{\sum_i S_{rib,i}}{S_{tot}}$	TOTALE	TOTALE	TOTALE	%
	INDICE (%)	56,25	243,71	23,08

INDICE DI LESIONE DA MARTELLAMENTO M		
	Lunghezza di contatto	11,02
	Lunghezza totale di facciata	21,82
Lung. di contatto/Lung. Tot. di facciata	INDICE (%)	50,50

Indice globale analitico di vulnerabilità sismica

V = DM · PDM + RF· PRF + RT· PRT + LP· PLP + VT· PVT + M · PM

V = (17,40 · 18 + 62,22 · 28 + 10,07 · 8 + 23,08 · 28 + 54,81 · 10 + 50,50 · 8) : 100 = **37,34**

10.5. *VALUTAZIONE SPEDITIVA DELLA VULNERABILITA' SISMICA*

10.5.1. *Stima della trasformazione in pianta*

La prima stima eseguita riguarda il grado di trasformazione che il singolo aggregato ha subito nel corso dei secoli. Il metodo utilizzato si basa sul confrontare lo sviluppo attuale degli aggregati con una presumibile fase iniziale che vede l'edificazione di edifici posti sul principale percorso d'impianto.

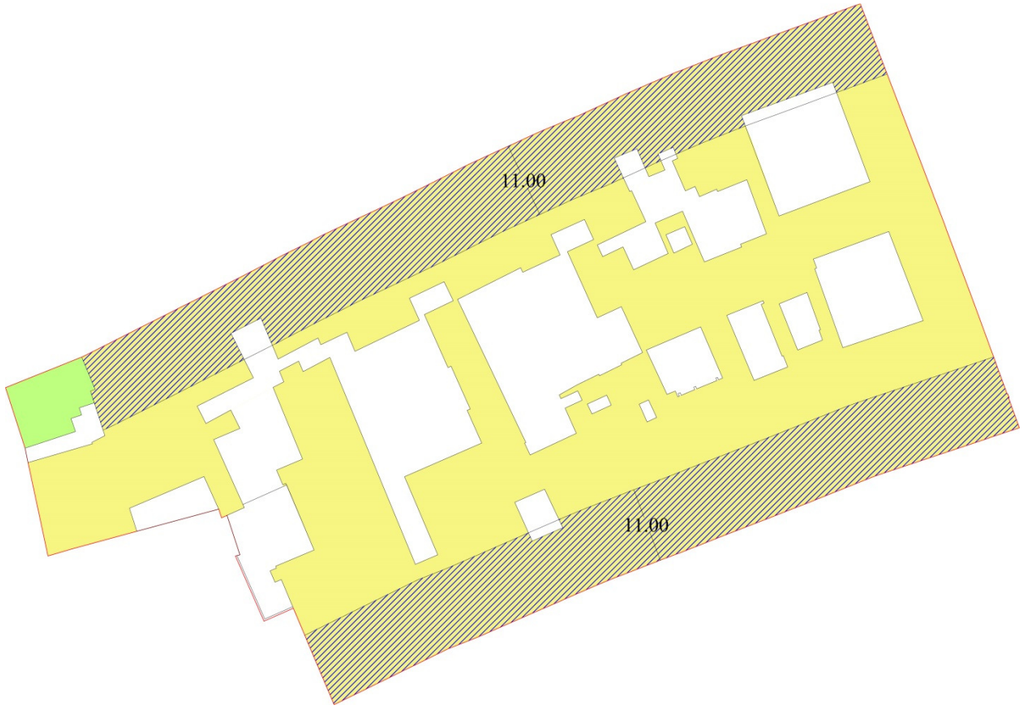


Figura 10.5 Schematizzazione delle grandezze prese in considerazione per la stima della trasformazione in pianta.

Per determinare l'estensione di questa prima fase, si è ipotizzato che le particelle fossero rettangolari, con la profondità maggiore del fronte strada. Dall'esperienza acquisita sullo studio di altri centri storici e sui processi di formazione di altri aggregati, si è arrivati a stimare che la cellula originaria avesse una profondità all'incirca di 11 m. Fissato questo dato è stata calcolata la superficie coperta di primo impianto (A1cop), l'area coperta attuale (A2cop, indicata in figura con un tratteggio), e la loro variazione ΔA=A2cop - A1cop. Infine tale variazione è stata rapportata alla superficie racchiusa dal perimetro dell'aggregato (Atot):

$$\mathbf{TP} = \frac{\Delta A}{A_{tot}}$$

Nel calcolo delle aree coperte (superficie iniziale e finale) sono state considerate solo le superfici dove oggi troviamo edifici in muratura, quindi non si sono considerate le aree coperte da edifici in cemento armato e le aree adibite a passaggi verso le corti interne. Mentre per la superficie totale viene considerata l'area occupata dall'aggregato nel suo complesso, considerando sia i pieni che i vuoti, ma escludendo sempre gli edifici in cemento armato.

Il confronto tra le due fasi evolutive dell'aggregato è stata condotta tramite il calcolo della variazione per evitare che la dimensione dell'aggregato stesso potesse influenzare il risultato, soprattutto nel caso d'isolati caratterizzati da una dimensione molto ridotta.

10.5.2. *Stima della trasformazione in alzato*

Il secondo tipo di stima ideata riguarda il calcolo delle trasformazioni in alzato dei due aggregati oggetto di studio. Questo tipo di valutazione è molto importante, come già accennato precedentemente, in quanto nonostante la semplicità di calcolo ci da informazioni sulla vulnerabilità degli aggregati al 1° modo di danno, ossia al ribaltamento fuori dal piano delle facciate.

Per il calcolo è stato ipotizzato che in una prima fase le cellule abitative fossero composte da solamente due livelli e che solo con la progressiva evoluzione nei secoli abbiano raggiunto la configurazione attuale in alzato (ipotesi utilizzata anche per la valutazione analitica). Partendo da questa ipotesi sono stati individuati nei prospetti dei due aggregati i livelli superiori al secondo e si è calcolato la superficie che occupano sul prospetto totale ($Sup_{>2°livello}$).

Inoltre sui fronti strada sono state individuate le facciate che hanno subito una rifusione (Sup_{rifusa}), e sono state considerate per un'altezza pari ai primi due livelli, in quanto la porzione superiore è già stata considerata nella superficie calcolata in precedenza. L'indagine che ha portato alla loro identificazione è la stessa usata dalla valutazione analitica e si basa sull'osservazione visiva di alcune caratteristiche come:

- uniformità di trattamento;
- simmetria delle aperture;
- unica altezza di gronda;
- estensione notevole della facciata.

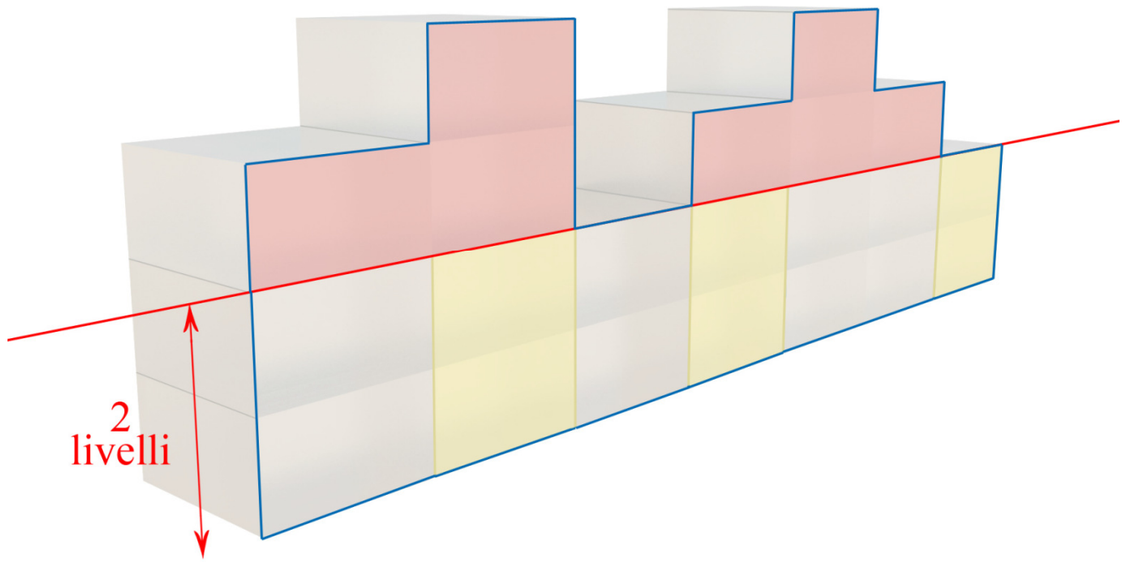


Figura 10.6 Schematizzazione delle grandezze prese in considerazione per la stima della trasformazione in alzato.

L'indice speditivo quindi è stato calcolato rapportando la somma delle superfici che stanno al di sopra del secondo livello e delle superfici rifuse con la superficie totale del fronte strada (Stot).

$$TA = \frac{(Sup_{>2°livello} + Sup_{rifusa})}{S_{tot}}$$

10.5.3. *Indice globale speditivo di vulnerabilità sismica*

Come per la valutazione analitica, anche in questa fase è sembrato indispensabile unire i risultati delle singole stime in un unico valore, rappresentato dall'indice globale speditivo di vulnerabilità. Esso è stato calcolato allo stesso modo di quello analitico, avvalendosi degli stessi pesi:

- per la trasformazione in alzato (TAs): PTA=28;
- per le lesioni da falsi puntoni (LP): PLP=28;
- per la trasformazione in pianta (TPs): PTP=18;
- per la vulnerabilità a taglio (VT): PVT=10;
- per il ribaltamento dei timpani (RT): PRT=8;
- per le lesioni da martellamento (M): PM=8.

L'indice globale speditivo di vulnerabilità quindi può essere così calcolato:

$$VS = TPS \cdot PTPs + TAS \cdot PTAs + RT \cdot PRT + LP \cdot PLP + VT \cdot PVT + M \cdot PM$$

Come si può notare, e come precedentemente detto, rispetto alla valutazione analitica sono stati stati sostituiti gli indici di disconnessione muraria e di ribaltamento delle facciate con le due stime speditive, mentre per gli altri indici di vulnerabilità sono stati utilizzati quelli calcolati nelle fase analitica.

Di seguuito sono riportate le tabelle con i valori dei singoli indici generati dall'analisi dell'isolato.

STIMA DELLA TRASFORMAZIONE IN PIANTA TP	Superficie coperta di 1° impianto	2508,98
	Superficie coperta attuale	5849,48
	Superficie totale dell'aggregato	7869,46
TP = ΔA / A tot	INDICE (%)	42,45

STIMA DELLA TRASFORMAZIONE IN ALZATO	Prosp. EST	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	688,92	1522,9	45,24
	Sopraelevazione	466,79	1522,9	30,65
TA				
	Prosp. OVEST	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	382,66	1220,06	31,36
	Sopraelevazione	203,13	1220,06	16,65
	Prosp. NORD	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	280,37	798,72	35,10
	Sopraelevazione	236,11	798,72	29,56
	Prosp. SUD	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	0	593,55	0,00
	Sopraelevazione	113,59	593,55	19,14
	TOTALE	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	1351,95	4135,23	32,69
	Sopraelevazione	1019,62	4135,23	24,66
$TA = \frac{(Sup_{\geq 2°livello} + Sup_{rifusa})}{S_{tot}}$	TOTALE	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	INDICE (%)	2371,57	4135,23	57,35

Indice globale speditivo di vulnerabilità sismica

$$VS = TPS \cdot PTPs + TAS \cdot PTAs + RT \cdot PRT + LP \cdot PLP + VT \cdot PVT + M \cdot PM$$

$$V = (42{,}45 \cdot 18 + 57{,}35 \cdot 28 + 10{,}07 \cdot 8 + 23{,}08 \cdot 28 + 54{,}81 \cdot 10 + 50{,}50 \cdot 8) : 100 = \mathbf{40{,}49}$$

11. ANALISI DEI DANNEGGIAMENTI INTERNI

11.1. *OBIETTIVI E METODO*

Oltre al rilievo del danno sui prospetti dell'isolato, è stato realizzato uno studio dei danneggiamenti interni dei fabbricati.

Sono stati analizzati cinque edifici dell'aggregato, tutti con affaccio su via G. Pico, selezionati tra i più storici e danneggiati, e tra quelli in cui era possibile reperire una quantità maggiore di materiale tale da poter realizzare un analisi il più completa ed esaustiva possibile.

Di ogni singolo immobile è stato reperito tra i diversi tecnici professionisti che stanno seguendo la ristrutturazione post sisma, i rilievi geometrici, piante, prospetti e sezioni, il quadro fessurativo, e le fotografie dei danneggiamenti. Una volta raccolte le varie informazioni si è studiato ogni caso individuando le principali vulnerabilità sismiche, i danneggiamenti più frequenti, e le tecnologie costruttive della copertura, delle murature di elevazione e degli orizzontamenti.

Lo step conclusivo di questa analisi è il confronto delle criticità e dei danneggiamenti riscontrati in ogni singolo edificio studiato, comparandoli tra loro ed identificando le criticità e le lesioni maggiormente ricorrenti in ognuno di questi, allo scopo di realizzare un approfondimento sulla vulnerabilità delle parti interne dell'intero isolato.

Figura 11.1 Identificazione dei cinque edifici di studio.

11.2. *ANALISI DELL'EDIFICO "A"*

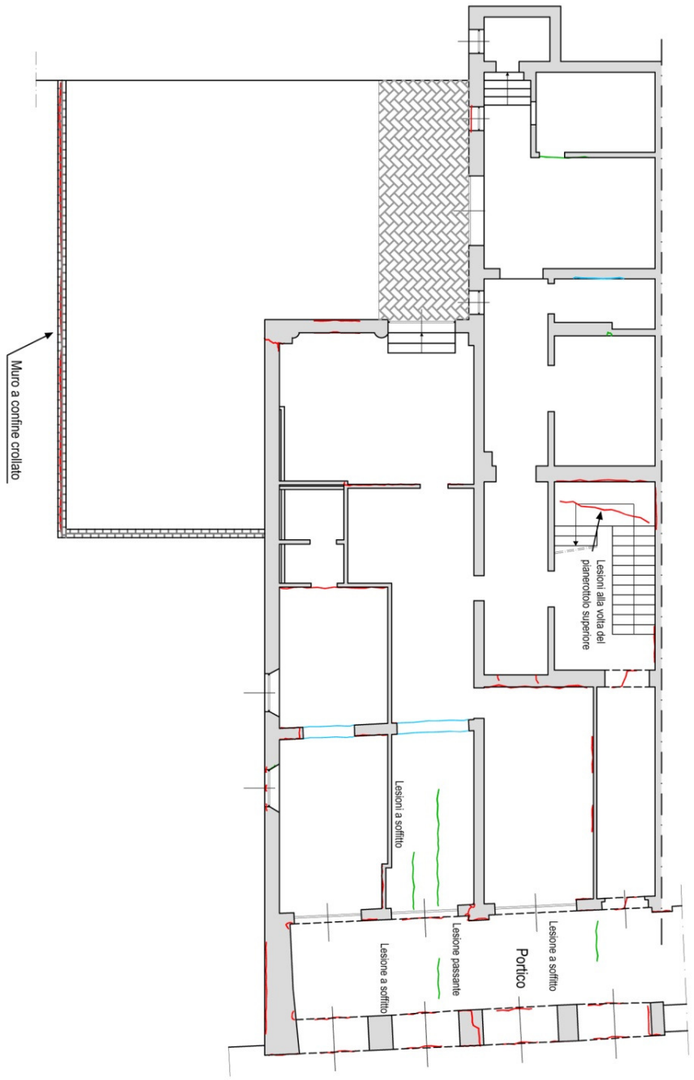


Figura 11.2 Pianta dell'edificio "A"

L'edificio "A" è situato nella parte sud-est dell'isolato, a nord è in aderenza con un altro immobile, a sud confina con una corte interna di altra proprietà, a ovest con la propria corte interna e a est con via G. Pico. Nella cartografia del catasto del 1893 il fabbricato risulta già edificato.

Il fabbricato è costituito su quattro livelli fuori terra, connessi tra loro tramite un vano scala situato nel centro della pianta in confine con l'edificio adiacente.

Figura 11.3 Prospetto su via G. Pico dell'edificio "A"

Dall'analisi delle fotografie degli interni si possono individuare le tecniche di costruzione tipiche dalla tradizione emiliana e le successive ristrutturazioni che l'immobile ha subito con metodi e materiali differenti. In particolare in questo caso di studio l'edificio risulta costruito con murature in mattoni pieni e malta, solai in legno e latero-cemento, e copertura in legno.

L'edificio dopo il sisma del Maggio 2012 ha presentato numerose lesioni interne e sui prospetti, sugli affacci si sono rilevati danneggiamenti dovuti soprattutto al portico e all'elevato numero di aperture presenti, internamente invece si sono rilevati danni causati da taglio negli angoli di porte e finestre,

fessurazioni nell'attacco tra tramezze e solai di piano con i muri portanti, lesioni in prossimità di architravi in ferro causate dalla diversa rigidezza dei materiali di contatto e negli appoggi delle travi sulle murature.

Lo studio dei rilievi e della documentazione fotografica ha consentito di valutare la vulnerabilità degli interni dell'edificio confrontandola con il quadro lesivo generale e analizzando i principali punti deboli di questo. Si è potuto constatare che: le murature sono costituite da mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e spesso costituite da varie tipologie di laterizi, non sono presenti ammorsamenti negli incroci delle murature, le distanze tra le aperture non rispettano la normativa vigente, negli appoggi delle travi sulle murature non sono presenti dormienti e le travi stesse risultano prive di connessioni ai muri, vi sono solai realizzati con tecniche e materiali differenti, e una parte di copertura risulta spingente.

Figura 11.4 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "A"

Figura 11.5 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "A"

Figura 11.6 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "A"

11.3. *ANALISI DELL'EDIFICO "B"*

Figura 11.7 Pianta dell'edificio "B"

L'edificio "B" è situato nella parte est dell'isolato, a nord è in aderenza con un altro immobile, a sud confina con vicolo Personali, a ovest con la propria corte interna e a est con via G. Pico. Nella cartografia del catasto del 1893 il fabbricato risulta già edificato.

Il fabbricato è costituito su cinque livelli fuori terra ed è composto da più unità edilizie.

Figura 11.8 Prospetto su via G. Pico dell'edificio "B"

Dall'analisi delle fotografie degli interni si possono individuare le tecniche di costruzione tipiche dalla tradizione emiliana e le successive ristrutturazioni che l'immobile ha subito con metodi e materiali differenti. In particolare in questo caso di studio l'edificio risulta costruito con murature in mattoni pieni e malta, solai in legno e latero-cemento, e copertura in legno.

L'edificio dopo il sisma del Maggio 2012 ha presentato il crollo di una parte dell'immobile oltre a numerose lesioni interne e sui prospetti, sugli affacci si sono rilevati danneggiamenti dovuti soprattutto al portico e all'elevato numero di aperture presenti, internamente invece si sono rilevati danni causati da taglio negli angoli di porte e finestre, cedimenti nel vano scala e in alcuni solai dovuti al sottodimensionamento, fessurazioni nell'attacco tra tramezze e i muri portanti, e lesioni negli appoggi delle travi sulle murature.

Lo studio dei rilievi e della documentazione fotografica ha consentito di valutare la vulnerabilità degli interni dell'edificio confrontandola con il quadro lesivo generale e analizzando i principali punti deboli di questo. Si è potuto constatare che: le murature sono costituite da mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e spesso costituite da varie tipologie di laterizi, non sono presenti ammorsamenti negli incroci delle murature, le distanze tra le aperture non rispettano la normativa vigente, negli appoggi delle travi sulle murature non sono presenti dormienti e le travi stesse risultano prive di connessioni ai

muri, vi sono solai sottodimensionati realizzati con tecniche e materiali differenti, e le travi degli orizzontamenti sono nella maggior parte dei casi in cattivo stato di manutenzione.

Figura 11.9 Fotografia interna dell'edificio "B"

Figura 11.10 Fotografia di un crollo dell'edificio "B"

Figura 11.11 Fotografia interna dell'edificio "B"

11.4. *ANALISI DELL'EDIFICO "C"*

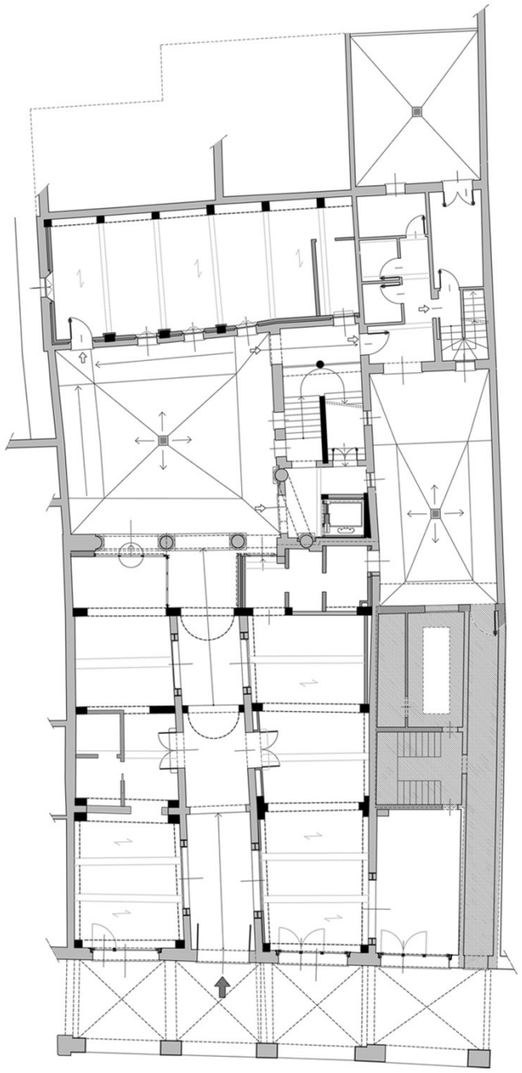


Figura 11.12 Pianta dell'edificio "C"

L'edificio "C" è situato nella parte est dell'isolato, a nord e a sud è in aderenza con altri immobili, a ovest con la propria corte interna e a est con via G. Pico. Nella cartografia del catasto del 1893 il fabbricato risulta già edificato.

Il fabbricato è stato ristrutturato poco prima del sisma, è costituito su quattro livelli fuori terra ed è composto da più unità edilizie.

Figura 11.13 Prospetto su via G. Pico dell'edificio "C"

Dall'analisi delle fotografie degli interni si possono individuare le tecniche di costruzione tipiche dalla tradizione emiliana e le successive ristrutturazioni che l'immobile ha subito con metodi e materiali differenti. In particolare in questo caso di studio risulta costruito con murature in mattoni pieni e malta, solai in legno e copertura in legno.

L'edificio dopo il sisma del Maggio 2012 non ha presentato numerose lesioni né interne e né sui prospetti, sugli affacci si sono rilevati danneggiamenti dovuti soprattutto al portico e all'elevato numero di aperture presenti, internamente invece si sono rilevati danni causati da taglio negli angoli di porte e finestre, fessurazioni nell'attacco tra tramezze e solai di piano con i muri portanti, lesioni in prossimità di

architravi in ferro causate dalla diversa rigidezza dei materiali di contatto e negli appoggi delle travi sulle murature.

Lo studio dei rilievi e della documentazione fotografica ha consentito di valutare la vulnerabilità degli interni dell'edificio confrontandola con il quadro lesivo generale e analizzando i principali punti deboli di questo. Si è potuto constatare che: le murature sono costituite da mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e spesso costituite da varie tipologie di laterizi, non sono presenti ammorsamenti negli incroci delle murature, le distanze tra le aperture non rispettano la normativa vigente, negli appoggi delle travi sulle murature non sono presenti dormienti e le travi stesse risultano prive di connessioni ai muri, inoltre vi sono solai realizzati in periodi e con tecniche differenti.

Figura 11.14 Fotografia della muratura dell'edificio "C"

Figura 11.15 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "C"

Figura 11.16 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "C"

11.5. *ANALISI DELL'EDIFICO "D"*

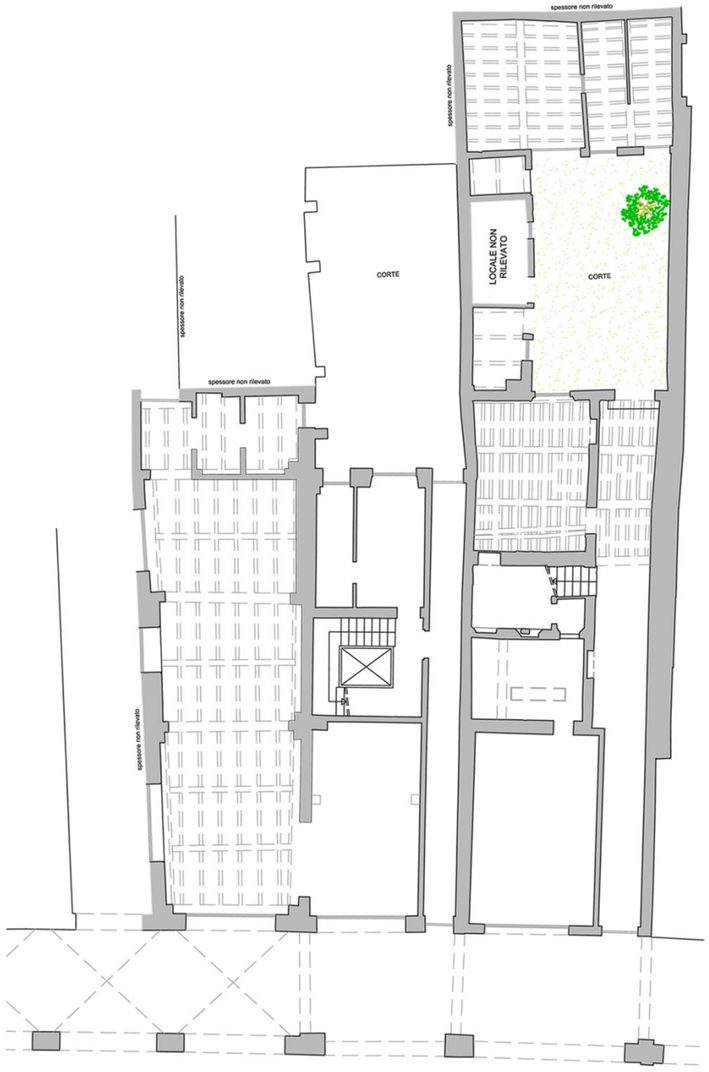


Figura 11.17 Pianta dell'edificio "D"

L'edificio "D" è situato nella parte nord-est dell'isolato, a nord e a sud è in aderenza con altri immobili, a ovest con la propria corte interna e a est con via G. Pico. Nella cartografia del catasto del 1893 il fabbricato risulta già edificato.

Il fabbricato è costituito su cinque livelli fuori terra ed è composto da più unità edilizie.

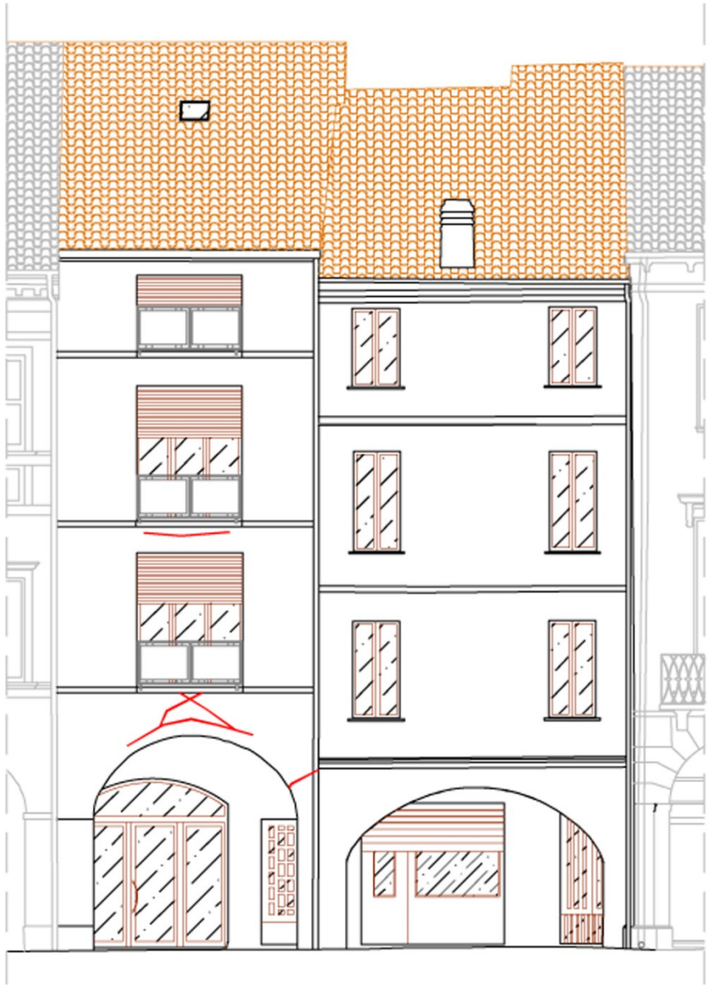


Figura 11.18 Prospetto su via G. Pico dell'edificio "D"

Dall'analisi delle fotografie degli interni si possono individuare le tecniche di costruzione tipiche dalla tradizione emiliana e le successive ristrutturazioni che l'immobile ha subito con metodi e materiali differenti. In particolare in questo caso di studio risulta costruito con murature in mattoni pieni e malta, solai in legno e latero-cemento e copertura in legno.

L'edificio dopo il sisma del Maggio 2012 ha presentato numerose lesioni interne e sui prospetti, sugli affacci si sono rilevati danneggiamenti dovuti soprattutto al portico e all'elevato numero di aperture presenti, internamente invece si sono rilevati danni causati da taglio negli angoli di porte e finestre,

fessurazioni nell'attacco tra tramezze e solai di piano con i muri portanti, lesioni negli appoggi delle travi sulle murature.

Lo studio dei rilievi e della documentazione fotografica ha consentito di valutare la vulnerabilità degli interni dell'edificio confrontandola con il quadro lesivo generale e analizzando i principali punti deboli di questo. Si è potuto constatare che: le murature sono costituite da mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e spesso costituite da varie tipologie di laterizi, non sono presenti ammorsamenti negli incroci delle murature, le distanze tra le aperture non rispettano la normativa vigente, negli appoggi delle travi sulle murature non sono presenti dormienti e le travi stesse risultano prive di connessioni ai muri, inoltre vi sono solai realizzati in periodi e con tecniche differenti.

Figura 11.19 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "D"

Figura 11.20 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "D"

Figura 11.21 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "D"

11.6. *ANALISI DELL'EDIFICO "E"*

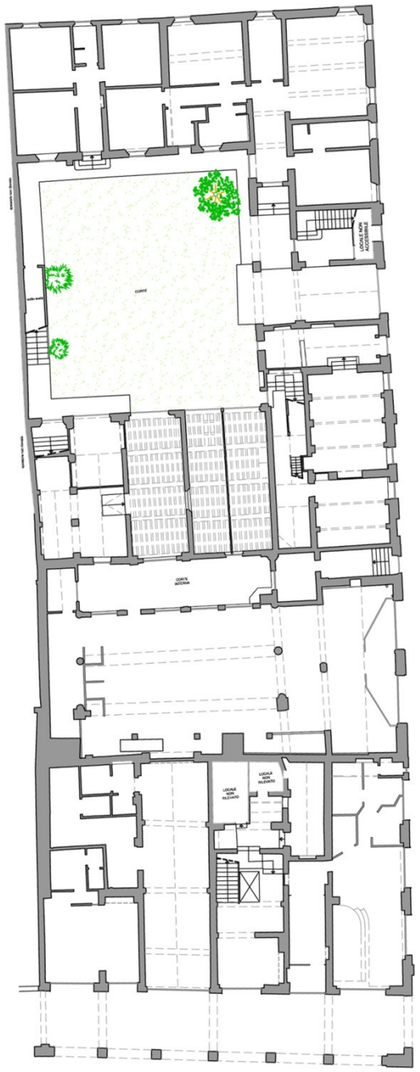


Figura 11.22 Pianta dell'edificio "E"

L'edificio "E" è situato nella parte nord-est dell'isolato, a nord si affaccia su via Savonarola a sud è in aderenza con altri immobili, a ovest confina con via M. Fanti e a est con via G. Pico. Nella cartografia del catasto del 1893 il fabbricato risulta già edificato.

Il fabbricato è costituito su cinque livelli fuori terra ed è composto da più unità edilizie.

Figura 11.23 Prospetto su via G. Pico dell'edificio "E"

Figura 11.24 Prospetto su via Savonarola dell'edificio "E"

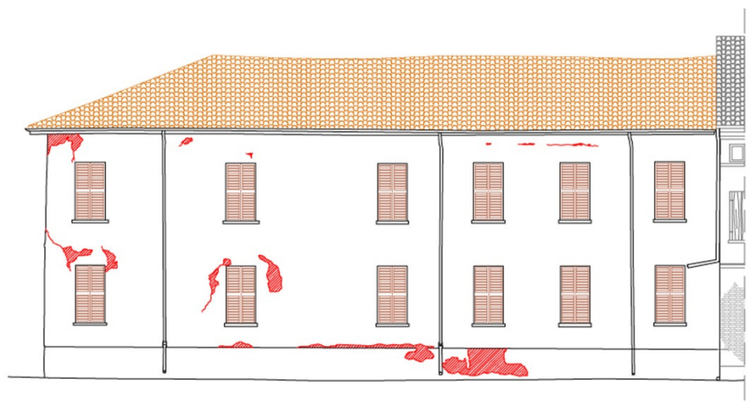


Figura 11.25 Prospetto su via M. Fanti dell'edificio "E"

Dall'analisi delle fotografie degli interni si possono individuare le tecniche di costruzione tipiche dalla tradizione emiliana e le successive ristrutturazioni che l'immobile ha subito con metodi e materiali differenti. In particolare in questo caso di studio risulta costruito con murature in mattoni pieni e malta, solai in legno e latero-cemento e copertura in legno.

L'edificio dopo il sisma del Maggio 2012 ha presentato numerose lesioni interne e sui prospetti, sugli affacci si sono rilevati danneggiamenti dovuti soprattutto al portico e all'elevato numero di aperture presenti, internamente invece si sono rilevati danni causati da taglio negli angoli di porte e finestre, fessurazioni nell'attacco tra tramezze e solai di piano con i muri portanti, lesioni in prossimità di architravi in ferro causate dalla diversa rigidezza dei materiali di contatto e negli appoggi delle travi sulle murature.

Lo studio dei rilievi e della documentazione fotografica ha consentito di valutare la vulnerabilità degli interni dell'edificio confrontandola con il quadro lesivo generale e analizzando i principali punti deboli di questo. Si è potuto constatare che: le murature sono costituite da mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e spesso costituite da varie tipologie di laterizi, non sono presenti ammorsamenti negli incroci delle murature, le distanze tra le aperture non rispettano la normativa vigente, negli appoggi delle travi sulle murature non sono presenti dormienti e le travi stesse risultano prive di connessioni ai muri, inoltre vi sono solai realizzati in periodi e con tecniche differenti e una parte di copertura risulta spingente.

Figura 11.26 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "E"

Figura 11.27 Fotografia di una lesione interna dell'edificio "E"

Figura 11.28 Fotografia della copertura spingente dell'edificio "E"

11.7. *OSSERVAZIONI*

L'indagine interna dei cinque edifici di studio ha fatto scaturire alcune osservazioni. In primo luogo si è potuto valutare alcune correlazioni tra i danneggiamenti rilevati sui prospetti e le vulnerabilità che si sono presentate successivamente dall'analisi interna, soprattutto per quanto riguarda l'ipotesi di ribaltamento dei cantonali causati dalle trave spingenti di copertura si è potuto verificare l'esatta orditura di queste, individuare il loro posizionamento e verificare se effettivamente hanno causato un danno esterno. In secondo luogo si è riusciti ad avere un rilievo interno e le sezioni di ogni edificio per poter valutare le distribuzioni degli spazi e le successive modifiche create da ristrutturazioni, il dimensionamento delle murature e degli orizzontamenti oltre a verificare le tecniche e i materiali costruttivi.

Il rilievo fotografico interno dei fabbricati ha permesso di individuare ogni singola lesione causata dal sisma valutandone il posizionamento e la dimensione, è servito come base per analizzare le cause dei danneggiamenti e per stimare le vulnerabilità interne presenti in ogni singolo edificio. L'analisi delle criticità di ogni immobile ha consentito di realizzare un elenco delle principali vulnerabilità interne di tutto l'isolato di studio potendo.

Le vulnerabilità più frequenti riscontrate negli interni dell'isolato sono:

- le murature sono costituite da mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta, spesso costituite da varie tipologie di laterizi e per la maggior parte composte da due teste composta da soli ortostrati;
- non sono presenti ammorsamenti negli incroci delle murature;
- le distanze tra le aperture non rispettano la normativa vigente e le dimensioni dei maschi murari continui sulle facciate risultano insufficienti per evitare lesioni a taglio;
- negli appoggi delle travi sulle pareti non sono presenti dormienti e le travi stesse risultano prive di connessioni ai muri in quanto non si prevedeva la possibilità di azioni orizzontali dovute al sisma, ma si consideravano solo i carichi verticali.;
- sono presenti solai sottodimensionati, realizzati con tecniche e materiali differenti nello stesso immobile,
- le travi degli orizzontamenti sono nella maggior parte dei casi in cattivo stato di manutenzione.

12. CONCLUSIONI

Penso che il tema che ho trattato, cioè la sicurezza e la conservazione dei centri storici in ambito sismico, sia molto importante nel nostro paese in quanto territorio soggetto a frequenti azioni sismiche e caratterizzato da un patrimonio edilizio prevalentemente in muratura.

In ultima analisi si può esprimere qualche considerazione utile a fornire un bilancio sul lavoro svolto e a proporre integrazioni e possibili sviluppi:

- Il confronto eseguito fra i meccanismi attivati e quelli che si erano ipotizzati grazie al metodo seguito ha rivelato che questo è affidabile nella previsione delle vulnerabilità presenti e dei danni verificabili. Va ricordato che non si sono usate né indagini invasive per gli edifici, né costose o temporalmente lunghe, il che rende questo protocollo applicabile su larga scala.
- Occorre ampliare il campione di aggregati analizzati, per avere un'immagine più completa delle casistiche riscontrabili sul campo. Completando, lo studio dell'intero centro storico di Mirandola si possono evidenziare le caratteristiche più ripetute e frequenti o quelle secondarie.
- La stima delle percentuali di attivazione dei meccanismi di danno ha voluto suggerire un possibile approccio per determinare una prima scala di priorità riguardante le vulnerabilità specifiche locali dei prospetti dell'isolato di studio. Nell'unificazione dei vari indici nel calcolo della valutazione globale di vulnerabilità sismica sia analitica che speditiva dell'aggregato, si dovrà analizzare con maggior accuratezza il valore da attribuire a ogni peso, in quanto ora hanno un valore che dipende dal pericolo che il meccanismo di danno può creare sulle persone durante il sisma.
- L'analisi degli edifici e dei danneggiamenti interni ha permesso di analizzare i dimensionamenti delle parti strutturali e le tecnologie costruttive di ogni singolo fabbricato. Il rilievo fotografico ha consentito di valutare le lesioni che il sisma ha creato e analizzare le vulnerabilità degli immobili, stimando un elenco delle criticità che l'isolato presenta. Come si è fatto per i prospetti si dovrebbe cercare di esaminare una metodologia per individuare una serie di indici che permettono di stimare in percentuale la vulnerabilità degli interni dell'aggregato. In questo modo si riuscirebbe ad ottenere un indice di vulnerabilità completo dell'intero isolato.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. *Edifici in muratura in zona sismica. Rilevamento delle carenza strutturali.* 2003.

AA.VV. *Il castelllo dei Pico. Contributi allo studio delle trasformazioni del castello di Mirandola dal XIV al XIX secolo.* Mirandola: Gruppo Studi Bassa Modenese, 2005.

AA.VV. *Manuale delle murature storiche.* Roma: DEI, 2011.

Andreolli Bruno, Erlindo Vittorio. *1596-1597: Mirandola piccola capitale. Giornate di studio in occasione dei IV Centenario del titolo di Città.* Mantova: EM – Edizioni Mirandolesi, 2001.

Bertuzzi Giordano, a cura di. *L'arte muraria a Modena. Storia di uomini e di pietre dall'età romana ai primi del Novecento.* AEDES MURATORIANA: Modena, 1993.

Borri Antonio, De Maria Alessandro. *Comportamento a taglio delle murature esistenti: esperienze e sperimentazioni anche alla luce del sisma in Emilia.* Articolo pubblicato su http://www.ingenio-web.it/index.php.

Calzolari, Mauro. *Carta degli insediamenti di età romana nella bassa modenese*. Modena: Aedes Muratoriana, 1984.

Calzolari, Mauro. *Toponomastica storica del comune di Mirandola. Il territorio e la città.* Mirandola: Gruppo studi Bassa Modenese, 2008.

Caniggia Gianfranco, Maffei Gian Luigi. *1. Lettura dell'edilizia di base.* s.l.: Marsilio, 1999

Cangi, Giovanni. *Manuale del recupero strutturale e antisismico.* Roma: DEI, 2005.

Cappi, Vilmo. *La Mirandola. Storia urbanistica di una città.* Mirandola: Tipografia Pivetti, 2000.

Cappi, Vilmo. *Stampe e disegni della Mirandola dal secolo XVI al secolo XX.* Mirandola: Fondazione Cassa di Risparmio di Mirandola, 2005.

Casolari Arch. Massimo, Morselli Alberto. *Studio di fattibilità del Comune di Mirandola.* Mirandola: Regione Emilia Romagna, 1997.

Dipartimento Protezione Civile, Reluis. *Linee guida per il rilievo, l'analisi ed il progetto di interventi di riparazione e consolidamento sismico di edifici in muratura in aggregato.*

Gruppo studi bassa modenese. *Quaderni della bassa modenese. Storia ,tradizione, ambiente.* San Felice sul Panaro (Modena), 2000.

Locati M., Camassi R., Stucchi M. (a cura di). DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. *http://emidius.mi.ingv.iy/DBMI11*. Milano, Bologna: 2011.

Lugli Arch. T., Bulgarelli Arch. L, Raimondi R., Gualtieri D.. *Piano Regolatore Generale, Comune di Mirandola, Disciplina particolareggiata del centro storico, Relazione storica.* Mirandola: Comune di Mirandola.

Montella, Fabio. *1918 Prigionieri in Emilia*. s.l.: Il Fiorino.

Morselli, Giuseppe. *Mirandola. 30 secoli di cronaca.* Modena: Tipolito Editoriale Vicenzi, 1976.

Pozzetti P.. *Lettere mirandolesi scritte al conte Ottavio Greco.* Verona (orig. Reggio Emilia MDCCCXXXV): s.n., 1985.

Regione Marche, CNR-ITC l'Aquila, Università degli Studi dell'Aquila. *Repertorio dei meccanismi di danno, delle tecniche di intervento e dei relativi costi negli edifici in muratura.* s.l.: Tipografie Grafiche Scarponi srl, 2007.

Veronesi, Giovanni. *Quadro storico della Mirandola e della Concordia.* Mirandola: ARCI NOVA, 1990.

La mia Mirandola. Modena : Aedes Muratoriana, 1999.

SITOGRAFIA

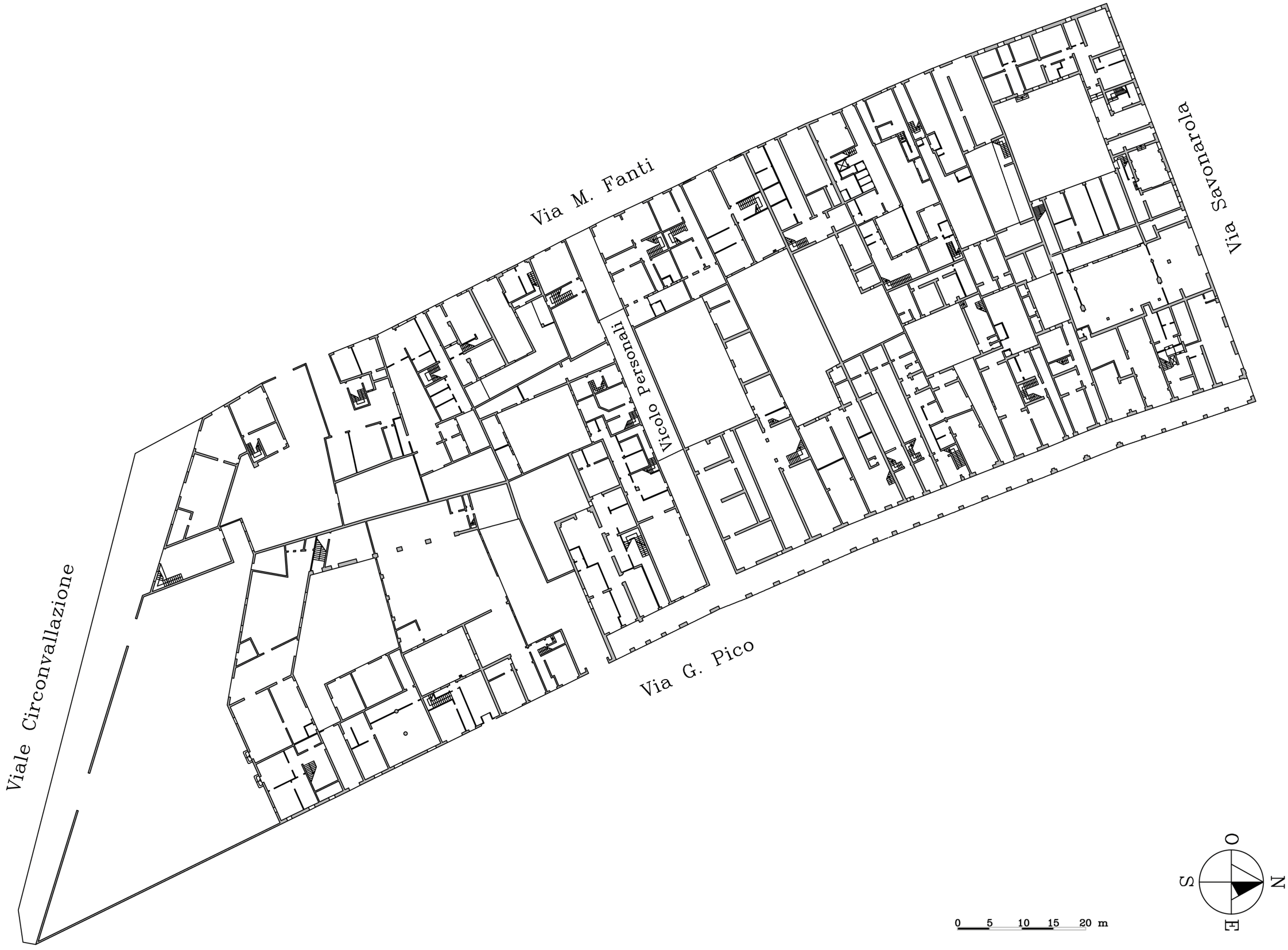
http://www.albarnardon.it/

http://www.comune.mirandola.mo.it/la-citta-e-il-territorio/cenni-storici. [Online]

http://www.comune.mirandola.mo.it

http://mappe.istella.it/it/

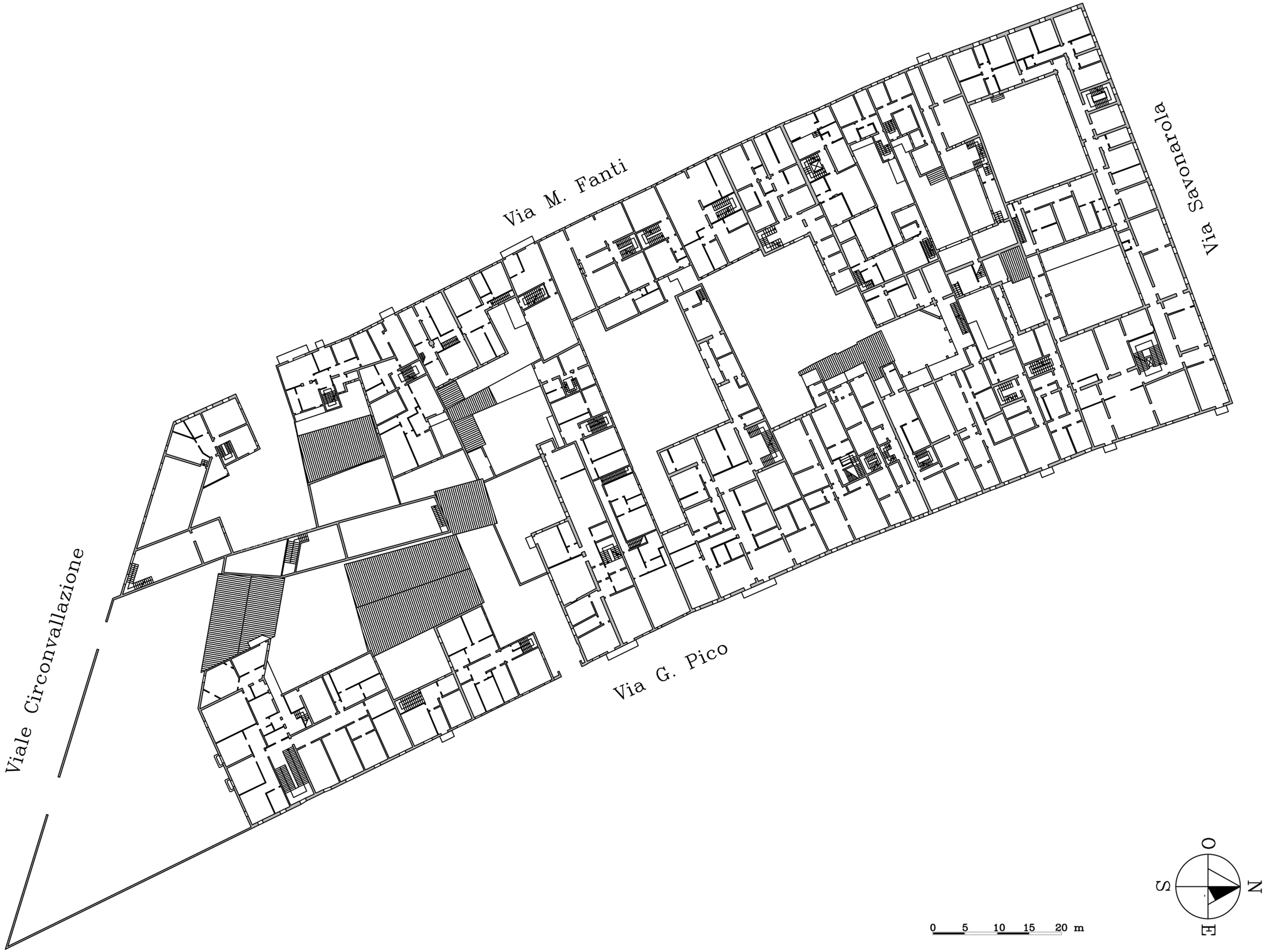
APPENDICE: TAVOLE GRAFICHE



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO TERRA - STATO DI FATTO

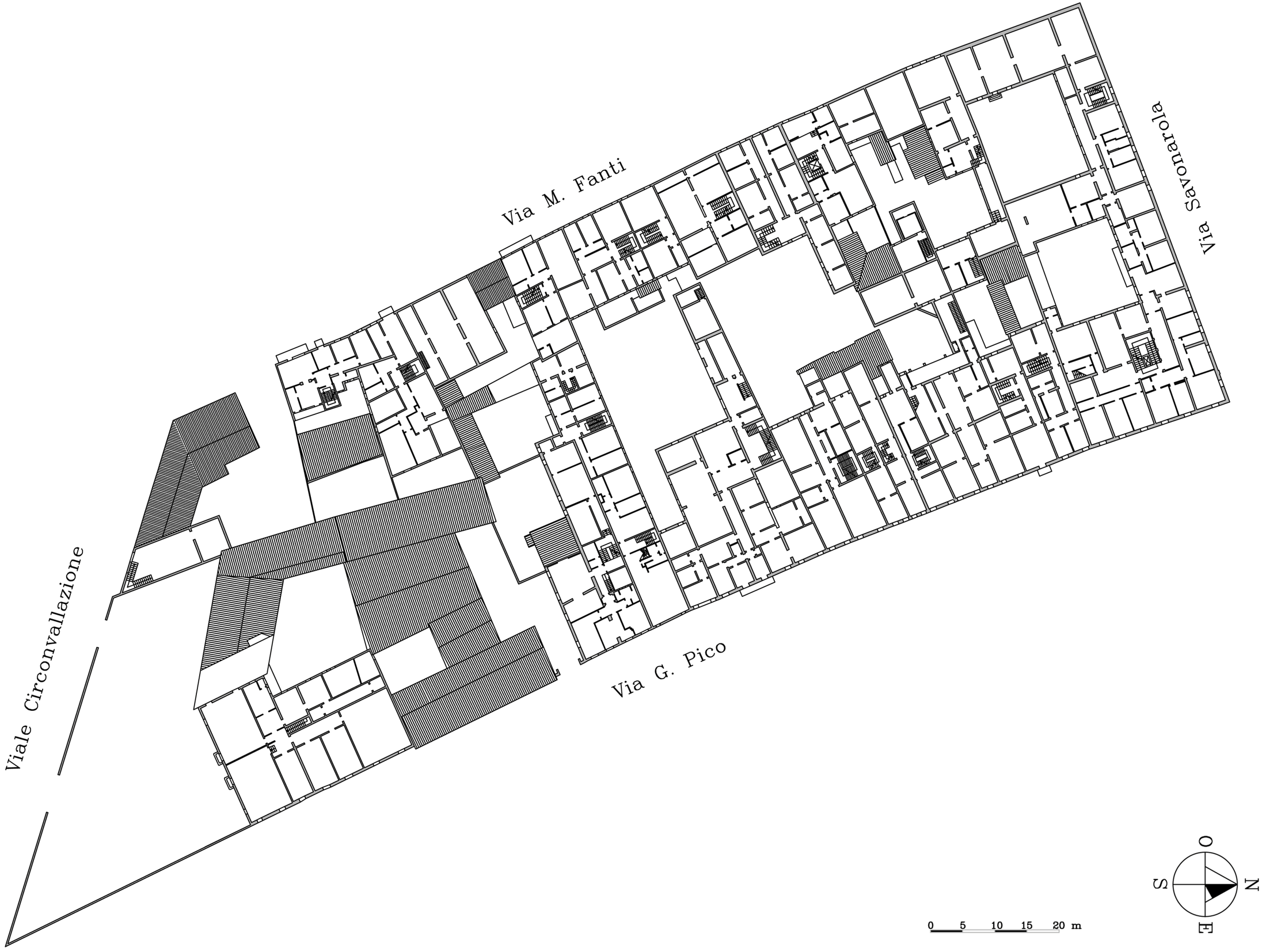
tavola 01



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO PRIMO - STATO DI FATTO

tavola 02



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO SECONDO - STATO DI FATTO

tavola 03

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO TERZO - STATO DI FATTO

tavola 04

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

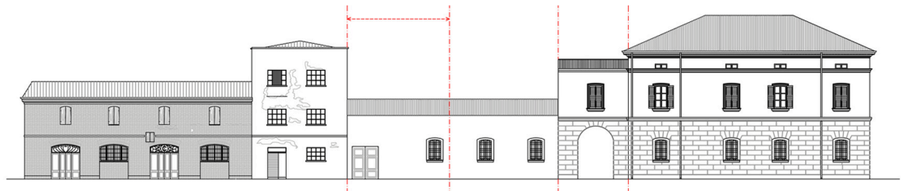
PIANTA DELLA COPERTURA - STATO DI FATTO

tavola 05

Via G. Pico

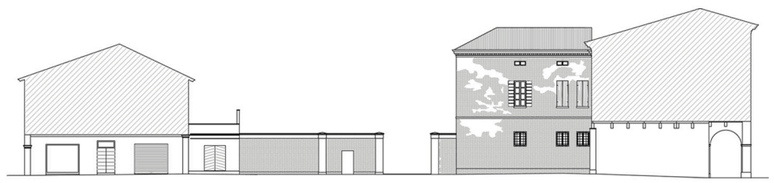
Via M. Fanti

Via Savonarola

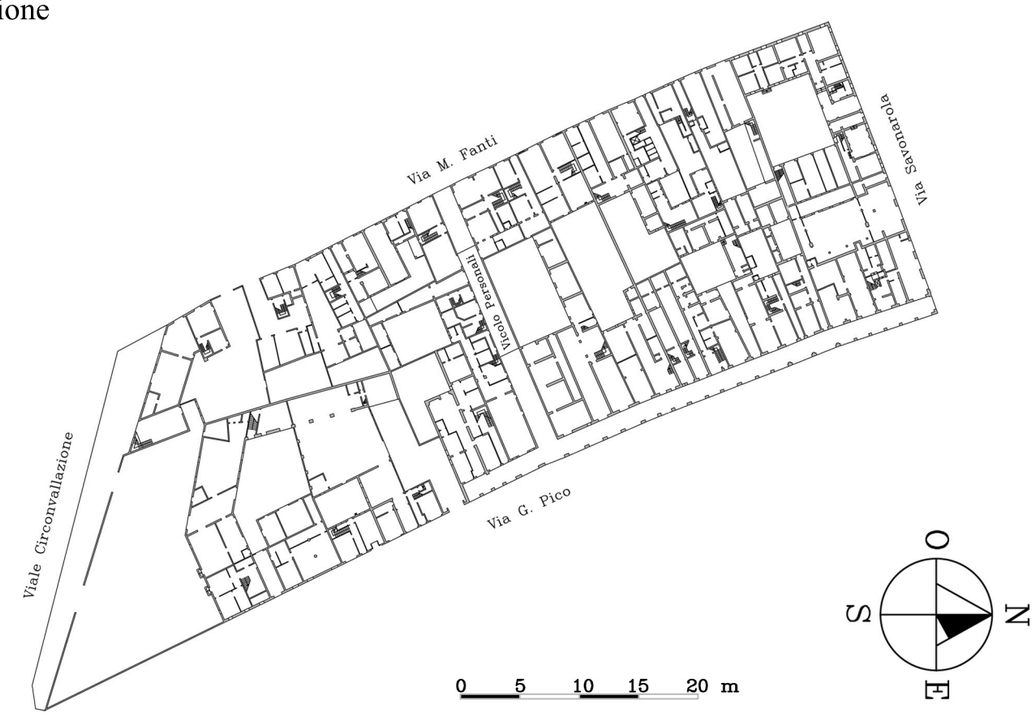


Viale Circonvallazione

Vicolo Personali



Vicolo Personali

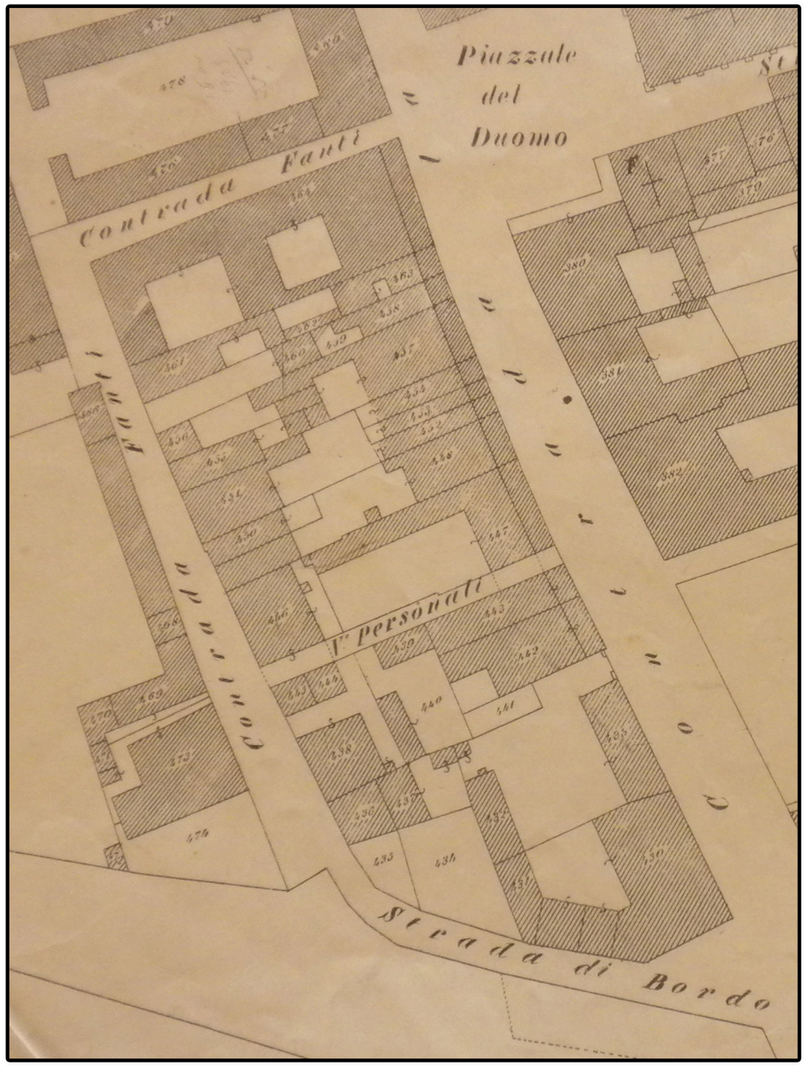


Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

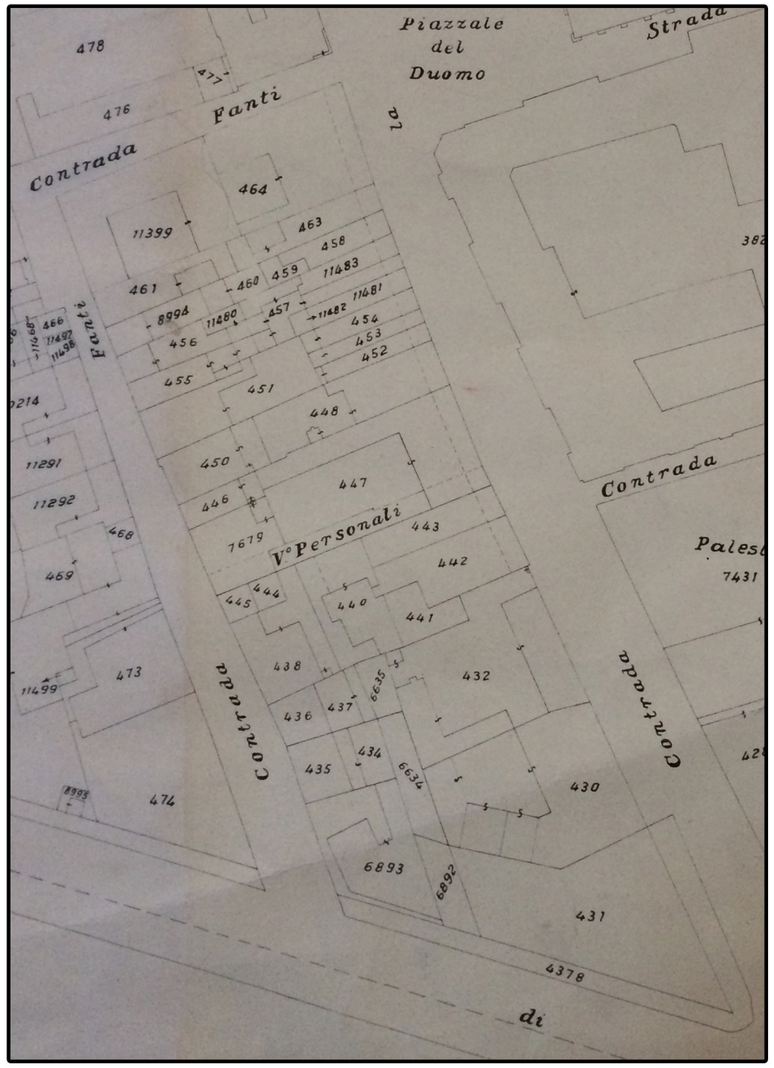
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PROSPETTI - STATO DI FATTO

tavola 06

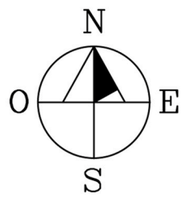


Mappa Catastale del 1893
(Ricomposizione fotografica),
depositata presso l'Archivio di Stato di Modena



Mappa Catastale del 1952
(Ricomposizione fotografica),
depositata presso l'Archivio di Stato di Modena

Mappa Catastale attuale,
estratta dal PSC
(Tavola QCC2.3 del Quadro Conoscitivo)

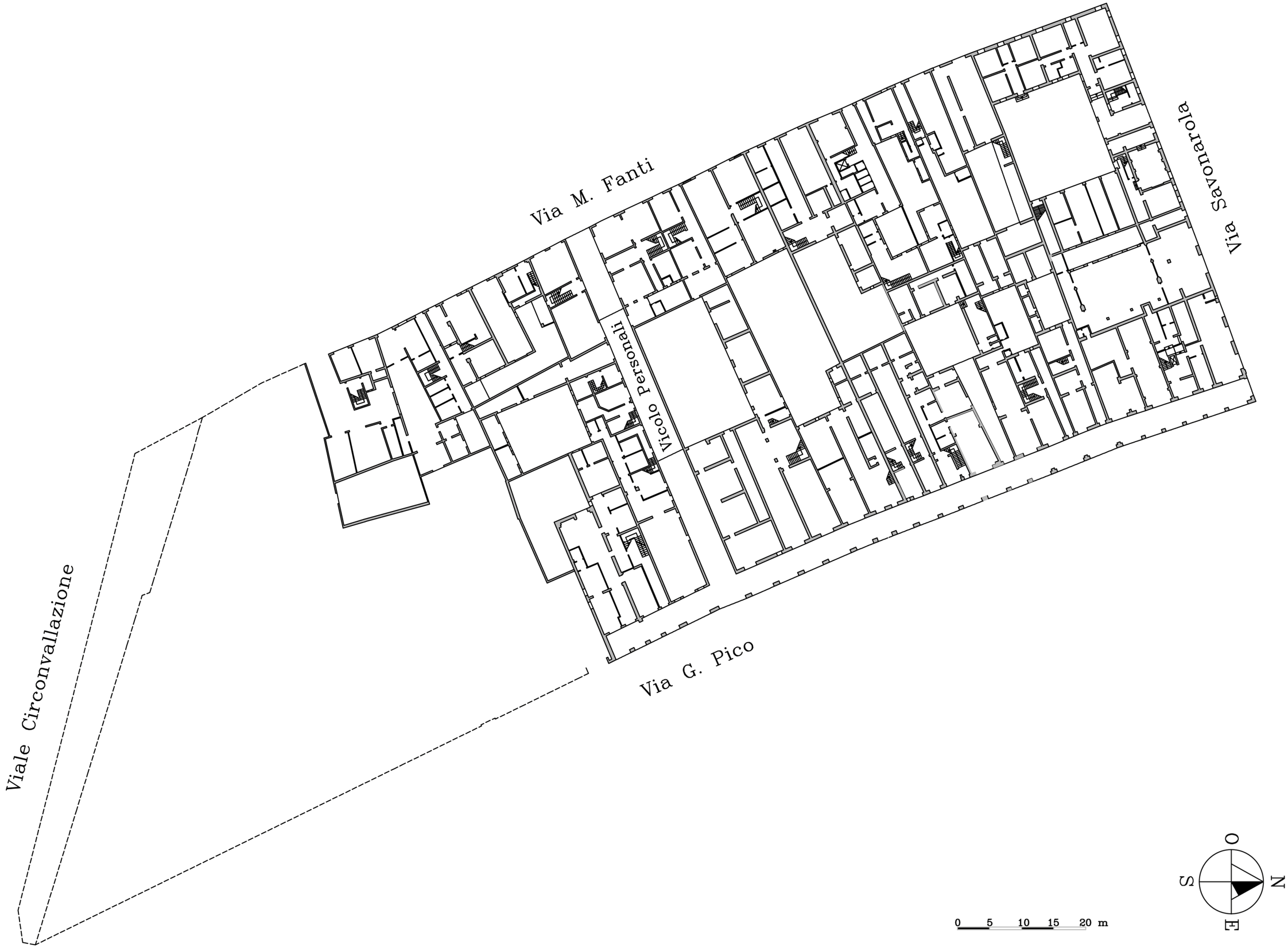


Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

PIANTA PIANO TERRA - SINTESI FASI DI ESPANSIONE

tavola 08



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

RAPPRESENTAZIONE DELL'ISOLATO DI ANALISI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO TERRA - VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE

tavola 10

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO PRIMO - VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE

tavola 11

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO SECONDO - VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANTA PIANO TERZO - VULNERABILITA': SCONNESSIONI MURARIE

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

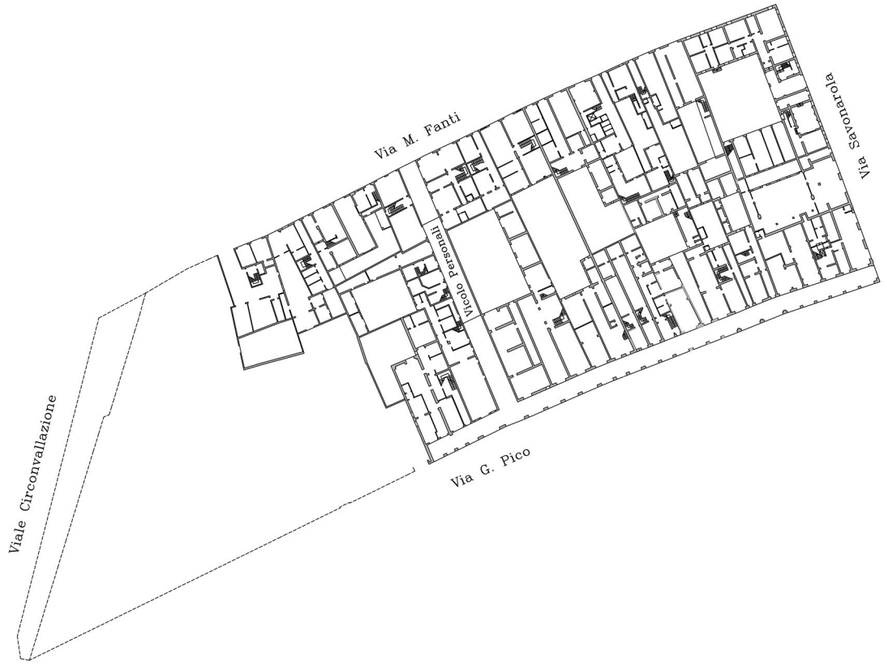
PIANTA DELLA COPERTURA - VULNERABILITA': COPERTURE

Prospetto Est

Prospetto Ovest

Prospetto Nord

Prospetto Sud



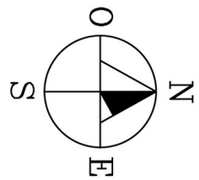
Disconnessioni in facciata

Facciate di rifusione

Sopraelevazione

Edificio in c.a.

0 5 10 15 20 m



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

10,76 % 71,36 % 72,43 % 82,12 % 79,16 % 77,03 %

Prospetto Est

37,43 % 63,40 % 31,01 % 69,87 % 65,51 % 62,75 % 88,40 % 39,74 % 61,11 % 68,05 % 84,48 %

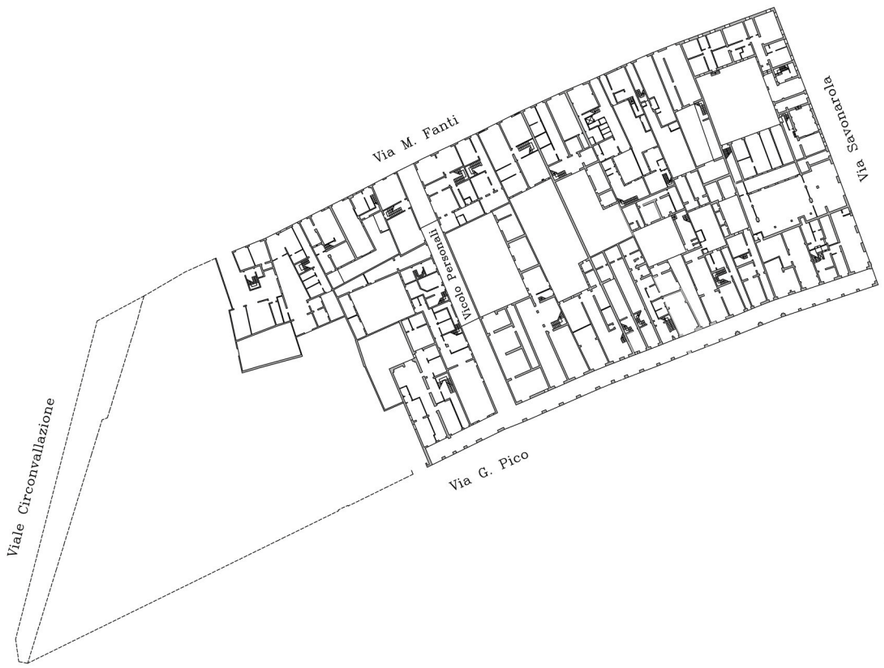
Prospetto Ovest

69,12 % 68,58 % 37,10 % 51,77 % 32,98 %

Prospetto Nord

0,00 % 35,14 % 34,29 % 32,17 %

Prospetto Sud

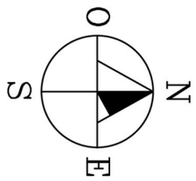


--- Disconnessione muraria in facciata (determina la separazione tra due unità strutturali affiancate)

Maschi murari < 45%

Forature > 55%

NOTA: al di sotto di ogni unità strutturale è specificata la percentuale di foratura ed evidenziata se maggiore del 55%

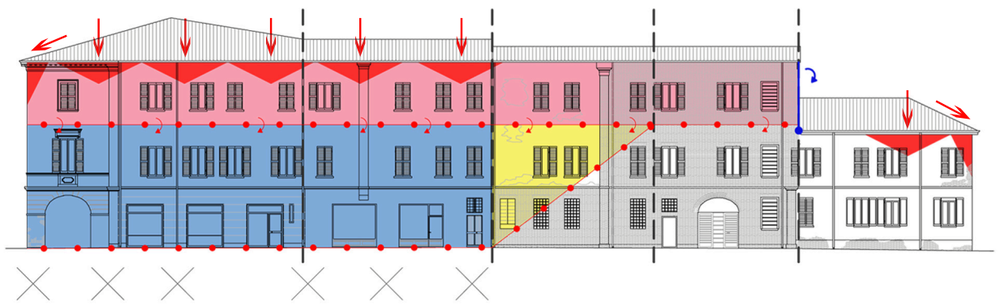


0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

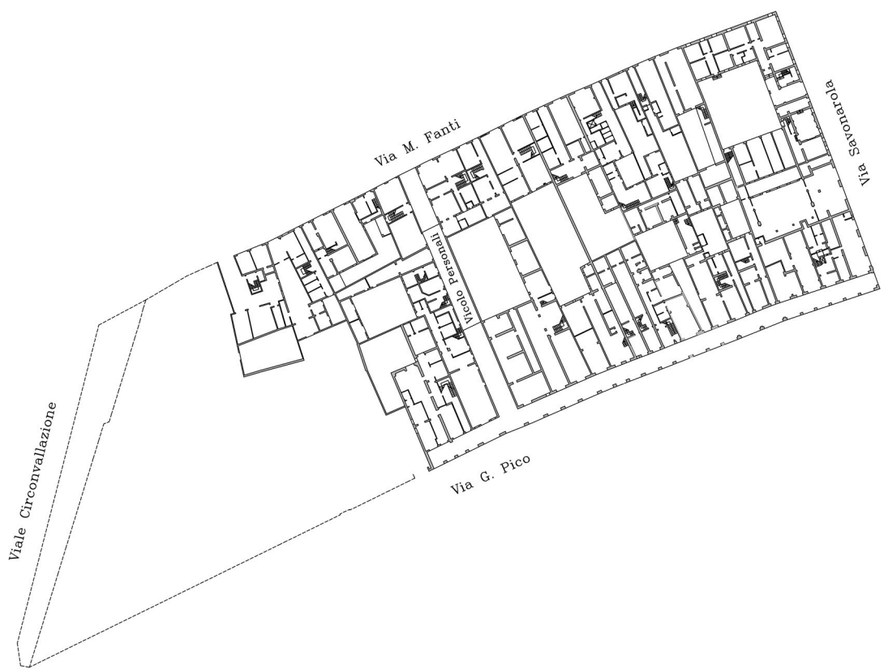
Prospetto Est

Prospetto Ovest



Prospetto Nord

Prospetto Sud



Ribaltamento facciate di rifusione

Ribaltamento facciate di sopraelevazione

Ribaltamento facciate di completamento

Sconnessioni in facciata

Edificio vulnerabile a taglio

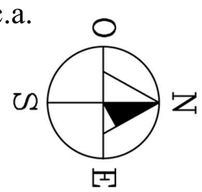
Cerniere di ribaltamento

Ribaltamento cantonali

Ribaltamento per rompitratta spingenti

Ribaltamento timpani

Edificio in c.a.



0 5 10 15 20 m

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

PROSPETTI - MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI

STIMA DELLA TRASFORMAZIONE IN PIANTA TP	Superficie coperta di 1° impianto	2508,98
	Superficie coperta attuale	5849,48
	Superficie totale dell'aggregato	7869,46
TP = ΔA / A tot	INDICE (%)	42,45

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Prospetto Est

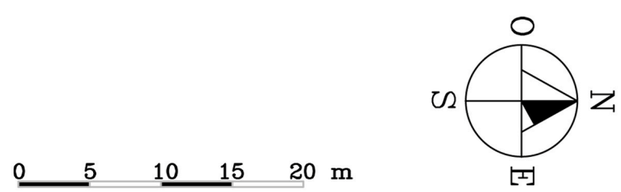
Prospetto Ovest

Prospetto Nord

Prospetto Sud

- Disconnessioni in facciata
- Facciate di rifusione
- Sopraelevazione
- Edificio in c.a.

STIMA DELLA TRASFORMAZIONE IN ALZATO	Prosp. EST	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	688,92	1522,9	45,24
	Sopraelevazione	466,79	1522,9	30,65
TA				
	Prosp. OVEST	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	382,66	1220,06	31,36
	Sopraelevazione	203,13	1220,06	16,65
	Prosp. NORD	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	280,37	798,72	35,10
	Sopraelevazione	236,11	798,72	29,56
	Prosp. SUD	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	0	593,55	0,00
	Sopraelevazione	113,59	593,55	19,14
	TOTALE	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	Rifusione	1351,95	4135,23	32,69
	Sopraelevazione	1019,62	4135,23	24,66
$TA = \frac{(Sup_{\geq 2livelli} + Sup_{sopraelev.})}{S_{tot}}$	TOTALE	QUANTITA' VULNERABILE	QUANTITA' TOTALE	%
	INDICE (%)	2371,57	4135,23	57,35



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

A - Edificio agibile

B - Edificio temporaneamente inagibile (tutto o parte) ma agibile con provvedimenti di pronto intervento

E - Edificio inagibile

F- Edificio inagibile rischio crollo

Demolizioni parziali o totali

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

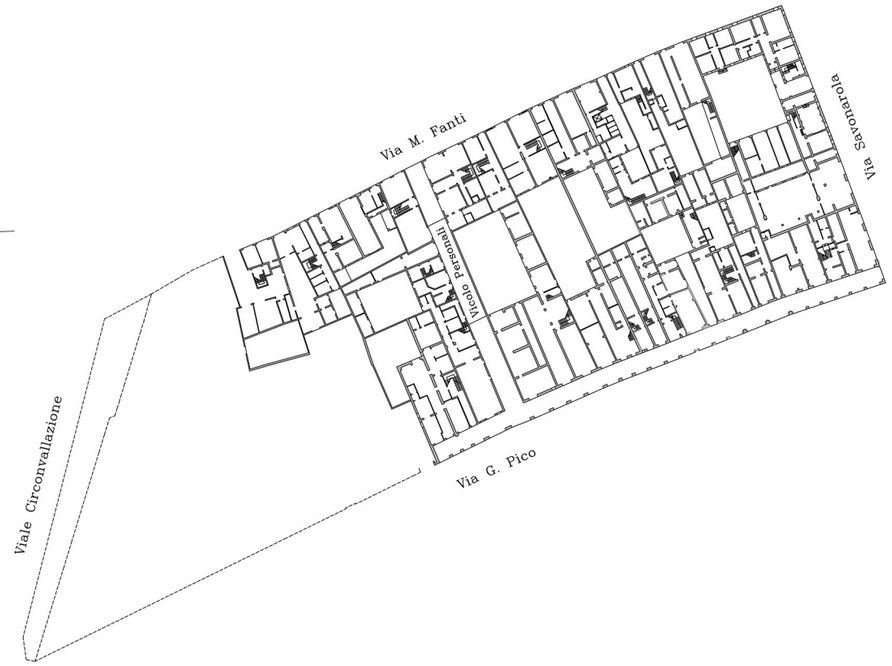
MAPPA DEL DANNO

Prospetto Est

Prospetto Ovest

Prospetto Nord

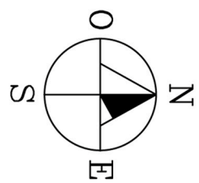
Prospetto Sud



--- Disconnessioni in facciata

Lesioni

0 5 10 15 20 m



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PROSPETTI - RILIEVO DEL DANNO

Prospetto Est - MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI

Ribaltamento facciate di rifusione

Ribaltamento facciate di sopraelevazione

Ribaltamento facciate di completamento

Sconnessioni in facciata

Edificio vulnerabile a taglio

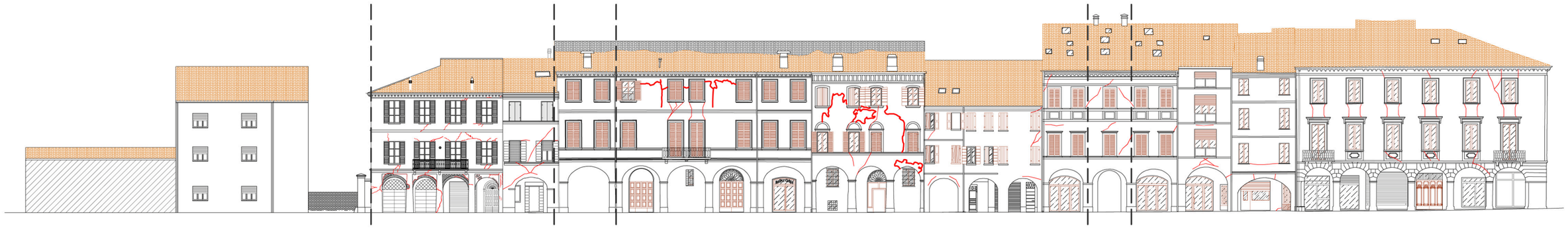
Cerniere di ribaltamento

Ribaltamento cantonali

Ribaltamento per rompitratta spingenti

Ribaltamento timpani

Edificio in c.a.



Prospetto Est - RILIEVO DEL DANNO

Prospetto Est - MECCANISMI DI DANNO ATTIVATI

Meccanismi attivati e previsti

Lesioni rilevate ma non previste

0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Prospetto Ovest - MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI

Ribaltamento facciate di rifusione

Ribaltamento facciate di sopraelevazione

Ribaltamento facciate di completamento

Sconnessioni in facciata

Edificio vulnerabile a taglio

Cerniere di ribaltamento

Ribaltamento cantonali

Ribaltamento per rompitratta spingenti

Ribaltamento timpani

Edificio in c.a.

Prospetto Ovest - RILIEVO DEL DANNO

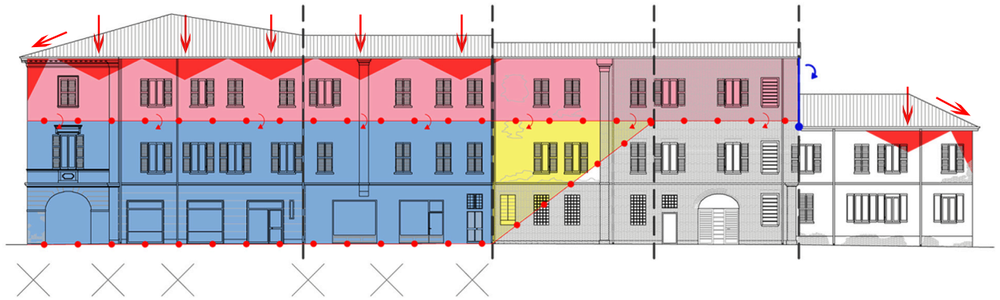
Prospetto Ovest - MECCANISMI DI DANNO ATTIVATI

Meccanismi attivati e previsti

Lesioni rilevate ma non previste

0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi



Prospetto Nord - MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI

Prospetto Sud - MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI

Ribaltamento facciate di rifusione

Ribaltamento facciate di sopraelevazione

Ribaltamento facciate di completamento

Sconnessioni in facciata

Edificio vulnerabile a taglio

Cerniere di ribaltamento

Ribaltamento cantonali

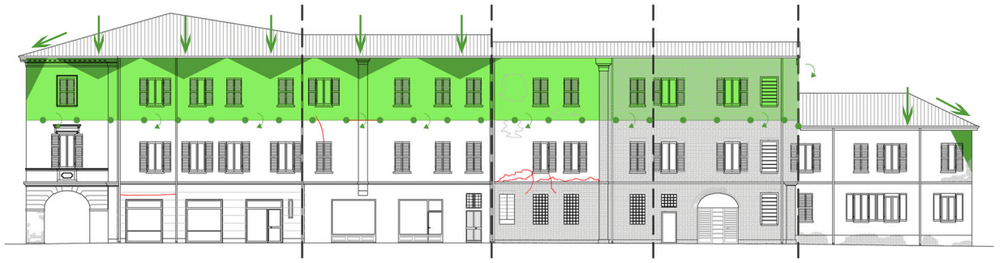
Ribaltamento per rompitratta spingenti

Ribaltamento timpani

Edificio in c.a.

Prospetto Nord - RILIEVO DEL DANNO

Prospetto Sud - RILIEVO DEL DANNO



Prospetto Nord - MECCANISMI DI DANNO ATTIVATI

Prospetto Sud - MECCANISMI DI DANNO ATTIVATI

Meccanismi attivati e previsti

Lesioni rilevate ma non previste

0 5 10 15 20 m

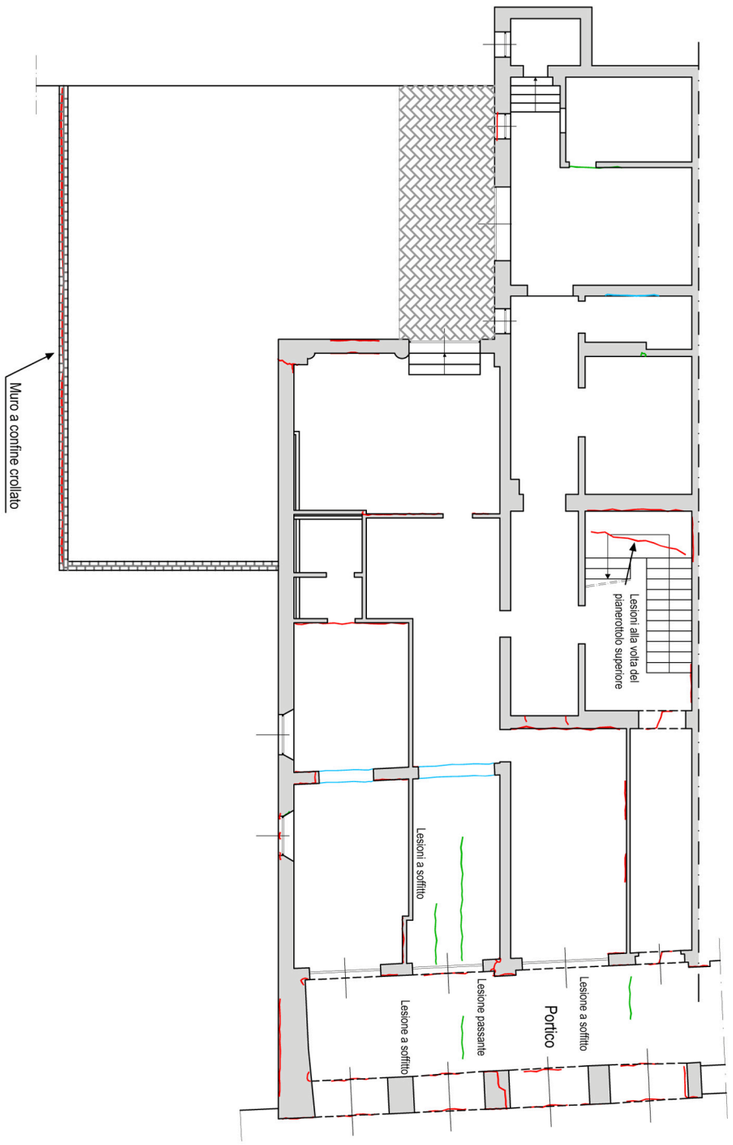
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

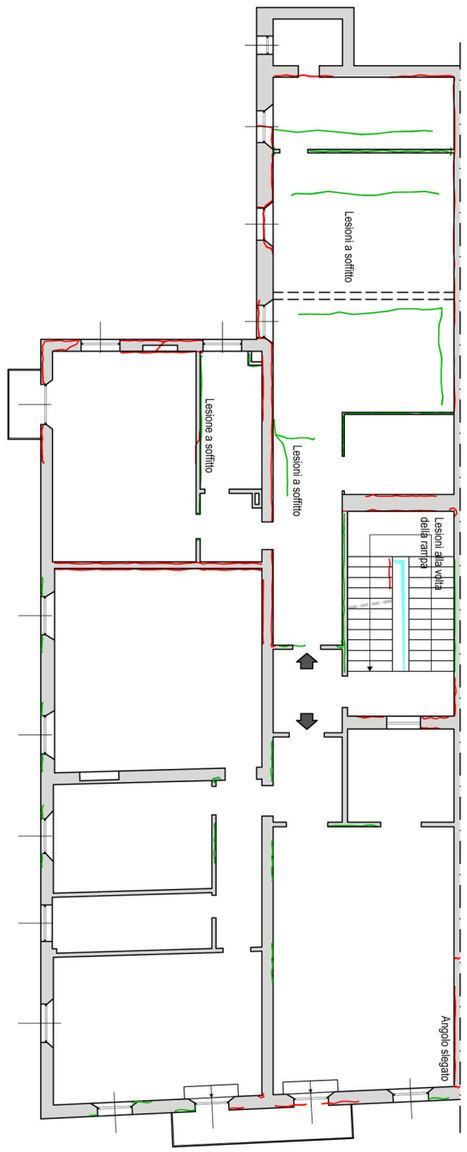
CONFRONTO MECCANISMI DI DANNO IPOTIZZATI E ATTIVATI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

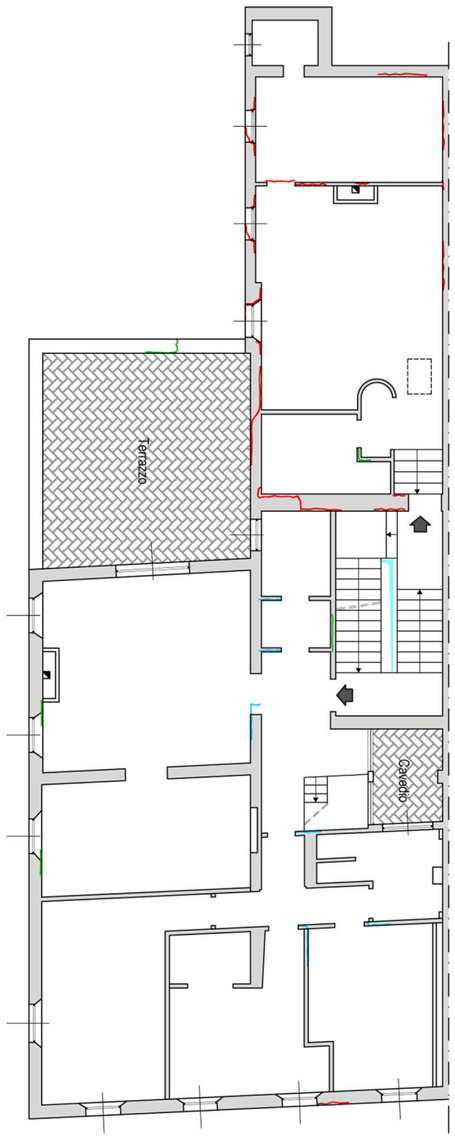
INDIVIDUAZIONE DEGLI EDIFICI ANALIZZATI



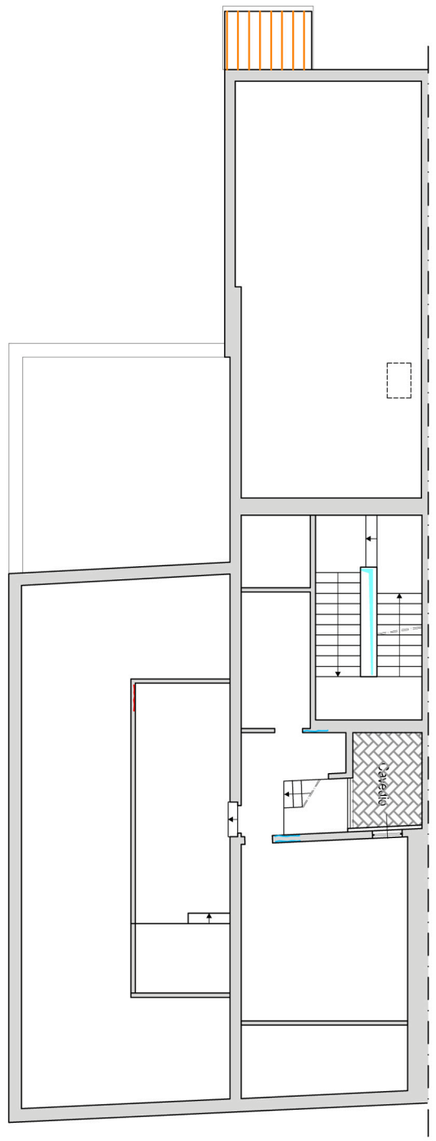
Pianta piano terra



Pianta piano primo



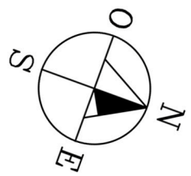
Pianta piano secondo

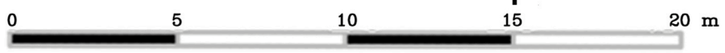


Pianta piano terzo

Tipologie di lesioni:

- Lieve entità
- Media entità
- Rilevante entità





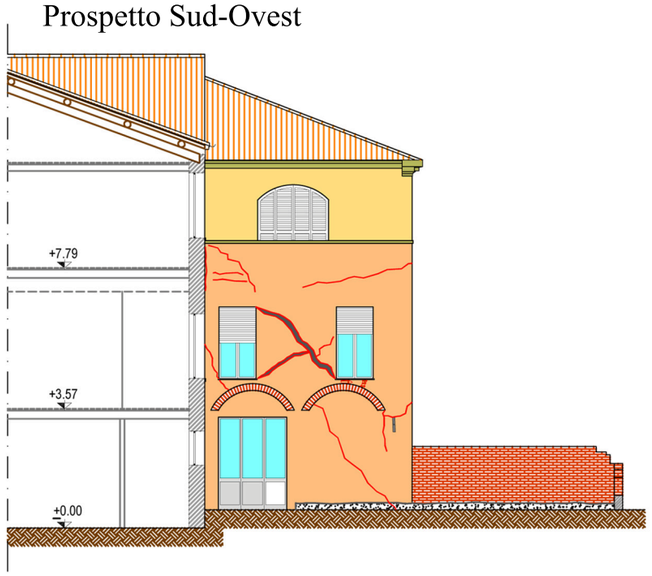
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

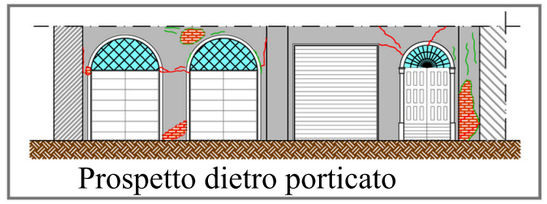
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “A”

Prospetto Nord-Est

Prospetto Sud-Ovest



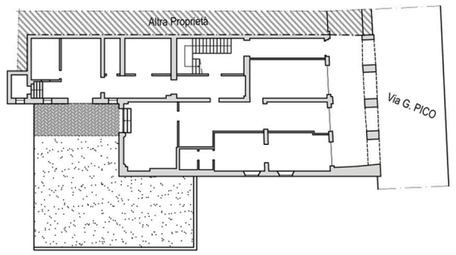


Prospetto Sud-Est

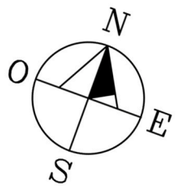
Tipologie di lesioni:

- Lieve entità
- Media entità
- Rilevante entità

Pianta di riferimento



0 5 10 15 20 m



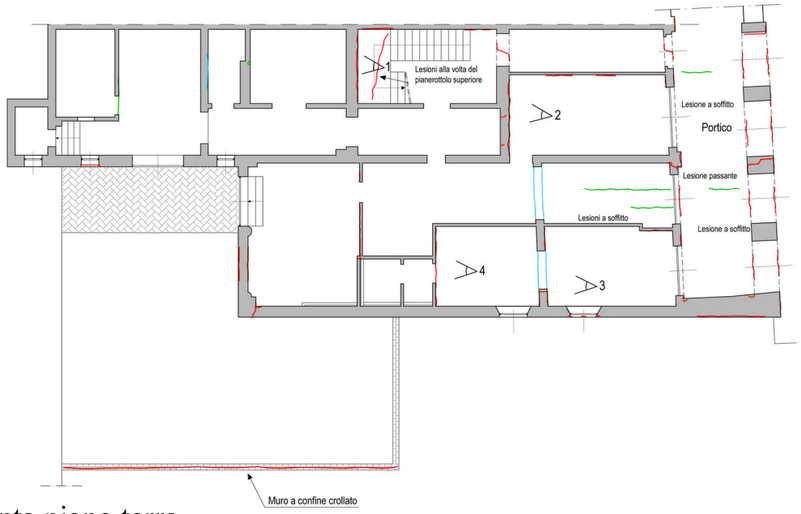
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Foto 1

Foto 2

Foto 5

Foto 6



Pianta piano terra

Pianta piano primo

Foto 3

Foto 4

Foto 7

Foto 8

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

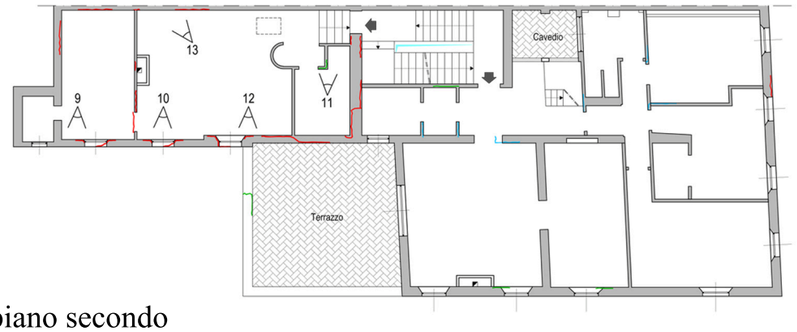
RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO EDIFICIO “A”

Foto 9

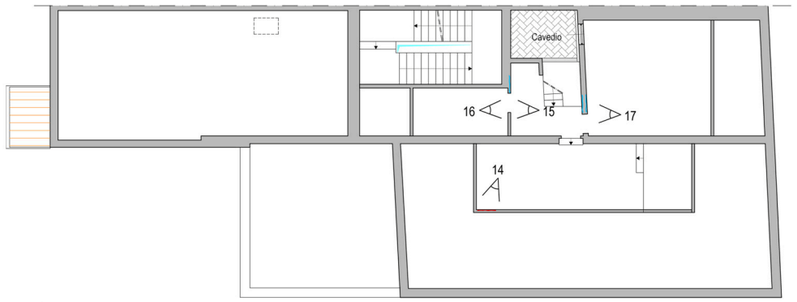
Foto 10

Foto 14

Foto 15



Pianta piano secondo



Pianta piano terzo

Foto 11

Foto 12

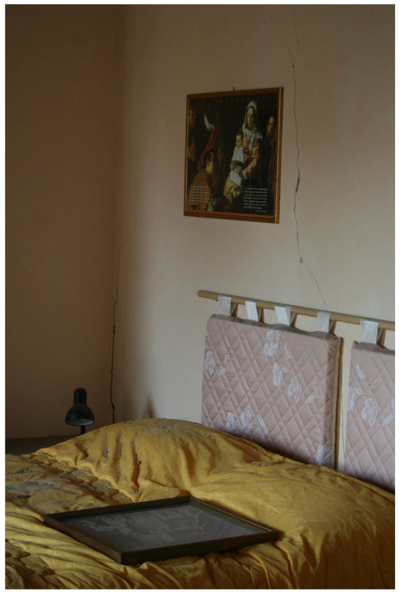


Foto 13

Foto 16

Foto 17

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

COPERTURA

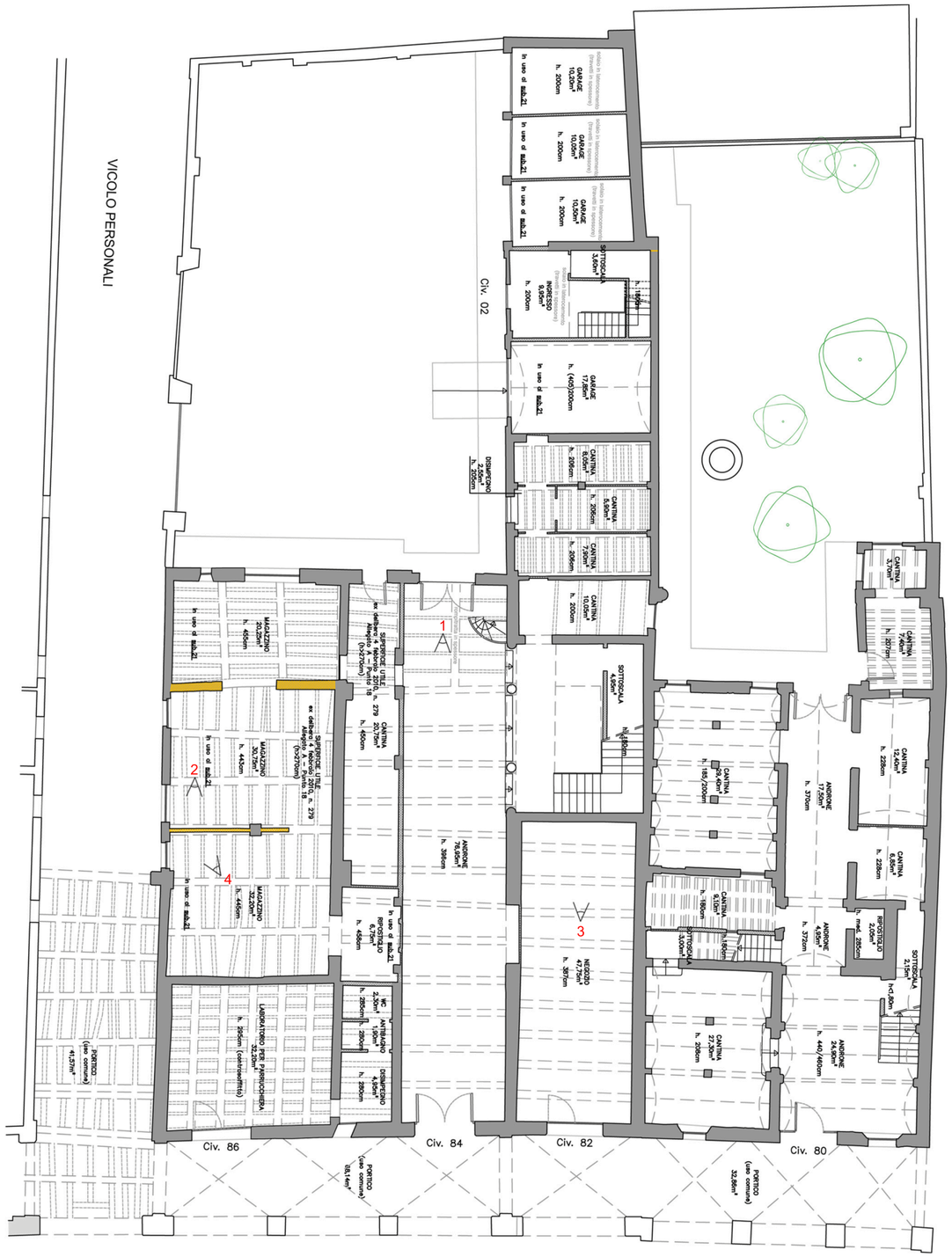
MURATURE DI ELEVAZIONE

ORIZZONTAMENTI

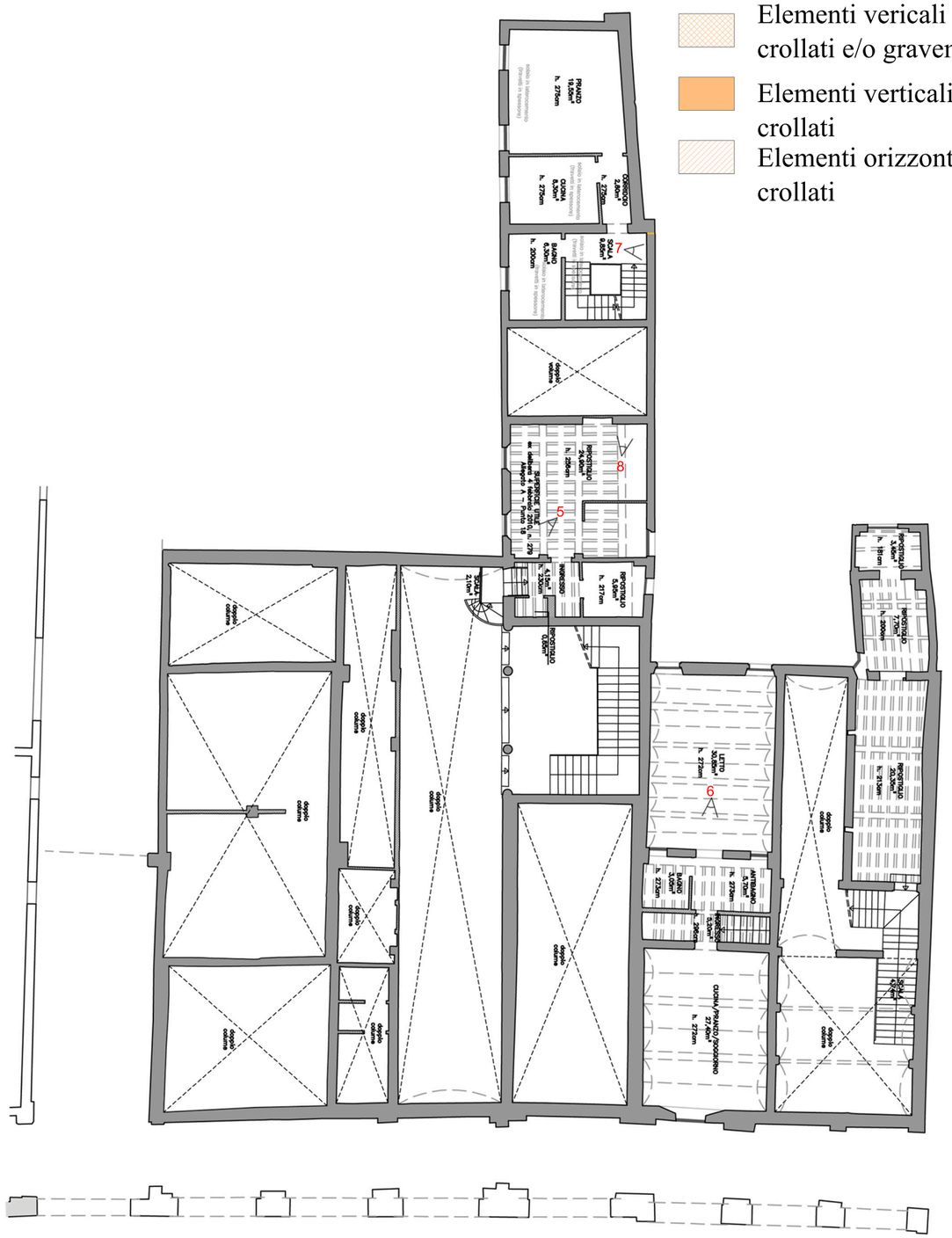
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Tipologie di lesioni:

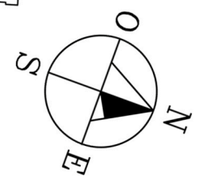
- Elementi vericali parzialmente crollati e/o gravemente lesionati
- Elementi verticali totalmente crollati
- Elementi orizzontali totalmente crollati



Pianta piano terra



Pianta piano primo



0 5 10 15 20 m

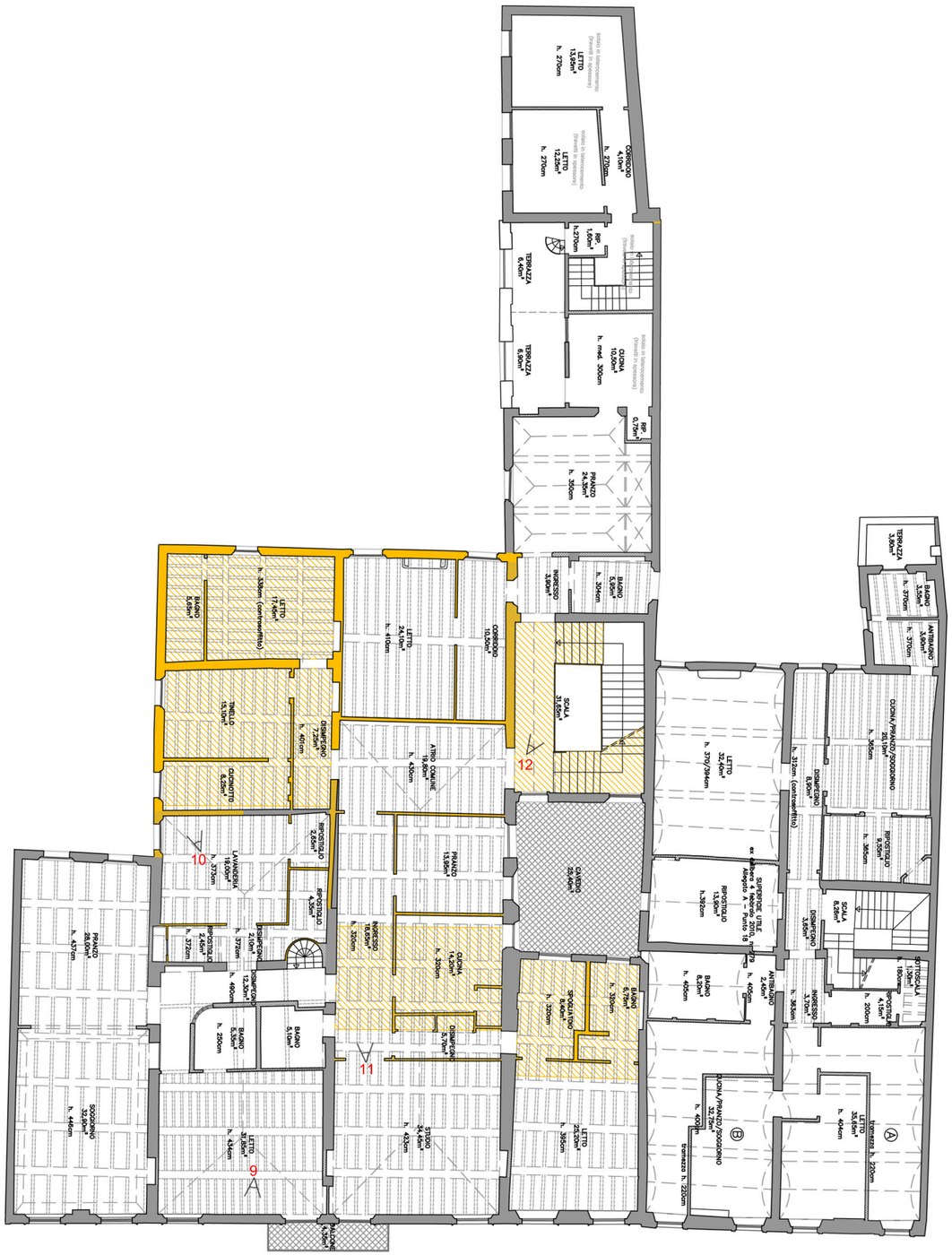
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

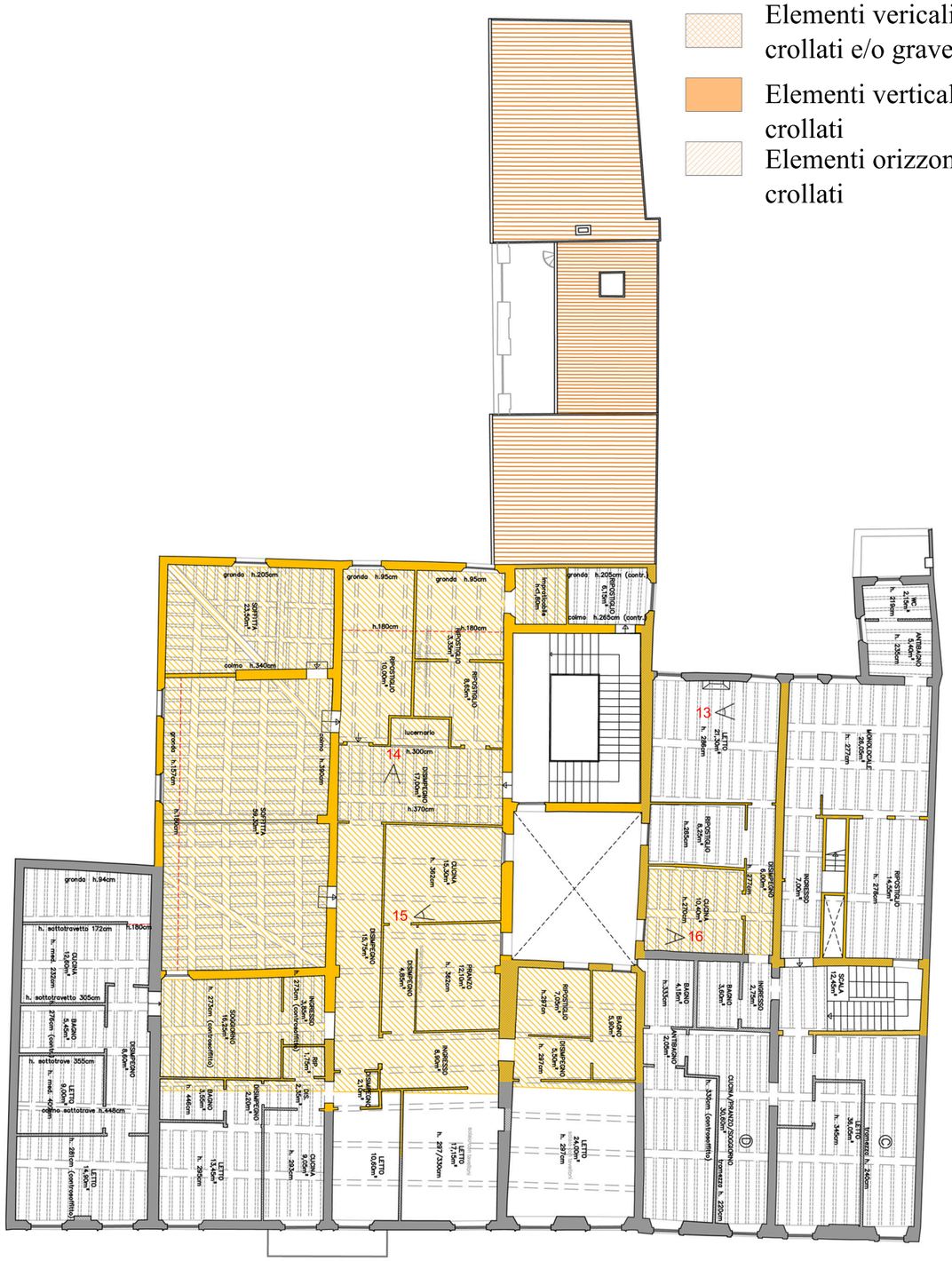
RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “B”

Tipologie di lesioni:

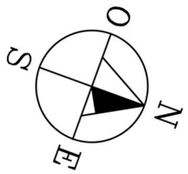
- Elementi vericali parzialmente crollati e/o gravemente lesionati
- Elementi verticali totalmente crollati
- Elementi orizzontali totalmente crollati



Pianta piano secondo



Pianta piano terzo

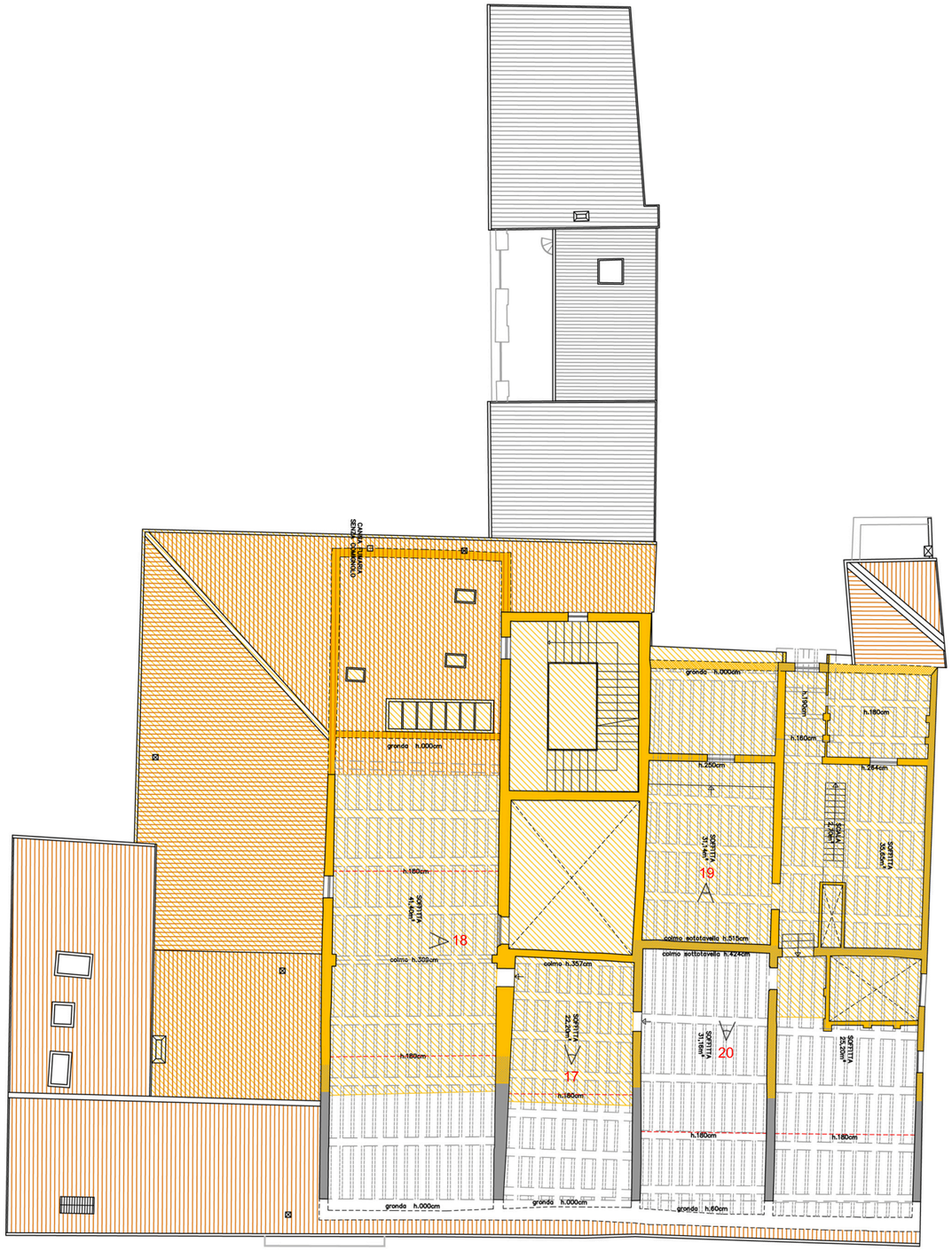


0 5 10 15 20 m

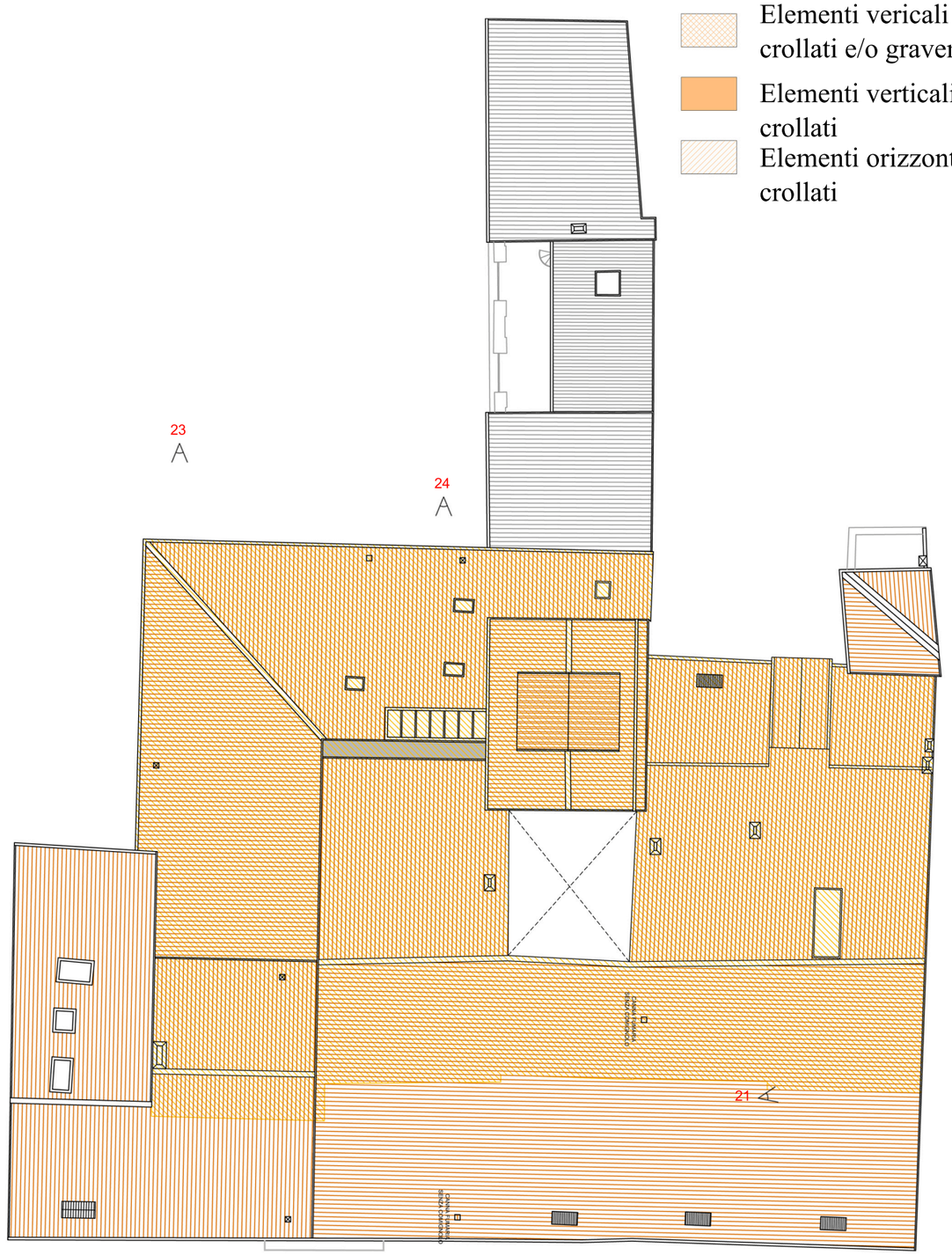
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

Tipologie di lesioni:

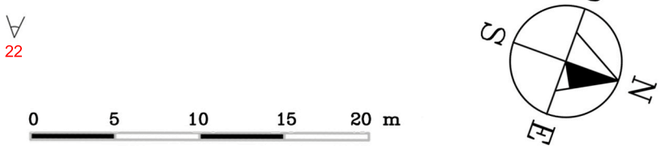
- Elementi vericali parzialmente crollati e/o gravemente lesionati
- Elementi verticali totalmente crollati
- Elementi orizzontali totalmente crollati



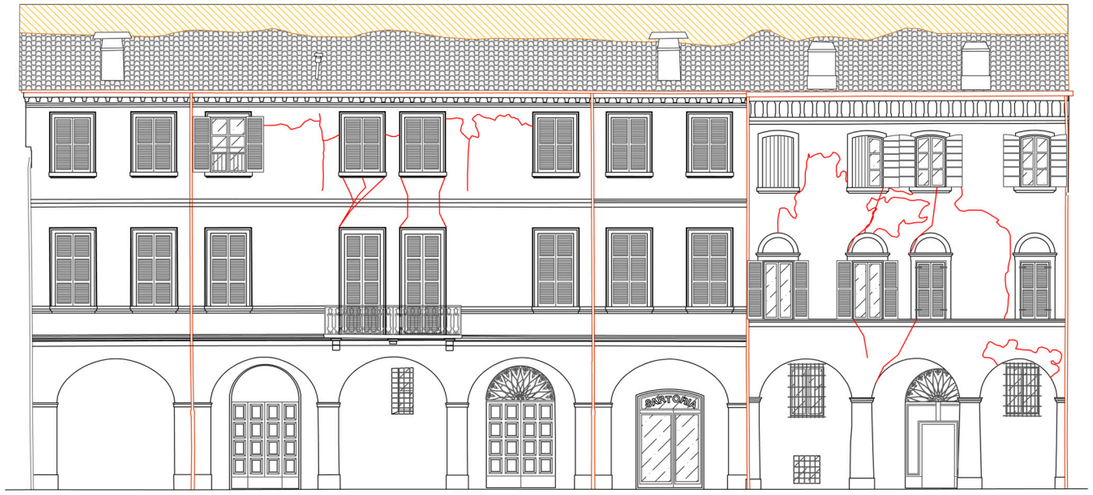
Pianta piano quarto



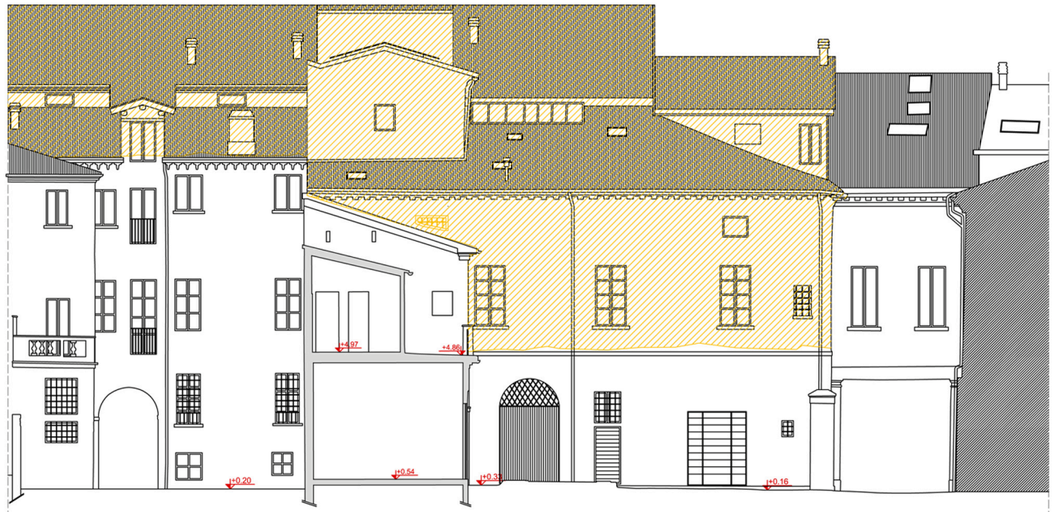
Pianta delle coperture



Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura



Prospetto su via G. Pico



Prospetto su corte interna

Tipologie di lesioni:

- Elementi vericali parzialmente crollati e/o gravemente lesionati
- Elementi verticali totalmente crollati
- Elementi orizzontali totalmente crollati

0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANO TERRA

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

PIANO PRIMO

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

PIANO SECONDO

Foto 9

Foto 10

Foto 11

Foto 12

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

PIANO TERZO

Foto 13

Foto 14

Foto 15

Foto 16

PIANO QUARTO

Foto 17

Foto 18

Foto 19

Foto 20

COPERTURA

Foto 21

Foto 22

Foto 23

Foto 24

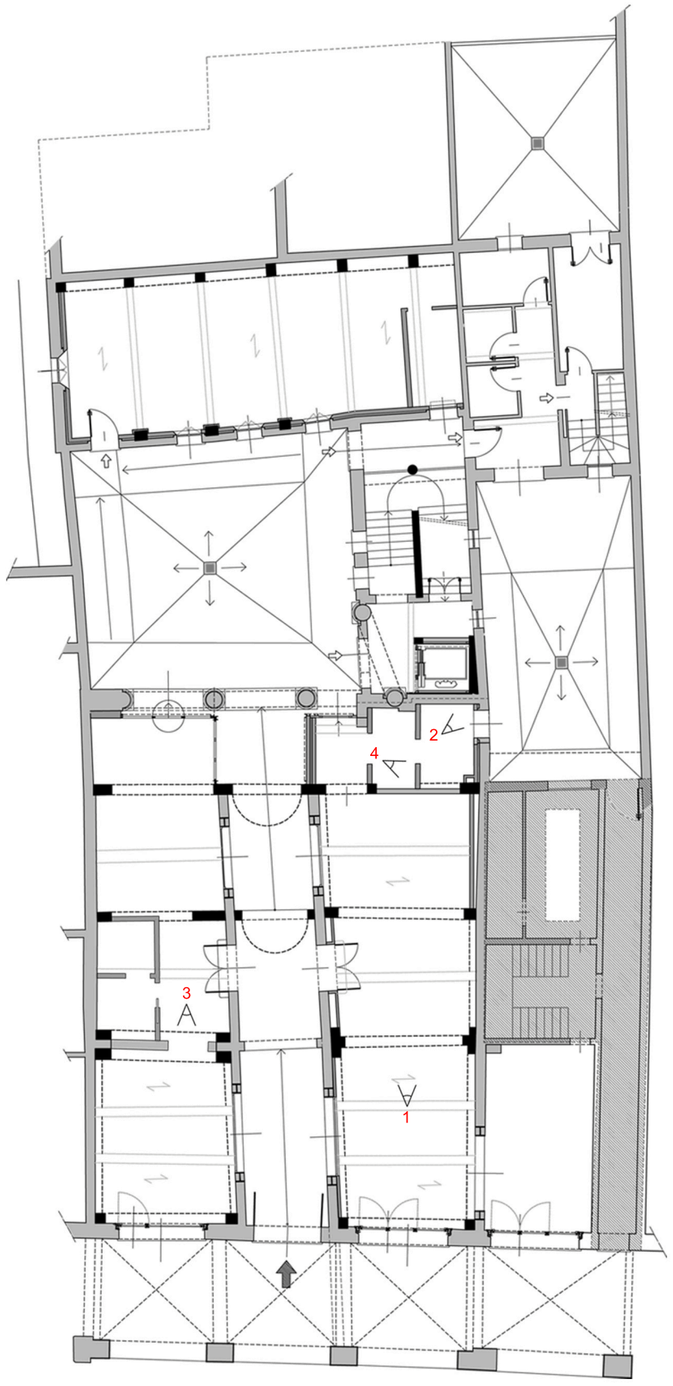
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

COPERTURA

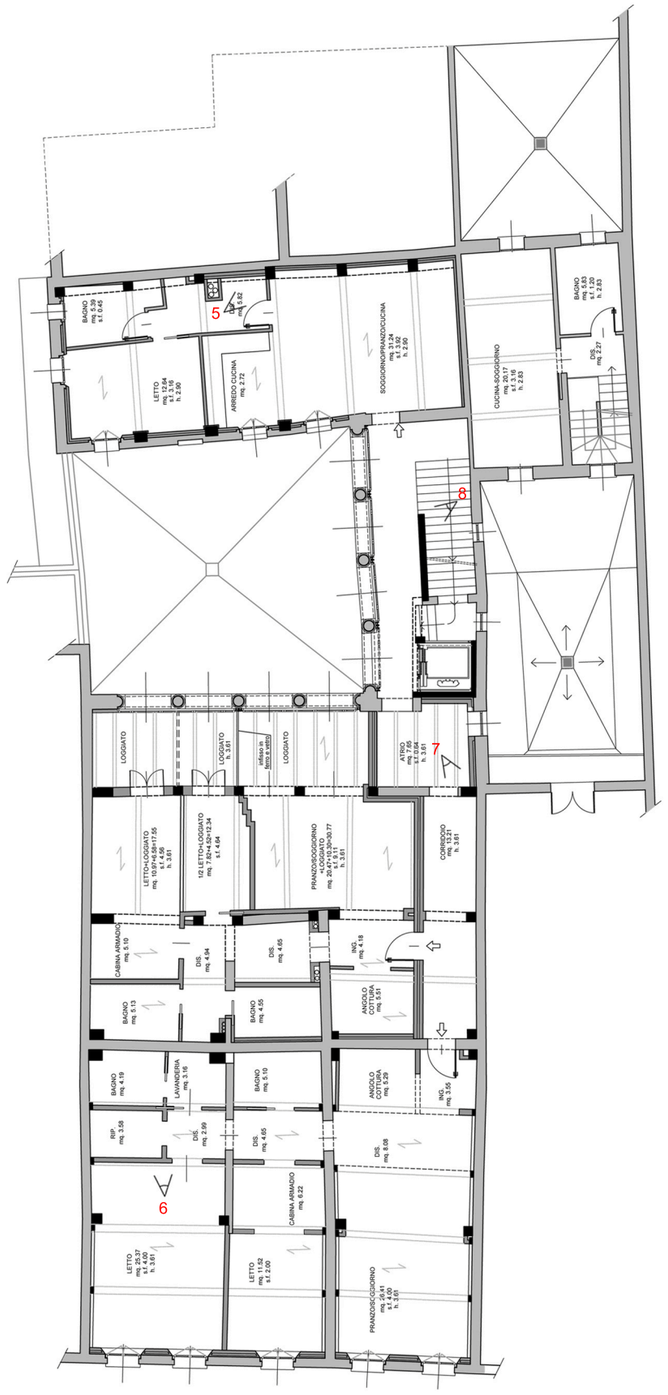
MURATURE DI ELEVAZIONE

ORIZZONTAMENTI

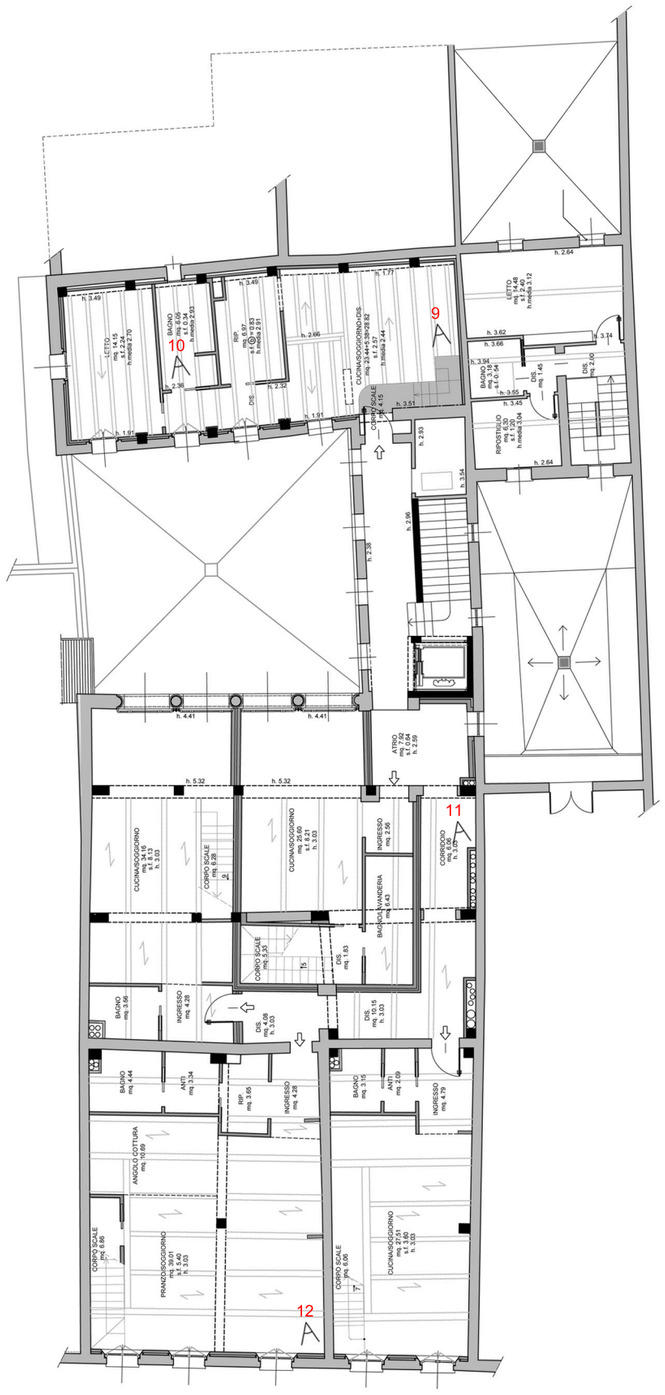
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi



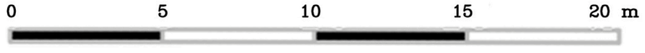
Pianta piano terra

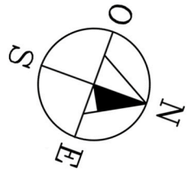


Pianta piano primo



Pianta piano secondo

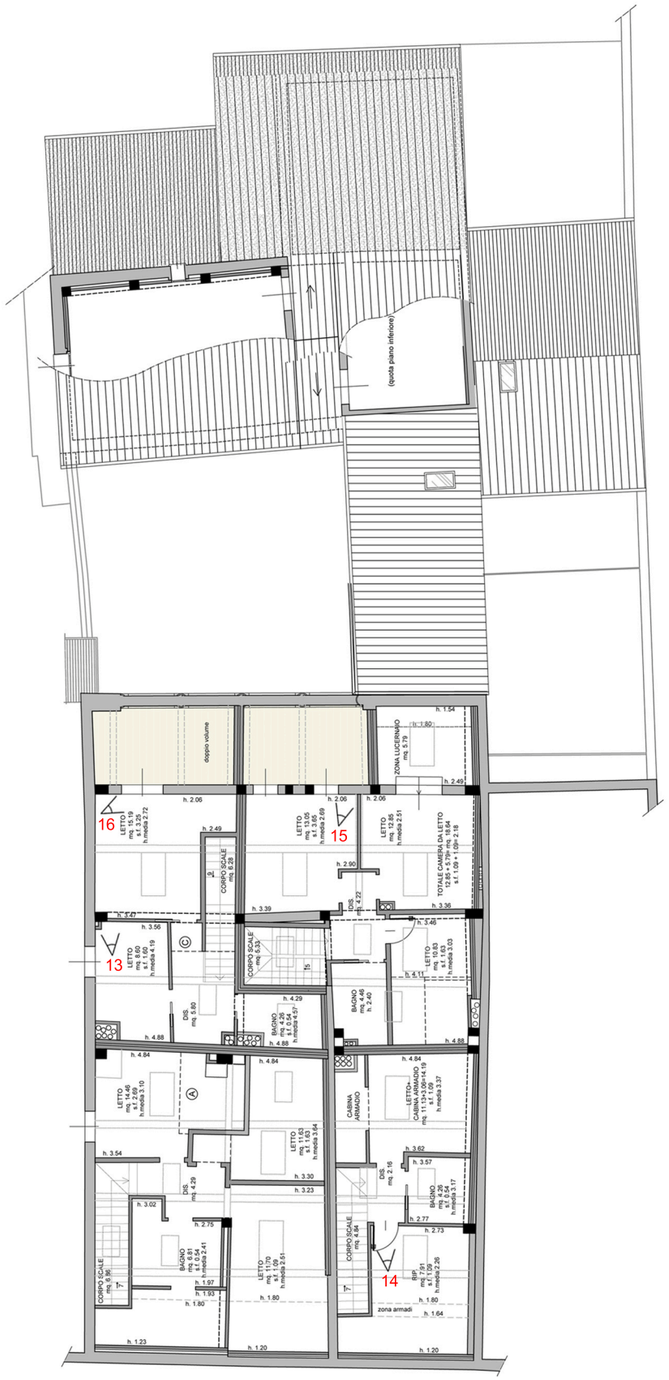




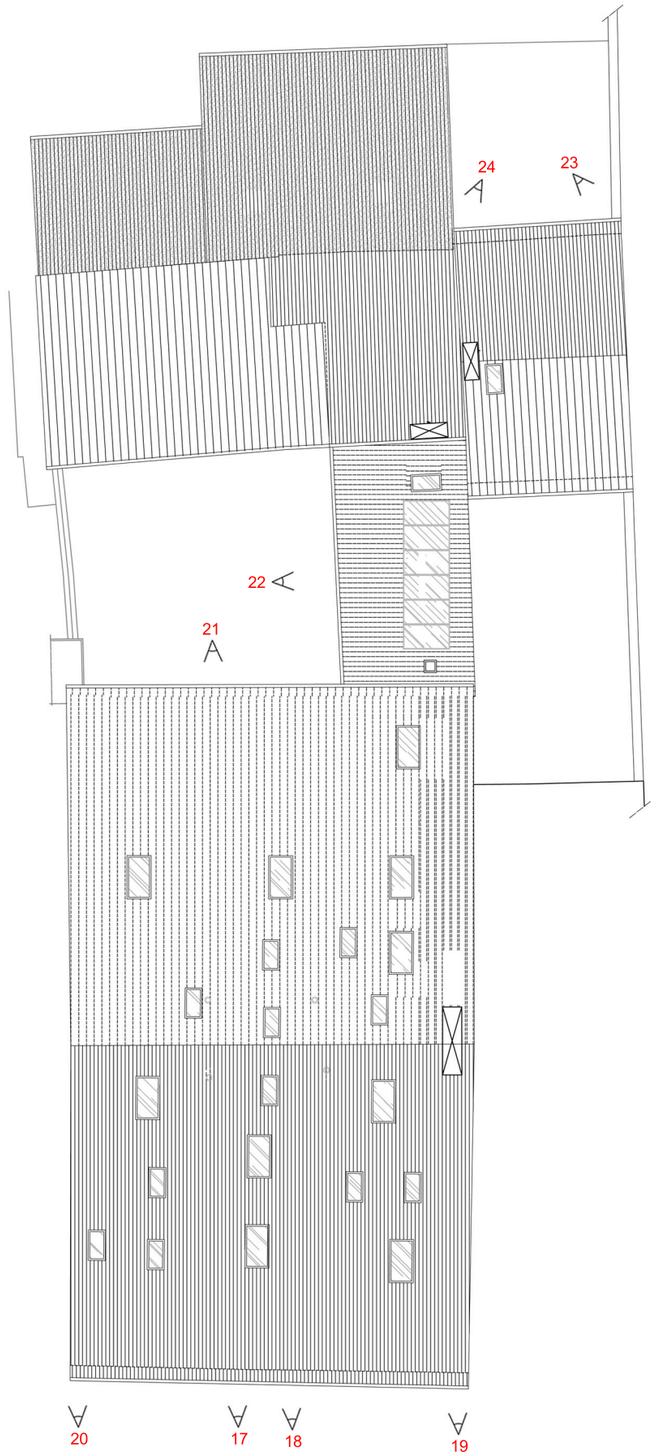
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

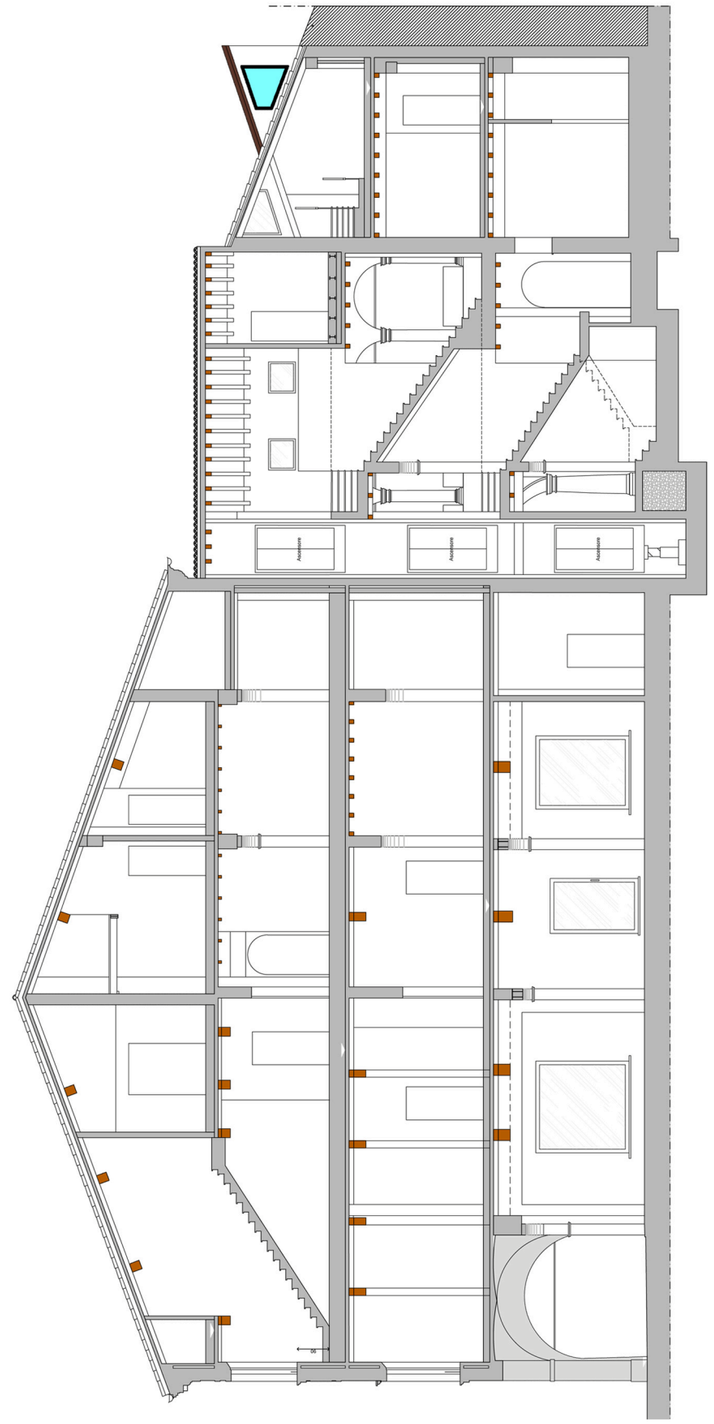
RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “C”



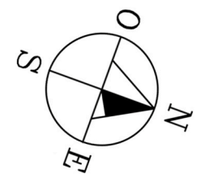
Pianta piano terzo



Pianta delle coperture



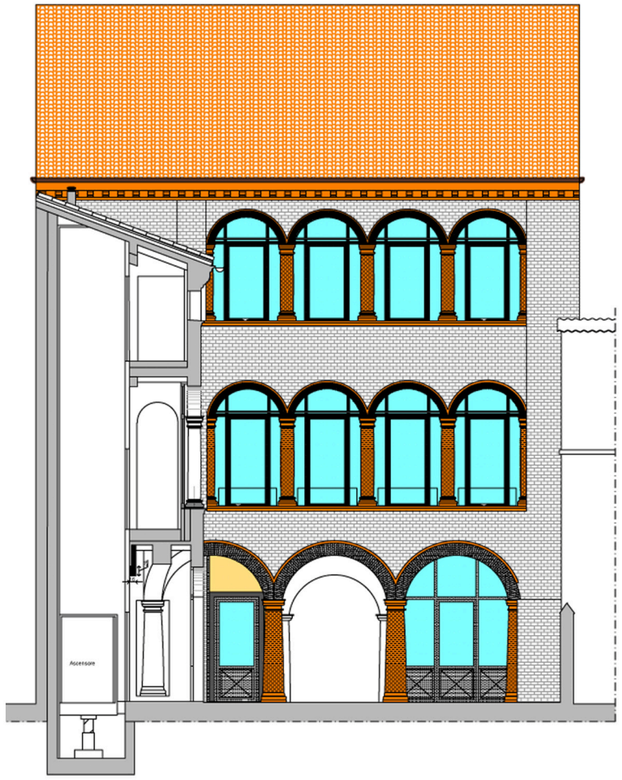
Sezione



0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Prospetto su via G. Pico



Prospetto su corte interna

Prospetto su corte interna

0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANO TERRA

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

PIANO PRIMO

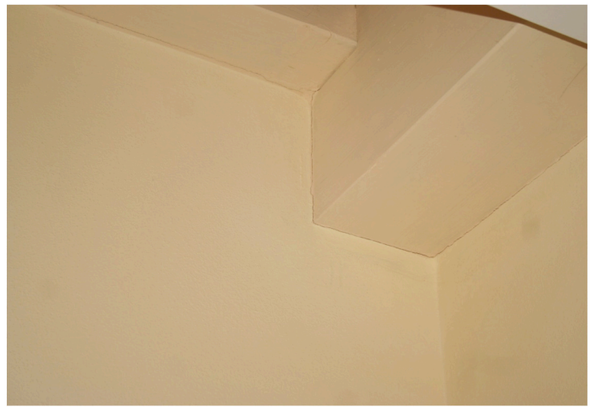


Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

PIANO SECONDO

Foto 9

Foto 10

Foto 11

Foto 12

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

PIANO TERZO

Foto 13

Foto 14

Foto 15

Foto 16

PROSPETTO SU VIA G. PICO

Foto 17

Foto 18

Foto 19

Foto 20

PROSPETTO SU CORTE INTERNA

Foto 21

Foto 22

Foto 23

Foto 24

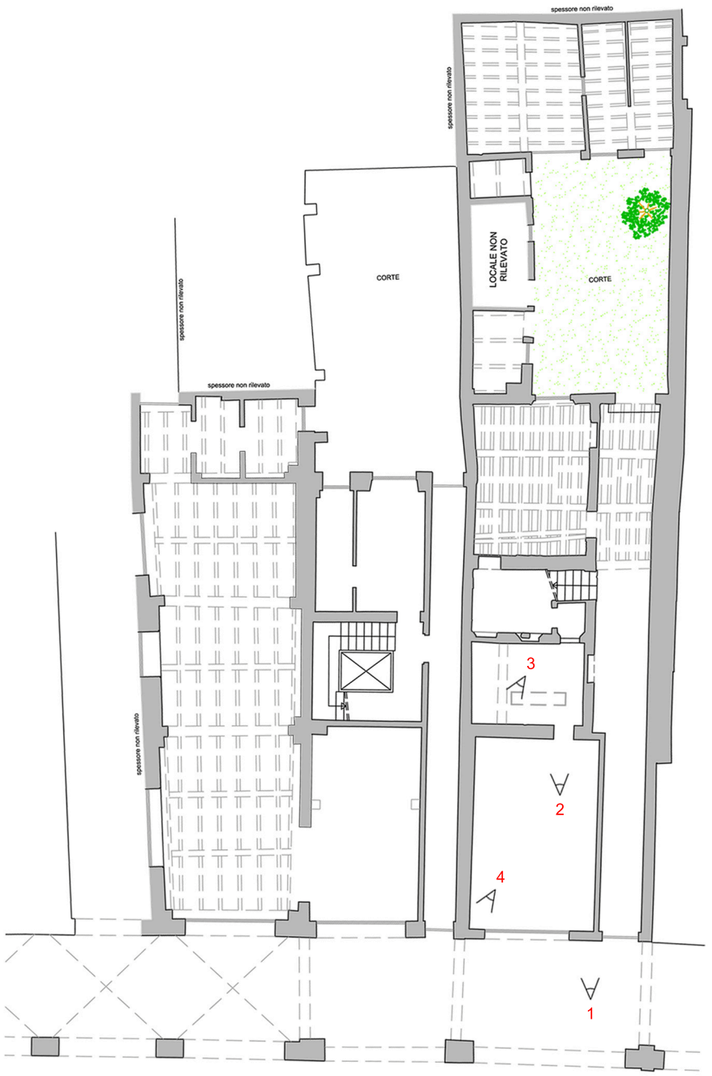
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

COPERTURA

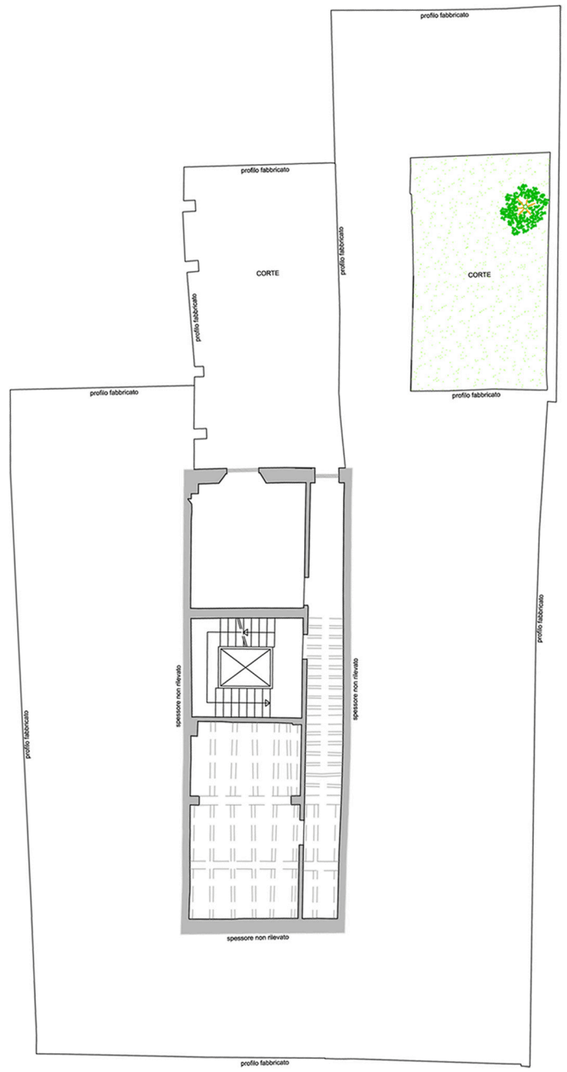
MURATURE DI ELEVAZIONE

ORIZZONTAMENTI

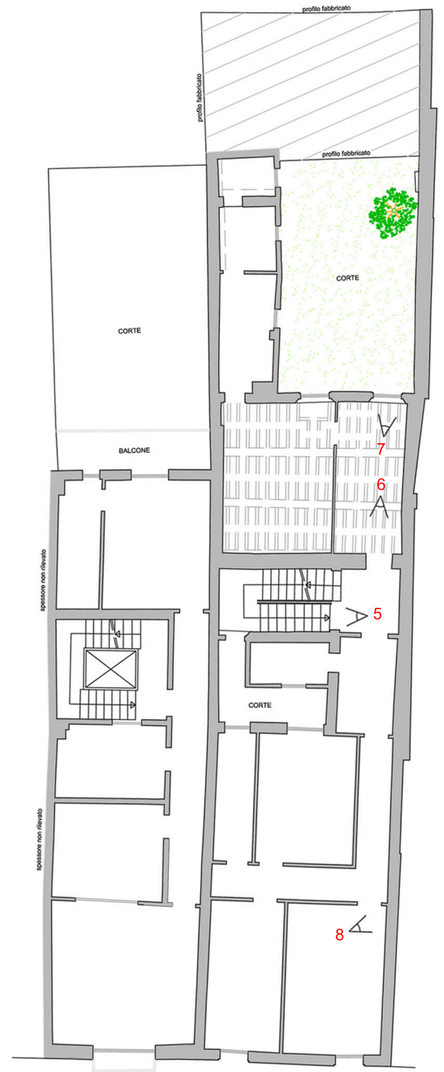
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi



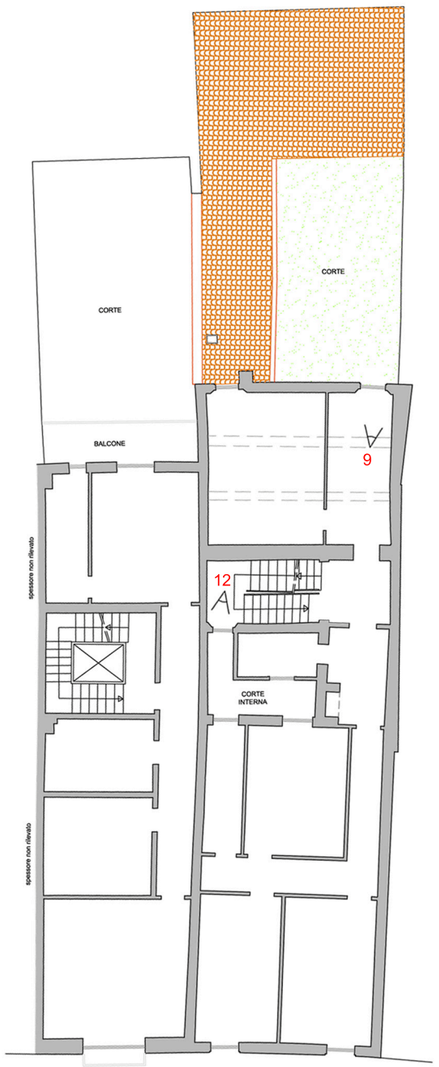
Pianta piano terra



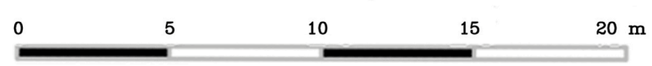
Interpiano terra-primo

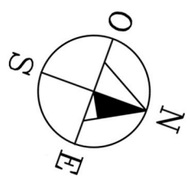


Pianta piano primo

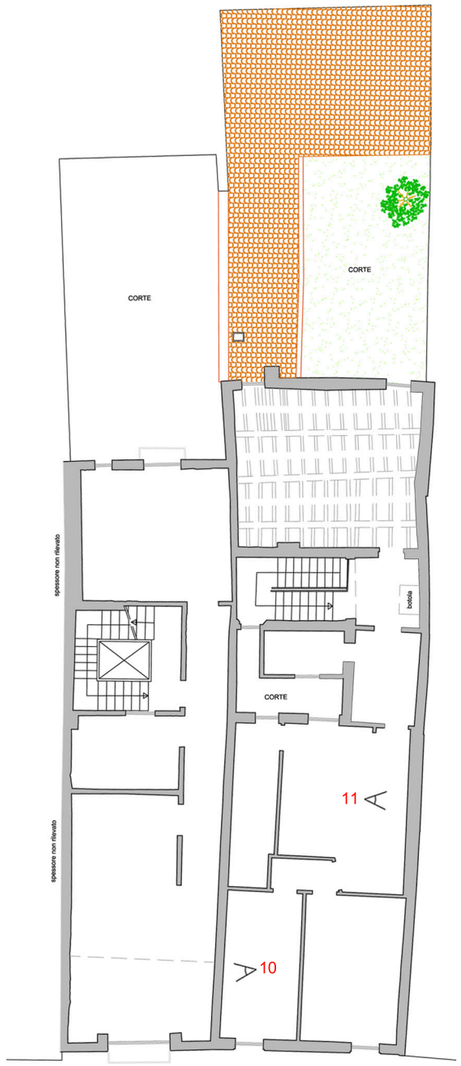


Pianta piano secondo



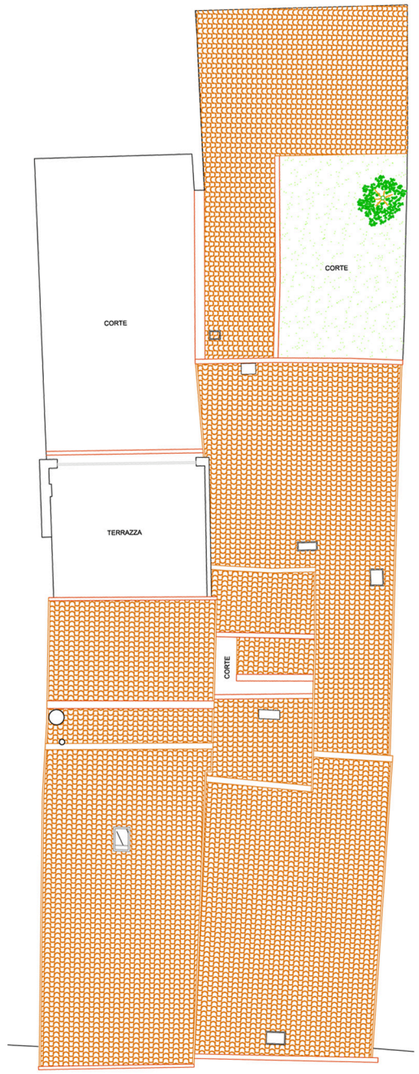


Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

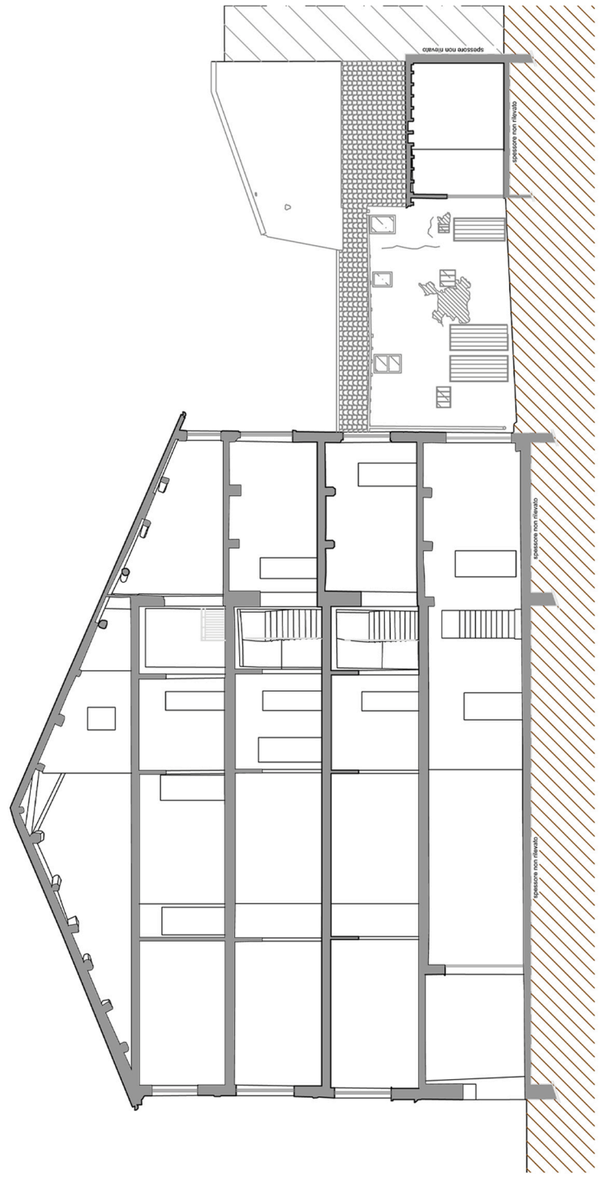


Pianta piano terzo

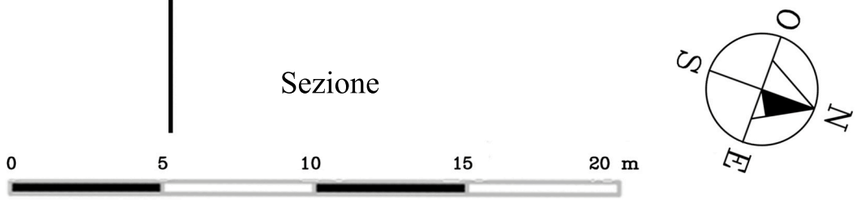
Pianta piano quarto



Pianta delle coperture

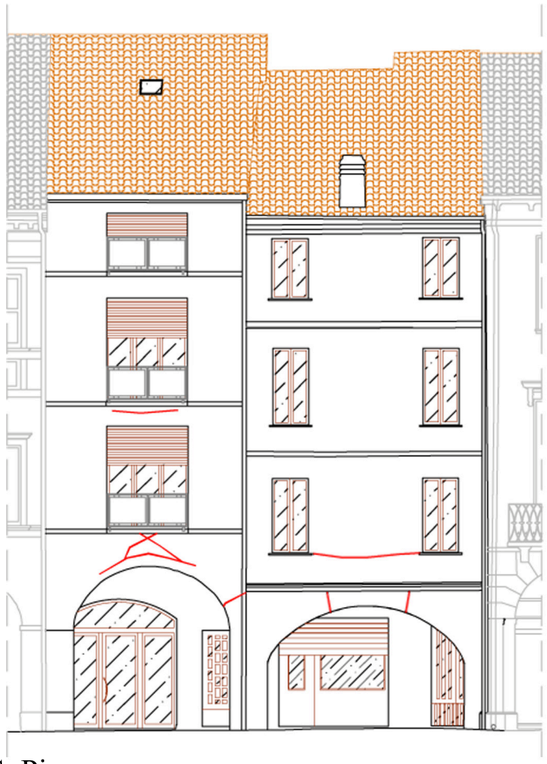


Sezione

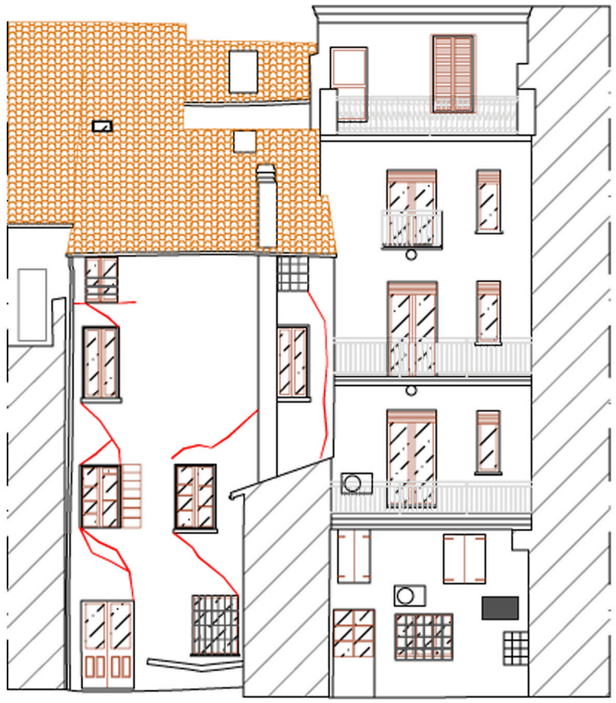


Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

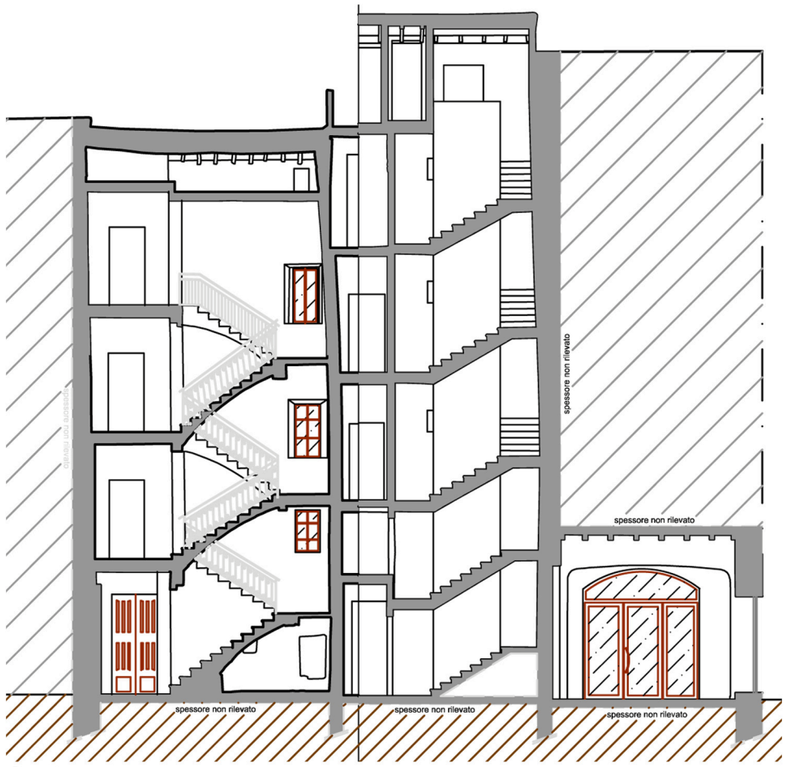
RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO “D”



Prospetto su via G. Pico



Prospetto su corte interna



Sezione

0 5 10 15 20 m

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANO TERRA

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

PIANO PRIMO

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

PIANO SECONDO E TERZO

Foto 9

Foto 10

Foto 11

Foto 12

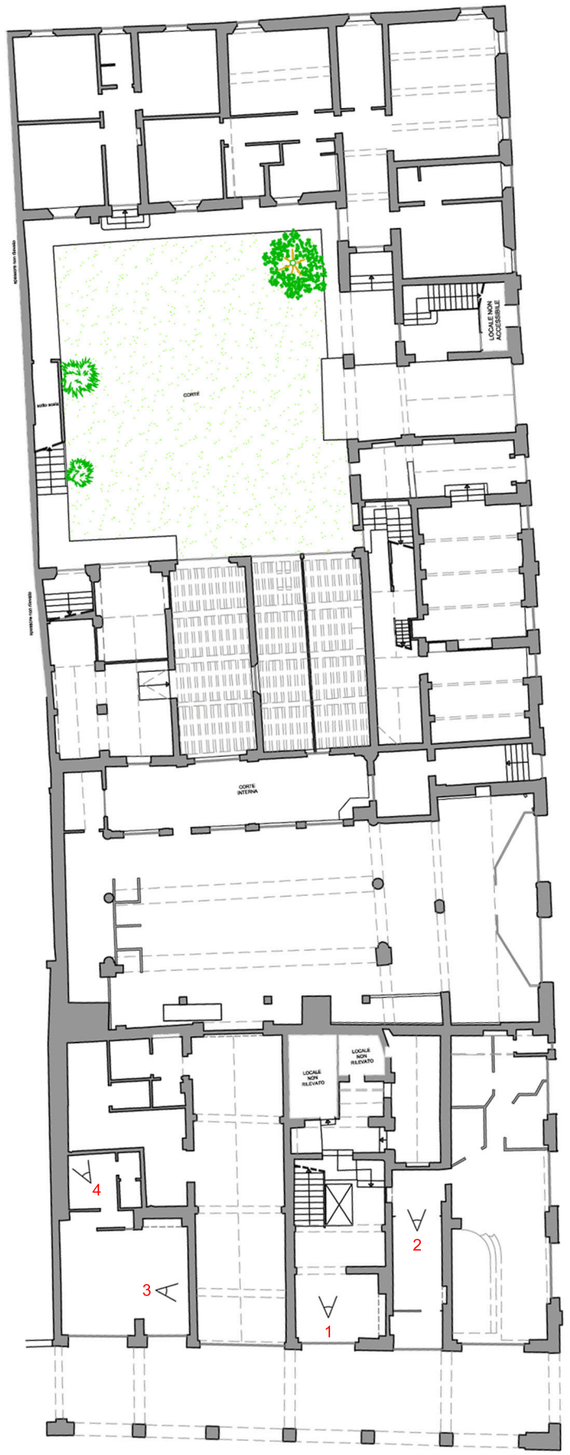
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

COPERTURA

MURATURE DI ELEVAZIONE

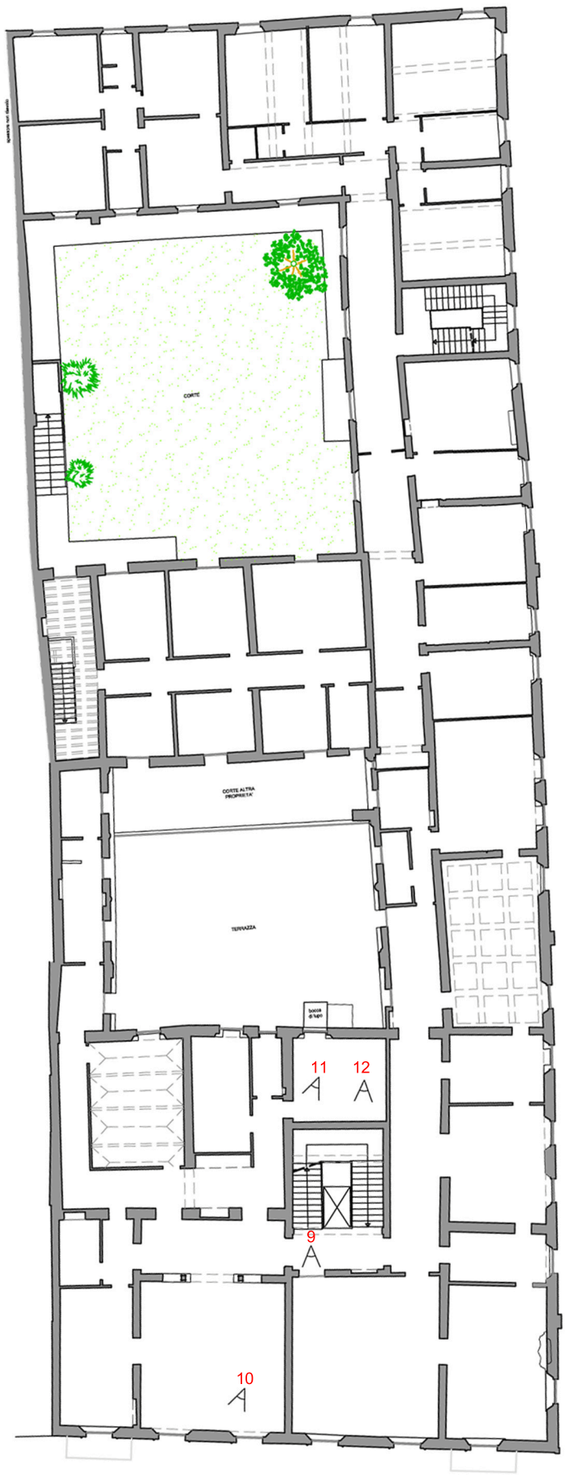
ORIZZONTAMENTI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi



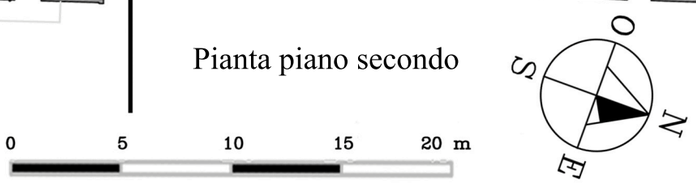
Pianta piano terra

Pianta piano ammezzato



Pianta piano primo

Pianta piano secondo

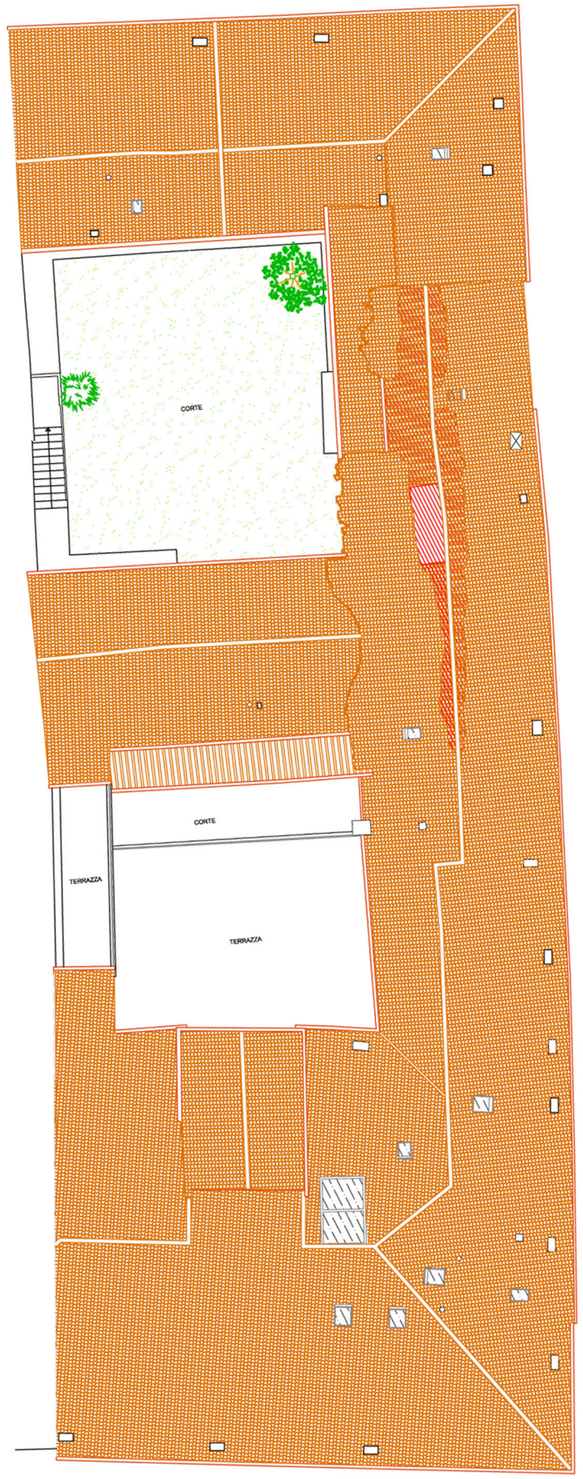


Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

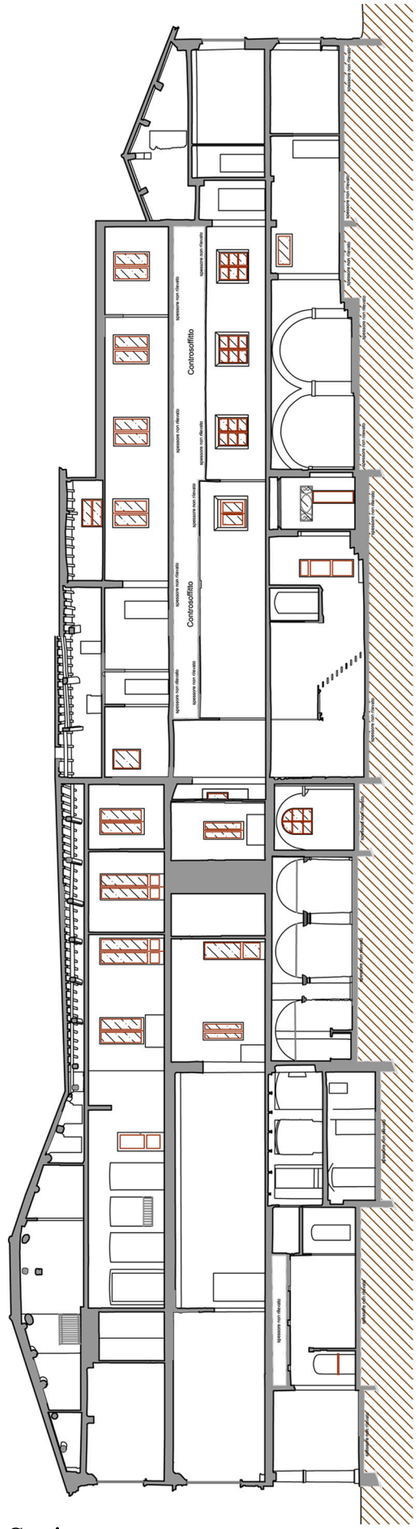
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

RILIEVO DEL DANNO EDIFICIO "E"

Pianta piano terzo



Pianta delle coperture



Sezione

Sezione

Sezione

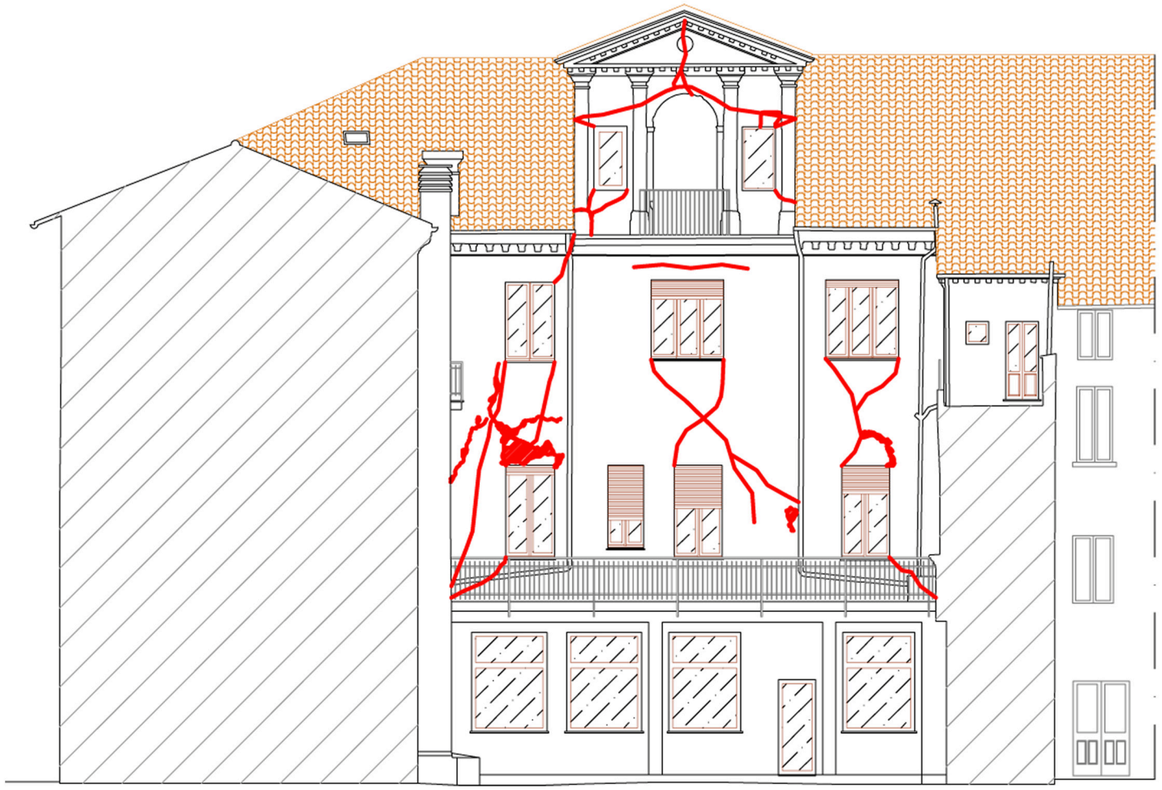
Sezione

0 5 10 15 20 m

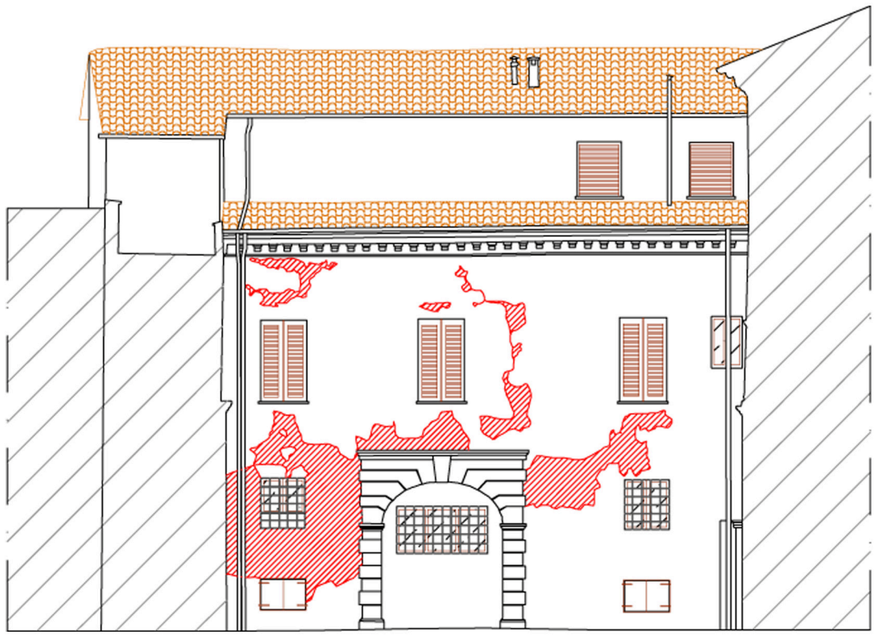
O S N E

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Prospetto su via G. Pico



Prospetto su corte interna

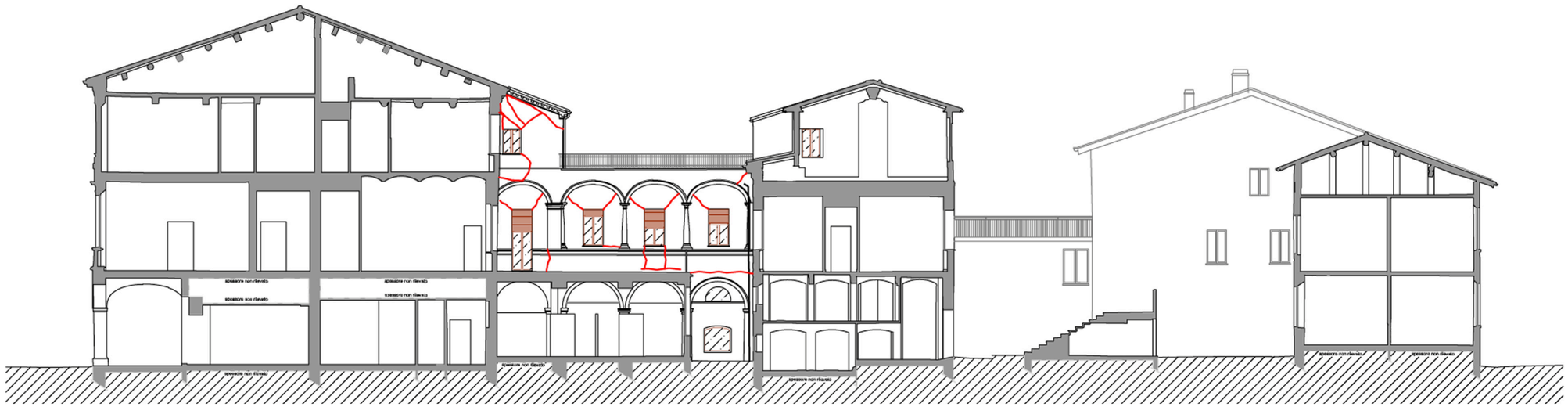


Prospetto su corte interna

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Prospetto su via Savonarola

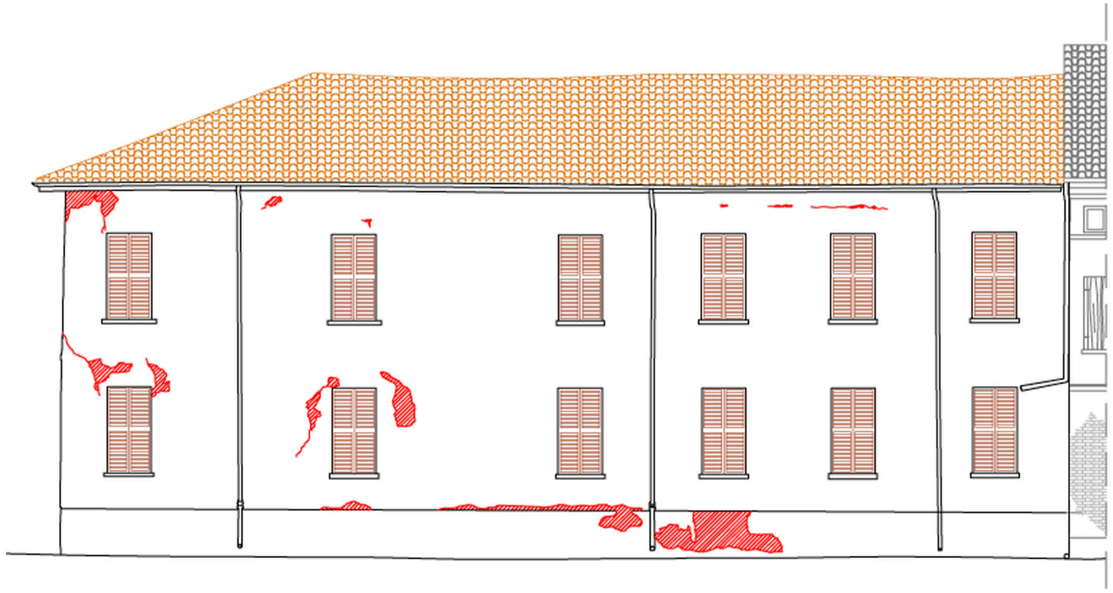
Propsetto su corte interna



Propsetto su corte interna

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura



Prospetto su via Fanti

Prospetto su corte interna

Prospetto su corte interna

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

PIANO TERRA

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

PIANO AMMEZZATO

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

PIANO PRIMO

Foto 9

Foto 10

Foto 11

Foto 12

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

PIANO SECONDO

Foto 13

Foto 14

Foto 15

Foto 16

PIANO TERZO

Foto 17

Foto 18

Foto 19

Foto 20

COPERTURA

Foto 21

Foto 22

Foto 23

Foto 24

Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

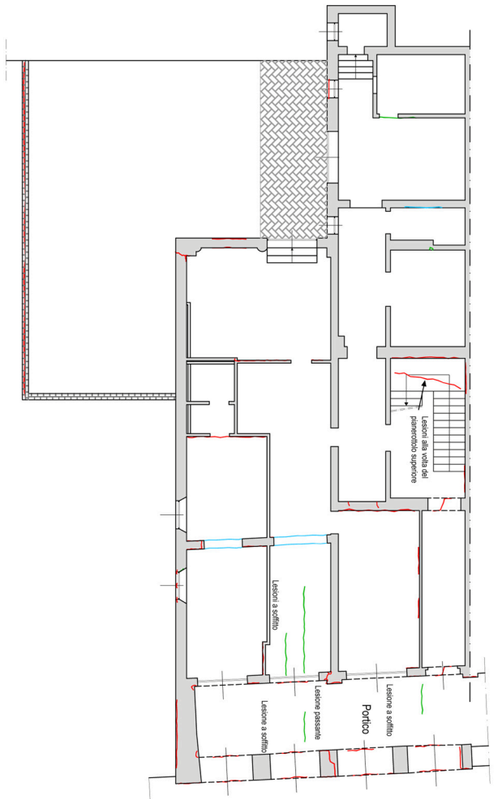
COPERTURA

MURATURE DI ELEVAZIONE

ORIZZONTAMENTI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

EDIFICIO A

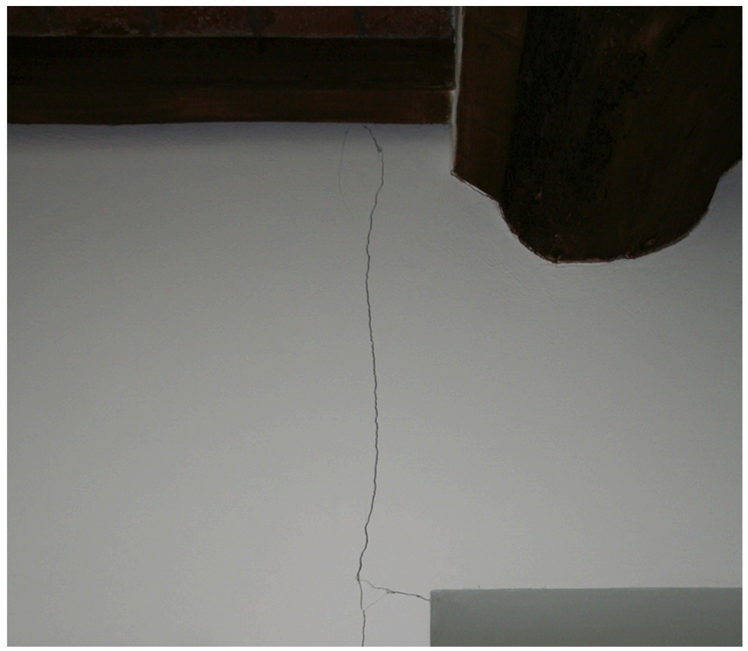


Pianta piano terra

DANNEGGIAMENTI E VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI:

- Lesioni sui tamponamenti connesse a una muratura in mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e composta da diverse tipologie di laterizi.
- Lesioni negli angoli degli ambienti interni dovute alla assenza di ammorsamenti tra le due pareti.
- Lesioni a taglio tra le aperture causate dallo scarso dimensionamento dei maschi murari.
- Lesioni provocate dall'appoggio delle travi degli orizzontamenti sui tamponamenti verticali.
- Presenza di solai realizzati in diversi periodi e con differenti tipologie costruttive.
- Lesioni causate dalla presenza di una porzione della copertura di tipo spingente.

IMMAGINI RELATIVE ALLE VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI



EDIFICIO B

Pianta piano terra

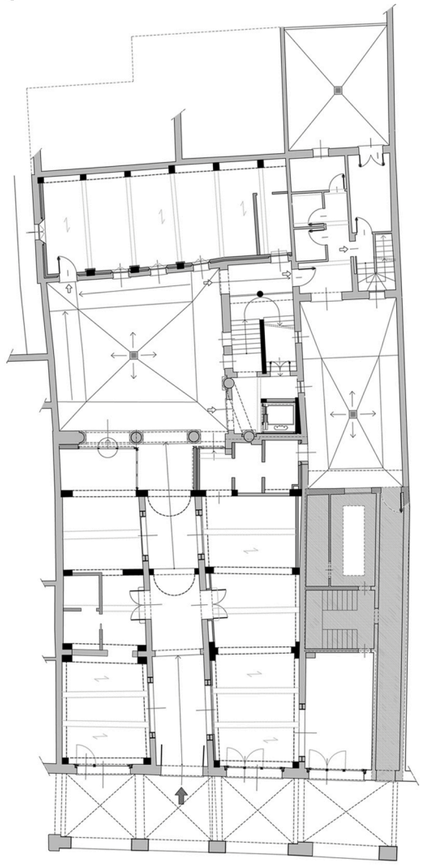
DANNEGGIAMENTI E VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI:

- Lesioni sui tamponamenti connesse a una muratura in mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e composta da diverse tipologie di laterizi.
- Lesioni negli angoli degli ambienti interni dovute alla assenza di ammorsamenti tra le due pareti.
- Lesioni a taglio tra le aperture causate dallo scarso dimensionamento dei maschi murari.
- Lesioni provocate dall'appoggio delle travi degli orizzontamenti sui tamponamenti verticali.
- Presenza di solai realizzati in diversi periodi e con differenti tipologie costruttive.
- Crolli causati dal sottodimensionamento delle parti portanti di alcuni solai.
- Cattivo stato di manutenzione delle travi in legno degli impalcati.

IMMAGINI RELATIVE ALLE VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

EDIFICIO C



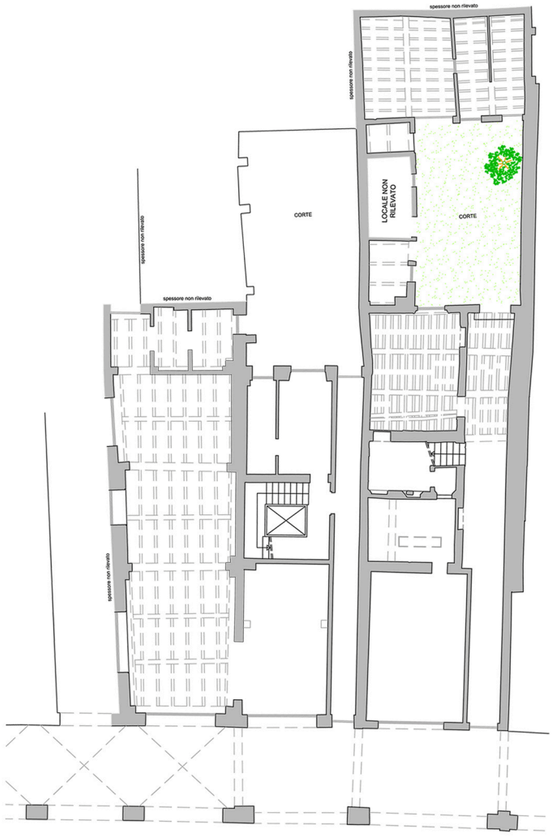
Pianta piano terra

DANNEGGIAMENTI E VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI:

- Lesioni sui tamponamenti connesse a una muratura in mattoni pieni composta da diverse tipologie di laterizi.
- Lesioni negli angoli degli ambienti interni dovute alla assenza di ammorsamenti tra le due pareti.
- Lesioni a taglio tra le aperture causate dallo scarso dimensionamento dei maschi murari.
- Lesioni provocate dall'appoggio delle travi degli orizzontamenti sui tamponamenti verticali.
- Presenza di solai realizzati in diversi periodi e con differenti tipologie costruttive.
- Lesioni nei punti di contatto tra materiali con rigidezza diversa.

IMMAGINI RELATIVE ALLE VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI

EDIFICIO D



Pianta piano terra

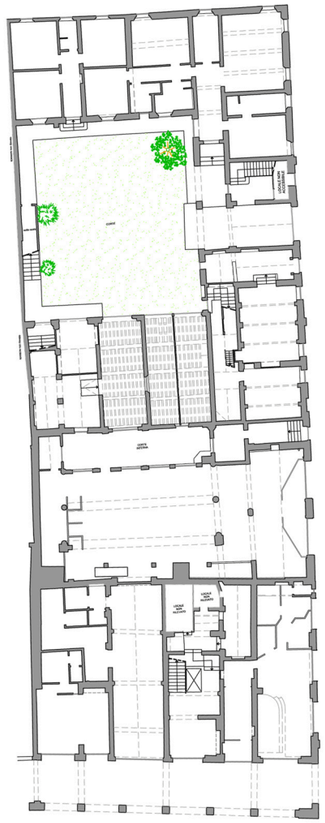
DANNEGGIAMENTI E VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI:

- Lesioni sui tamponamenti connesse a una muratura in mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e composta da diverse tipologie di laterizi.
- Lesioni negli angoli degli ambienti interni dovute alla assenza di ammorsamenti tra le due pareti.
- Lesioni a taglio tra le aperture causate dallo scarso dimensionamento dei maschi murari.
- Lesioni provocate dall'appoggio delle travi degli orizzontamenti sui tamponamenti verticali.
- Presenza di solai realizzati in diversi periodi e con differenti tipologie costruttive.

IMMAGINI RELATIVE ALLE VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi

EDIFICIO E



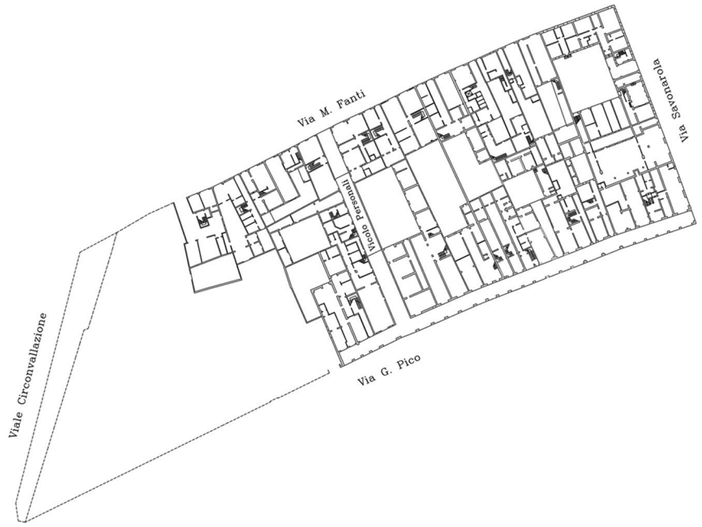
Pianta piano terra

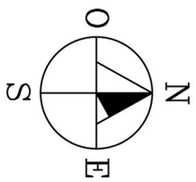
DANNEGGIAMENTI E VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI:

- Lesioni sui tamponamenti connesse a una muratura in mattoni pieni legati tra loro con scarsa quantità di malta e composta da diverse tipologie di laterizi.
- Lesioni negli angoli degli ambienti interni dovute alla assenza di ammorsamenti tra le due pareti.
- Lesioni a taglio tra le aperture causate dallo scarso dimensionamento dei maschi murari.
- Lesioni provocate dall'appoggio delle travi degli orizzontamenti sui tamponamenti verticali.
- Presenza di solai realizzati in diversi periodi e con differenti tipologie costruttive.
- Lesioni causate dalla presenza di una porzione della copertura di tipo spingente.

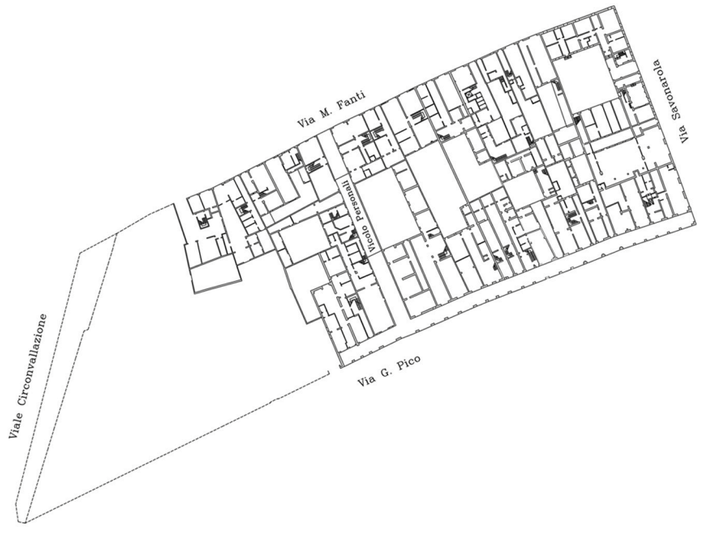
IMMAGINI RELATIVE ALLE VULNERABILITA' PIU' FREQUENTI

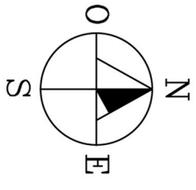
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura
Tesi di Laurea in Architettura tecnica II
a cura di Lorenzo Sgarbi





VISTA DELL'ISOLATO SU VIA G. PICO





VISTA DELL'ISOLATO SU VIA M. FANTI

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Scuola di Ingegneria e Architettura
Dipartimento di Architettura - Corso di Laurea in Ingegneria Edile/Architettura

Un sentito ringraziamento al Professore Giovanni Mochi, per la grande disponibilità, e per tutto l'insegnamento che mi ha donato per ottenere il raggiungimento di questo importante traguardo.

Desidero ringraziare la mia famiglia che mi ha sempre appoggiato e incoraggiato nelle mie scelte e mi ha permesso di portare a termine questo percorso.

Un ringraziamento speciale ad Ana Laura per essermi sempre stata vicina e per avermi incoraggiato e sostenuto in ogni momento e prima di ogni esame.

Desidero inoltre ringraziare i miei compagni di corso con cui ho condiviso tantissime esperienze in questi anni.