UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI: L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

FORMER SOCIAL WINERY IN CARPI: THE USE OF BIM IN THE MANAGEMENT OF SURVEY, STRUCTURAL CHECKS AND PROPOSAL FOR FUNCTIONAL REUSE.

Relatore:
Chiar.ma Prof.ssa Chiara Vernizzi

Correlatore:
Chiar.mo Prof. Roberto Cerioni

Tesi di Laurea Magistrale di
Marco Ascari

Anno Accademico 2018/2019

SOMMARIO

1 LA CANTINA SOCIALE DI CARPI

1.1 Inquadramento 5

1.2 La Storia 7

1.2.1 La nascita della Cantina Sociale di Carpi (1903 - 1923) 7

1.2.2 L'architetto Alfio Guaitoli (Carpi, 1898 – Torino, 1939) 7

1.2.3 La sede della Cantina Sociale di Carpi (1923) 8

1.2.4 I primi ampliamenti (1929 – 1951) 11

1.2.5 Le modifiche e i nuovi capannoni (1951 – 1953) 14

1.2.6 Le ristrutturazioni e sopraelevazioni (1953 – 1993) 17

1.2.7 Il trasferimento delle attività (2003 - 2005) 29

1.2.8 La demolizione dei capannoni (2005 - 2006) 39

1.2.9 Il Piano Particolareggiato dell'ex Cantina di Carpi 43

1.2.10 Ritrovamento fondazioni antiche mura 49

1.2.11 Stato di fatto post-demolizione 55

2 IL RILIEVO

2.1 Le indagini 63

2.1.1 Inquadramento e sopralluogo 63

2.1.1.1 Relazione ambientale 66

2.1.1.2 Relazione geologico-geotecnica 66

2.1.1.3 Relazione tecnica quercia 67

2.1.2 Rilevamenti in situ 73

2.1.2.1 Strumenti e metodi di indagine 73

2.1.2.2 Rilevamenti edificio in Via E. De Amicis, 1 74

2.1.2.3 Rilevamenti edificio in Via L. Ariosto, 13D 79

2.1.2.4 Rilevamenti recinzione del comparto 83

2.2 La Restituzione 85

2.2.1 Metodi e strumenti di restituzione 85

2.2.2 Impostazione del procedimento di restituzione 86

2.2.2.1 Raddrizzamenti prospetti 87
2.2.2.2 Definizione livelli 90
2.2.2.3 Organizzazione browser di progetto di Revit 93
2.2.2.4 Orientamento: Nord reale e Nord di progetto 93
2.2.2.5 Materiali e spessori 94
2.2.2.6 Creazione legenda di riferimento 102
2.2.3 Procedura di restituzione grafica 103
2.2.3.1 Considerazioni preliminari per la restituzione 103
2.2.3.2 Procedura di restituzione per l'edificio in Via E. De Amicis 1 104
2.2.3.3 Procedura di restituzione per l'edificio in Via L. Ariosto 13d 111
2.2.3.4 Procedura di restituzione dell'intero comparto 117
2.2.4 Elaborati grafici 120
2.2.4.1 Metodo di redazione delle tavole 120
2.2.4.2 Descrizione stato di fatto 121
Elaborati stato di fatto 125

3 IL PROGETTO

3.1 Il progetto di intervento sull'edificio in Via E. De Amicis 197
3.1.1 Risanamento conservativo 197
3.1.1.1 Risanamento energetico 197
3.1.1.2 Risanamento impianti 199
3.1.2 Interventi di progetto 199
3.1.2.1 Operazioni previste per il Piano Terra 200
3.1.2.2 Operazioni previste per il Piano Primo 202
3.1.2.3 Operazioni previste per il Piano Secondo 203
3.1.2.4 Procedura di restituzione del progetto per il Piano Secondo 205
3.1.2.5 Progetto di Sistemazione area cortiliva 209
3.1.2.6 Elaborati tecnici e grafici 210
Elaborati stato di progetto 213

4 ANALISI DELLA MURATURA DELL'EDIFICIO

4.1 La muratura 247

4.2 Le classificazioni delle murature 247

4.3 Analisi muratura dell'edificio 247

4.3.1 Fondazioni 248

4.3.2 Muri perimetrali e di spina 250

4.4 Classificazione GNDT – CNR 251

4.4.1 Classificazione muri (GNDT – CNR) 253

4.5 La Qualità Muraria e l'IQM 257

4.5.1 Determinazione dell'IQM 257

4.5.2 Determinazione dell'IQM dei muri perimetrali 258

4.5.3 Determinazione dell'IQM dei muri di spina 267

4.6 Determinazione dei parametri meccanici della muratura 271

4.6.1 Determinazione dei parametri meccanici dei muri dell'edificio 274

4.6.2 Correlazione tra parametri meccanici e IQM 276

5 CALCOLO DELLA SCALA

5.1 Analisi scala esistente 279

5.2 Descrizione progetto scala 303

5.3 Caratteristiche dei materiali 315

5.4 Dimensionamento rampe e pianerottoli 317

5.5 Analisi dei carichi 318

5.5.1 Carichi permanenti 318

5.5.2 Sovraccarichi 334

5.6 Analisi e Verifica della scala agli Stati Limite Ultimi 336

5.6.1 Analisi delle sollecitazioni 336

5.6.2 Predimensionamento delle armature 348

5.6.3 Verifica agli Stati Limite Ultimi 350

5.6.3.1 Verifica per flessione SLU 350

5.6.3.2 Verifiche Sforzo Normale e Momento Flettente SLU 352
5.6.3.3 Verifiche Sforzo di Taglio SLU 355
5.7 Analisi e Verifica della scala agli Stati Limite di Esercizio 357
5.7.1 Limitazione stato di tensione 357
5.7.2 Limitazione stato di fessurazione 375
5.7.3 Limitazione stato di deformazione 378
5.8 Tracciato delle armature 379

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE
6.1 Considerazioni riguardo il BIM 387
6.2 Considerazioni riguardo Autodesk Revit 387
6.3 Interoperabilità del software 390

1 La Cantina Sociale di Carpi

1.1 Inquadramento

L'ex Cantina Sociale di Carpi è situata tra Via Edmondo De Amicis e Via Ludovico Ariosto, ricoprendo una vasta area ai margini del centro storico di Carpi, in provincia di Modena.
L'area, interamente recintata, occupa una superficie fondiaria complessiva di circa 10130 m^2.
La proprietà attualmente è in stato di abbandono a seguito del trasferimento di tutte le attività presso la nuova sede nella periferia della città nel settembre 2003 e della parziale demolizione dei fabbricati.
All'interno della zona sono ancora presenti due edifici in muratura vincolati dal Comune di Carpi per la particolare valenza storica e architettonica: una villa padronale in stile liberty che si affaccia direttamente su Via Edmondo De Amicis e una villetta in stile liberty con accesso dal cancello principale sito in Via Ludovico Ariosto, 13d. All'interno della recinzione è presente un'altra struttura fuori terra in disuso, costruita con funzione di centrale elettrica dell'area a ridosso della cabina della società elettrica in Via E. De Amicis. Di peculiare rilevanza è l'imponente quercia secolare presente nella proprietà, per la quale fu redatto un piano di manutenzione e norme da attuare per la salvaguardia dell'esemplare. La restante superficie libera sottoposta a prolungata incuria è invasa da sterpaglie e vegetazione spontanea sempre più irrompente ed invasiva.

Fig. 1.1 – Inquadramento della posizione dell'ex Cantina Sociale di Carpi.

Fig. 1.2 – Inquadramento dell'area dell'ex Cantina di Carpi. A: villa padronale in stile liberty affacciata sul Via E. De Amicis (1923); B: villetta in stile liberty con accesso dal cancello su Via L. Ariosto (1903); C: quercia secolare protetta; D: ex centrale elettrica della cantina.

Fig. 1.2 – Inquadramento dell'area dell'ex Cantina di Carpi con vista inclinata in 3D di Google Earth.

1.2 La Storia

1.2.1 La nascita della Cantina Sociale di Carpi (1903 - 1923)

Agli inizi del 1900 la minaccia di una crisi vinicola turbava l'animo di tutti i viticoltori. A Carpi, il Dott. Alfredo Molinari propose l'istituzione di una società civile, che insieme alla cooperazione di alcuni viticoltori, avrebbe permesso la completa solidarietà fra gli associati, con responsabilità illimitata di fronte a terzi e garanzia di affidamento: nacque così la Cantina Sociale di Carpi, fondata nel 1903, con il compito di trasformare l'uva dei soci in vino, svolgendo tutti i processi di lavorazione al suo interno.
Nell'archivio storico non si è trovato il progetto originale di costruzione della cantina poiché, essendo collocata a Nord-Est della città, fuori dalle mura dell'epoca, non si era tenuti a presentarlo. Nella planimetria disegnata nel 1914 dall'Ing. Canevazzi, la Cantina si presenta con una pianta articolata. Inizialmente era costituita da due padiglioni per la lavorazione disposti ad angolo e da due edifici in stile neorinascimentale collegati ai padiglioni.
Il primo di questi è situato nella parte a nord della cantina e fu costruito nel 1903, ancora presente nell'area: una villetta di forma quadrata, utilizzata come abitazione del custode e uffici. Essa si presentava già con due piani fuori terra, in muratura a vista e l'elemento architettonico caratterizzante era la finestra a bifora. La proporzione fra la struttura architettonica e le decorazioni, donavano all'edificio un aspetto elegante e dignitoso che manifestava il desiderio di prestigio della Cantina.
Il secondo edificio, non più presente nell'area, era a un solo piano fuori terra e collegato anch'esso con la cantina, presentando il medesimo apparato decorativo. Al piano terra il prospetto era ritmato dalla successione delle paraste con piccole aperture di forma rettangolare, mentre il primo piano era illuminato da quattro aperture ad arco poste nel prospetto Nord.
Dopo la trasformazione in Cooperativa avvenuta nel 1918, l'amministrazione pubblica nel 1923 sollecitò la Cantina Sociale a promuovere qualche lavoro edilizio, in modo da poter dare lavoro agli operai edili che erano disoccupati a causa della grave crisi che investì il paese. Si decise di promuovere la costruzione di una palazzina per uffici, conferenze ed abitazioni con affaccio diretto su Viale E. De Amicis. Il 9 aprile 1923 la Cantina presentò alla commissione edilizia un progetto per la nuova sede amministrativa realizzato dall'Arch. Alfio Guaitoli, che divenne nel tempo il simbolo caratteristico della Cantina di Carpi.

1.2.2 L'architetto Alfio Guaitoli (Carpi, 1898 – Torino, 1939)

Alfio Guaitoli nacque a Carpi, in provincia di Modena, il 12 novembre 1898 da Carlo, capomastro muratore, e Tirelli Carmelina. Nel 1921, consegue il diploma di professore di Disegno architettonico presso il Regio Istituto di Belle Arti di Modena.
Negli anni a seguire l'architetto ha costruito case popolari a Soliera di Modena e a Carpi, case coloniche nella periferia e svariate palazzine nel centro città. Ha curato i restauri della settecentesca Villa Benassi a S. Croce di Carpi e realizzato il progetto della nuova sede della Cantina Sociale in Viale E. De Amicis nel 1923.

L'Arch. Guaitoli si trasferì a Torino nel 1924 dove si occupò di svariatissimi temi edilizi, di restauri a monumenti storici, di arredamento, di costruzioni popolari e rurali, ottenendo la regolare iscrizione nell'Albo degli Architetti del Piemonte nel 1929.
Da documenti storici si apprende che Alfio Guaitoli mantenne un costante rapporto con Carpi e con l'ambiente culturale della città, anche dopo il trasferimento, pubblicando una monografia su l'arte della scagliola a Carpi nel XVII e XVIII sec. e diversi articoli di argomento urbanistico tra il 1922 e il 1925.
Nel 1935 fu invitato a presentare un progetto per il risanamento edilizio di Carpi, che non fu attuato ma che si conserva presso l'archivio storico della città.
Dopo aver firmato anche il progetto per la Colonia Marina di Massa, realizzata nel 1938, Alfio Guaitoli morì a Torino il 5 settembre 1939.

1.2.3 La sede della Cantina Sociale di Carpi (1923)

Il 10 aprile 1923 l'Arch. Alfio Guaitoli depositò in comune il progetto del nuovo edificio per la direzione della Cantina Sociale Cooperativa di Carpi.
Nell'archivio storico comunale di Carpi sono conservate le tavole di progetto originali per la nuova sede, dalle cui sezioni orizzontali, verticali e prospetti si può analizzare la concezione originale dell'opera.
La palazzina all'epoca della costruzione appariva esternamente molto simile allo stato di fatto attuale poiché negli anni le modifiche si sono limitate al restauro dei decori e degli intonaci, preservando l'impronta stilistica del progettista.
L'edificio si presentava in stile neorinascimentale a pianta pressoché quadrata. Nella facciata principale la struttura muraria a vista, era nascosta al piano primo dalle decorazioni pittoriche a disegno astratto, mentre al piano terra era confusa dalla disposizione quasi casuale di pietre in marmo e pseudo ricuciture murarie. Le cornici delle bifore e del portone al piano terra si presentavano in parte in marmo e in parte in cotto.
Analizzando le sezioni orizzontali del piano terra si nota che la distribuzione interna dei vani si sviluppava attorno all'atrio centrale che collegava l'ingresso principale su Viale E. De Amicis con l'uscita sul retro rivolta al cortile interno della cantina. Il pian terreno era stato progettato per uso uffici, prevedendo ampie stanze e saloni per l'amministrazione e le assemblee dei soci della cantina.
Data la funzione strutturale portante di tutti i muri interni fino alla copertura, il piano primo seguiva obbligatoriamente la distribuzione con grande atrio centrale e vani ricavati attorno approssimativamente simmetrici. L'uso di progetto del piano primo era abitativo e prevedeva appunto cucina, sala da pranzo, camere e un bagno molto angusto al termine dell'atrio.
L'edificio prevedeva già all'epoca un ulteriore piano, non presente nella documentazione storica: un sottotetto con utilizzo a ripostiglio senza alcun tipo di finiture che terminava in corrispondenza della copertura, realizzata con sistema di travi e travetti in legno a quattro spioventi, appoggiati ai muri esterni ed interni, con copertura di coppi in cotto.
Dato che la scala principale nel progetto originale collegava soltanto il piano terra al piano primo, si prevedeva il collegamento tra piano primo e sottotetto tramite una scala retrattile a soffitto, ricavata in un vano in fondo all'atrio centrale, simmetricamente al bagno.

IBM – csmenu – N. 539 comune di Carpi
megaron
studio di architettura
via mazzini 25 carpi

ARCHIVIO STORICO – COMUNALE
regesto documenti di edifici storici

SCHEDA N° 551

ARCHIVIO
LAVORI PUBBLICI

collocazione archivistica
CAT. 10 CL. 11
FASC. 3 P.G. 1966

data documento
10.04.1923

UBICAZIONE ANTICA :
via le DE AMICIS n°

UBICAZIONE ATTUALE : zona stat. N° 10 isolato 5 U.E. 10
via DE AMICIS n° 14 - 16 - 16

INTESTATARI :
CANTINA SOCIALE COOPERATIVA DI CARPI

EDIFICIO AD USO: RESIDENZA e UFFICI

OGGETTO:

1 ☒ nuova costruzione
2 ☐ restauri e manutenzione interni ed esterni
3 ☐ modifiche di facciata
4 ☐ sopraelevazione di edificio esistente
5 ☐ tinteggiatura di facciata esterna
6 ☐ progetto di recinzioni, cancellate e muri di cinta
7 ☐ progetto per insegne pubblicitarie e vetrine
8 ☐ modifiche interne ed esterne
9 ☐ _____

NOTE :

DISEGNI ALLEGATI
piante ☒ prospetti ☒ sezioni ☐
SCALA
particolari ☐
SCALA
Planimetria scala 1:1000

I disegni sono stati fotografati e allegati in riproduzione alla presente scheda

ROT 19 FOT 28-29-30

Fig. 1.3 – Scheda di archiviazione dei documenti depositati della Cantina Sociale di Carpi nel 1923.

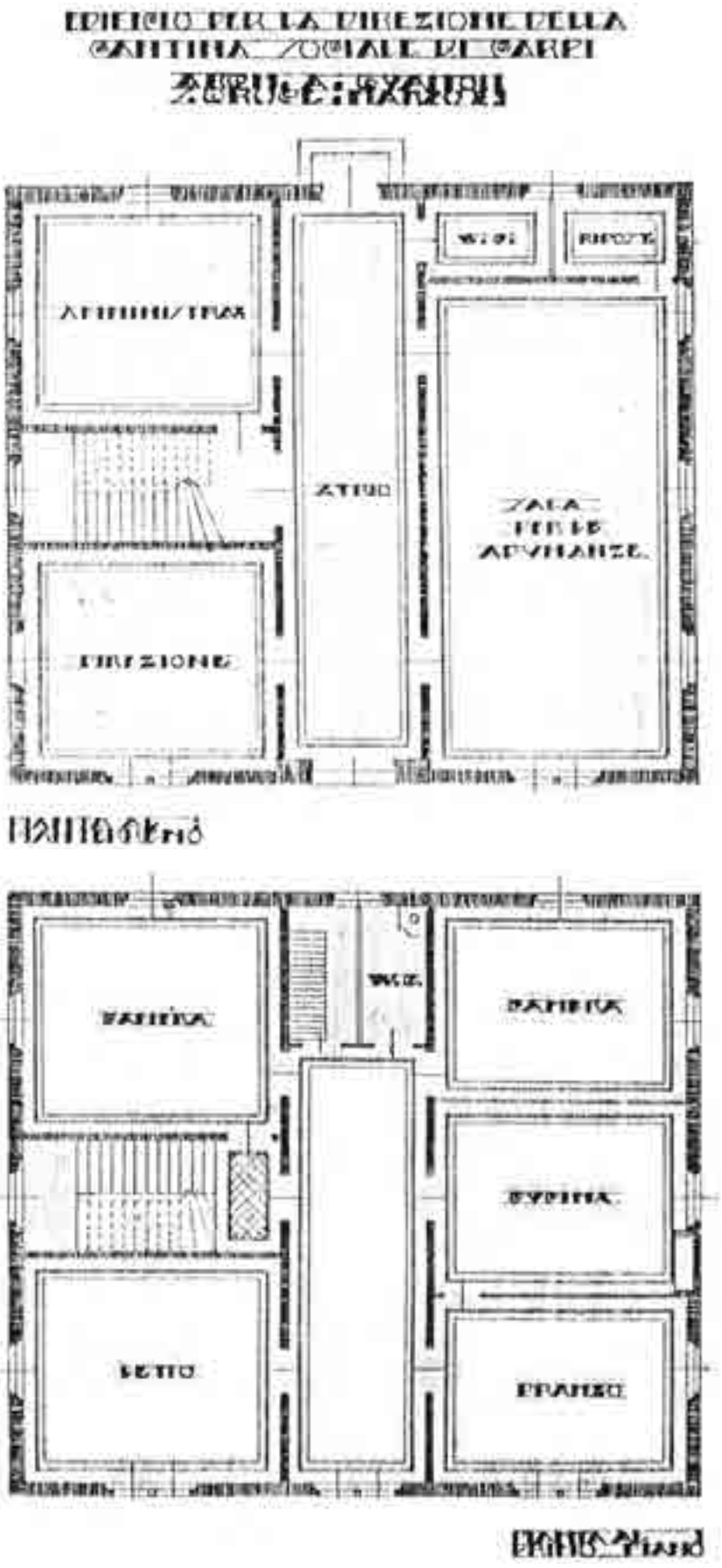


Fig. 1.4 – Piante Piano Terra e Piano Primo della sede della Cantina di Carpi, estratte dal progetto originale dell'Arch. Alfio Guaitoli nel 1923.

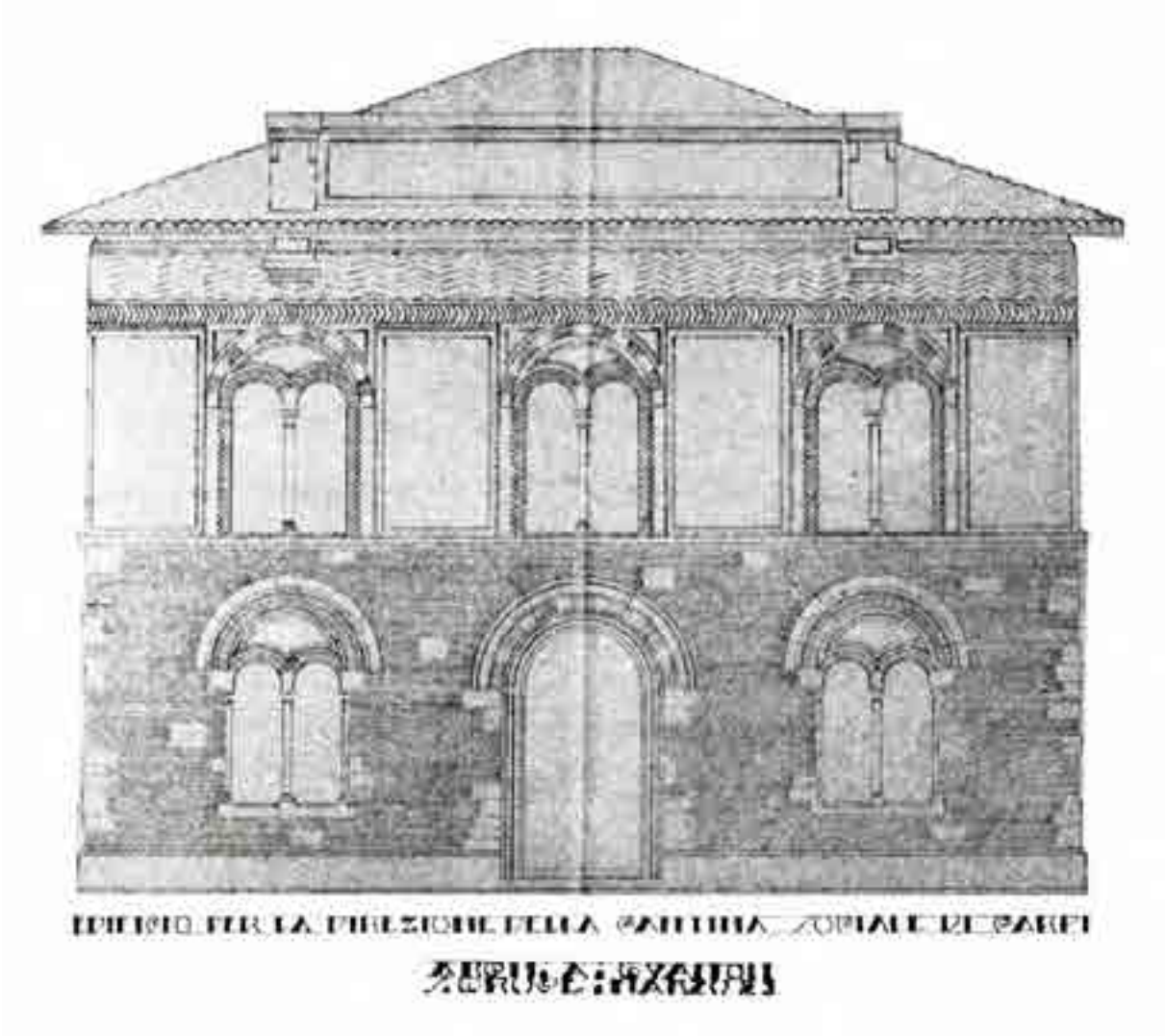


Fig. 1.5 – Prospetto Sud dettagliato della facciata principale della sede della Cantina di Carpi, estratta dal progetto originale dell'Arch. Alfio Guaitoli nel 1923.

1.2.4 I primi ampliamenti (1929 – 1951)

Il 1929 segnò un passaggio di cambiamento: finalmente iniziarono gli anni del consenso e dell'equilibrio sociale dopo la crisi di Wall Street, portando una fase di grossa crescita di produttività.

Nel 1936 il Capo Mastro Carlo Guaitoli chiese il permesso di poter ampliare lo stabilimento tramite la costruzione di un nuovo capannone. Esso si poneva a sud dei precedenti disposti ad angolo ed inglobava al suo interno otto vasche per la fermentazione dell'uva. L'edificio aveva un solo piano fuori terra e presentava nel prospetto una finestra a bifora, riprendendo lo stile delle due palazzine in stile liberty.

Soltanto due anni dopo la Cantina Sociale presentò un nuovo progetto di ampliamento che riguardò la costruzione di un ulteriore capannone affiancato a quello del 1936.

Nel 1939 la cantina chiese inoltre il permesso di realizzare una grande tettoia nel prospetto Nord dell'ultimo edificio eretto.

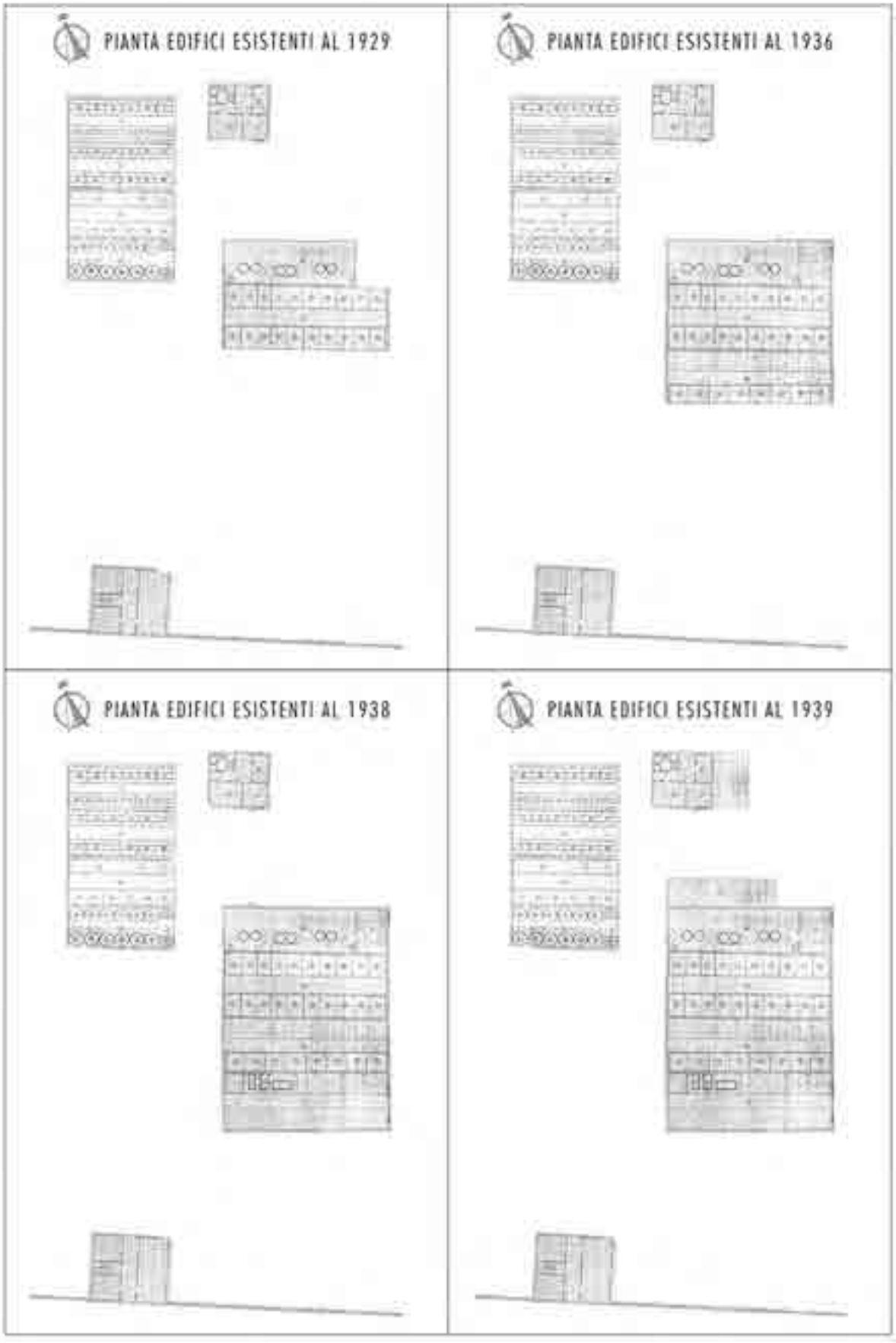


Fig. 1.6 – Evoluzione degli ampliamenti della Cantina tra il 1929 e il 1939.

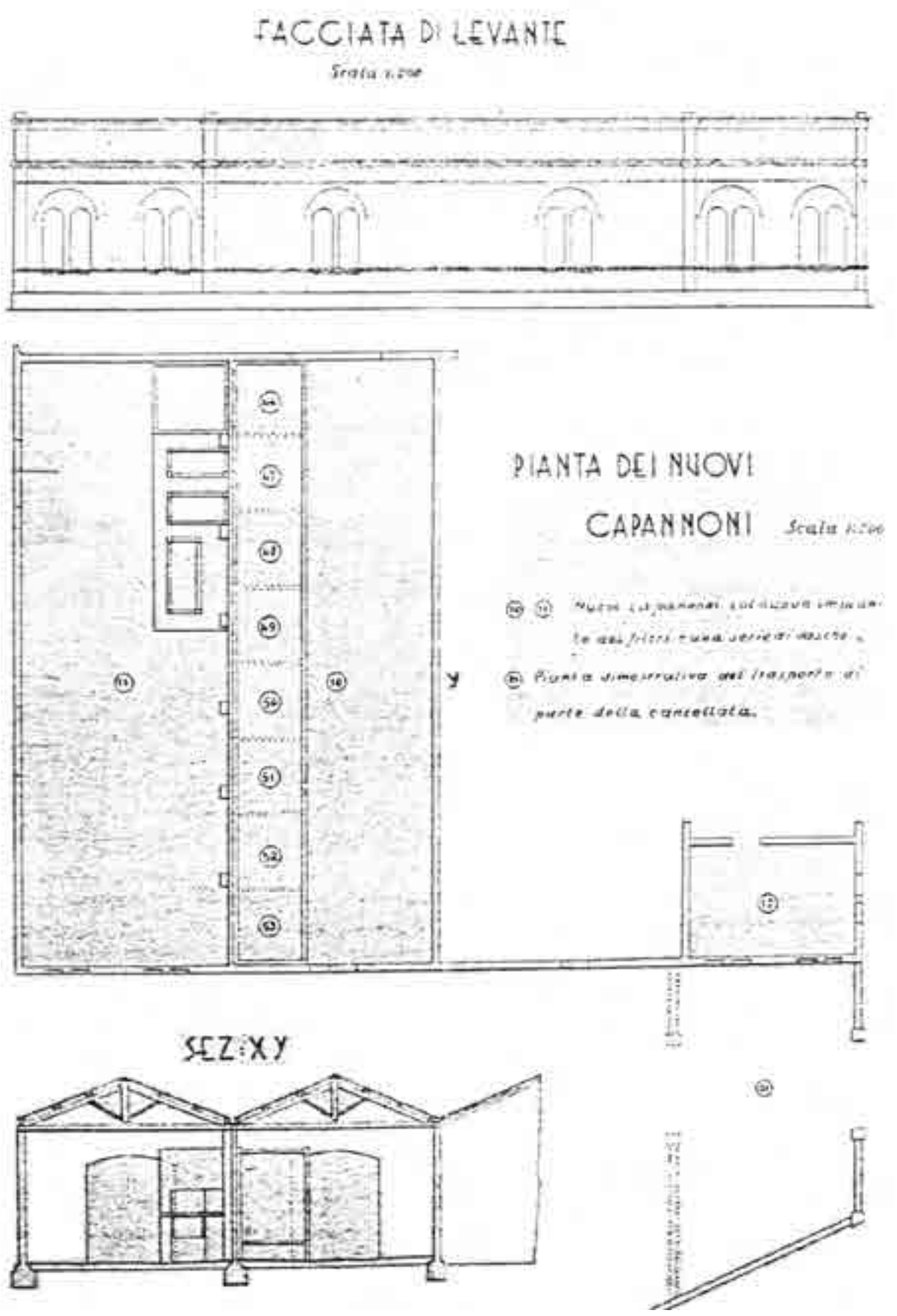


Fig. 1.7 – Pianta, sezione e prospetto dei capannoni costruiti tra il 1936 e il 1939.

In quegli anni, la proprietà accrebbe notevolmente la superficie costruita, senza aver però ancora collegato la palazzina uffici lungo Viale E. De Amicis allo stabilimento vero e proprio.
Nonostante il periodo di stallo causato dall'entrata in guerra dell'Italia dal 1940 fino alla fine della seconda guerra mondiale, la Cantina di Carpi riuscì a sopravvivere grazie a nuovi progetti, idee e innovazioni: il rinnovamento e l'approccio verso nuove tecniche e tecnologie fu sempre maggiore e portò la Cantina verso traguardi importanti.

1.2.5 Le modifiche e i nuovi capannoni (1951 – 1953)

Nel 1951 il Geom. Armando Ferrari venne incaricato della costruzione dei nuovi padiglioni per collegare la palazzina uffici con gli stabilimenti: l'intenzione della società era di avere degli ambienti coperti tutti collegati per svolgere le operazioni di carico e scarico della merce. Con queste ultime costruzioni, la Cantina raggiunse la massima superficie planimetricamente occupata anche negli anni a venire.

Fig. 1.8 – Scheda di archiviazione dei documenti riguardanti ulteriori ampliamenti depositati della Cantina Sociale di Carpi presso il Fondo Geom. Armando Ferrari tra il 1951 e il 1953.

Nel 1951 si iniziò a costruire il nuovo padiglione di capannoni a sud-ovest degli esistenti, come continuazione dei precedenti costruiti nel 1936, avvicinandosi sempre più all'edificio amministrativo in Via E. De Amicis. Si collegarono tutti i capannoni e la palazzina centrale tramite un'unica copertura per svolgere tutte le operazioni all'interno dello stabilimento. Analizzando la planimetria d'insieme dopo questi ultimi ampliamenti si nota al centro la zona di produzione, raggiungibile dai mezzi tramite l'accesso dal cancello posto a Sud-Est su Viale L. Ariosto, e il percorso interno che attraversa la proprietà, lasciando un'ampia area libera a Sud per lo stoccaggio e deposito di mezzi e materiali. Nella parte Nord la planimetria risultava libera da edifici data la presenza della grossa quercia nella parte centrale. Attorno alla palazzina centrale con funzione di gabinetto del direttore, ufficio registrazione e pesa si trovavano le due pese a ponte per i mezzi in entrata dal cancello principale su Viale L. Ariosto. Si sottolinea che all'epoca la proprietà della Cantina non comprendeva ancora la superficie a Ovest, sporgente rispetto alla linea di confine, con accesso su Via G. Maggi.

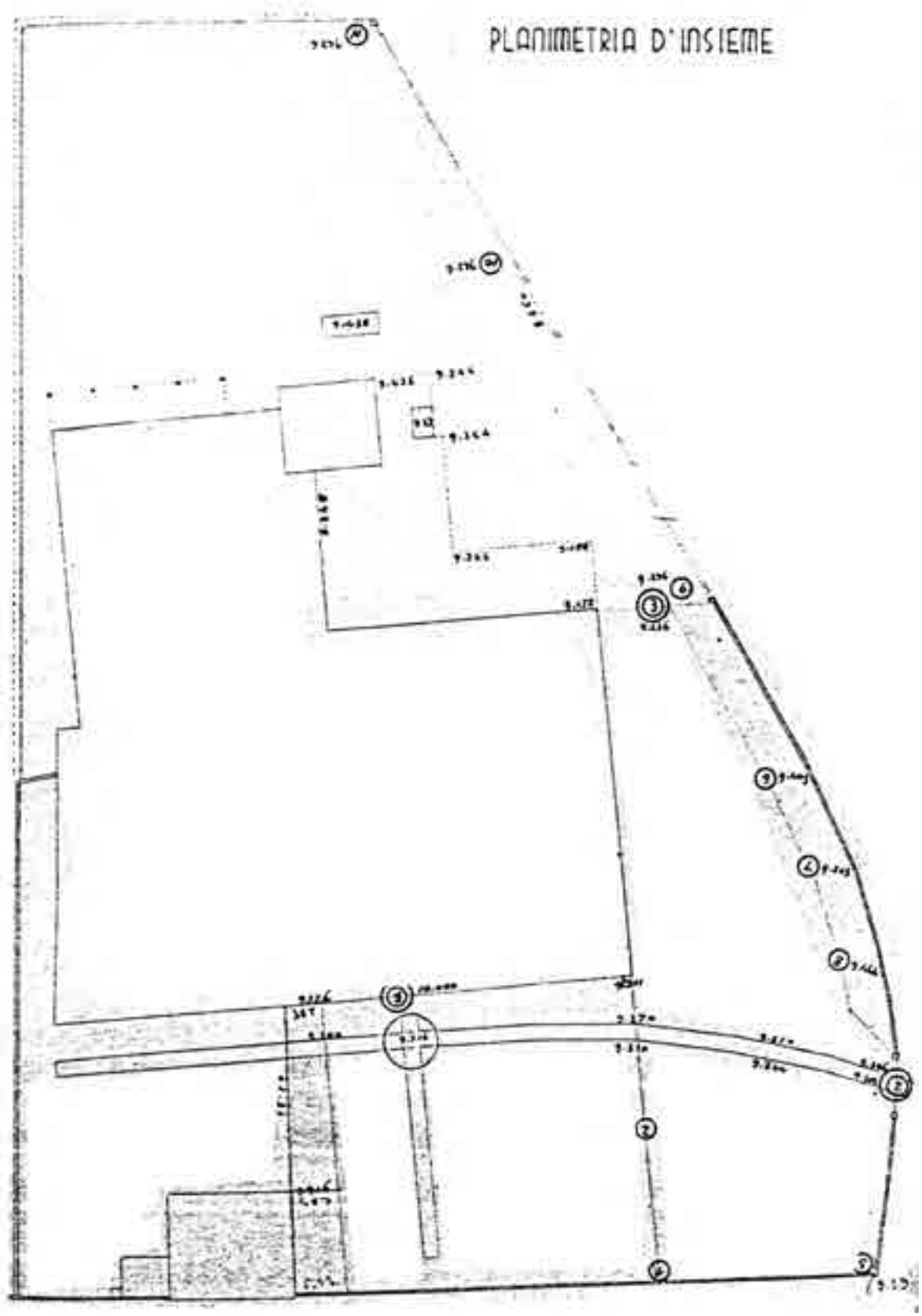


Fig. 1.9 – Planimetria d'insieme della Cantina Sociale di Carpi dopo gli ampliamenti del 1951.

Tra il 1951 e il 1953 il Geom. Armando Ferrari completò il progetto di collegamento di tutti gli edifici presenti nella proprietà, con la costruzione di un edificio a ridosso degli ultimi capannoni eretti, congiunto alla villetta della direzione tramite un disimpegno: si nota che, rispetto alla distribuzione originale, il piano terra della sede aveva subito modifiche; in particolare vennero rimossi il bagno e il ripostiglio lasciando lo spazio alla sala per le adunanze.
Anche la viabilità interna subì delle modifiche: la realizzazione di un grande accesso a ridosso della villetta a Est permetteva il transito dei mezzi con uscita su Viale E. De Amicis, riprogettata per permettere il passaggio degli autotreni e trattrici.
Osservando la pianta generale della Cantina si può ipotizzare che la viabilità interna fosse a senso unico con accesso dal cancello Est di Via L. Ariosto data la presenza delle due pese a ponte per misurare la merce in entrata; il mezzo proseguiva entrando dentro lo stabilimento per le operazioni di scarico, per poi uscire direttamente su Viale E. De Amicis, liberando l'area senza creare problemi di ingombro in manovra.
Nella pianta si nota anche il progetto di ulteriori capannoni da costruire in futuro come continuazione di quelli a Est, fino a toccare la recinzione di confine a Sud.

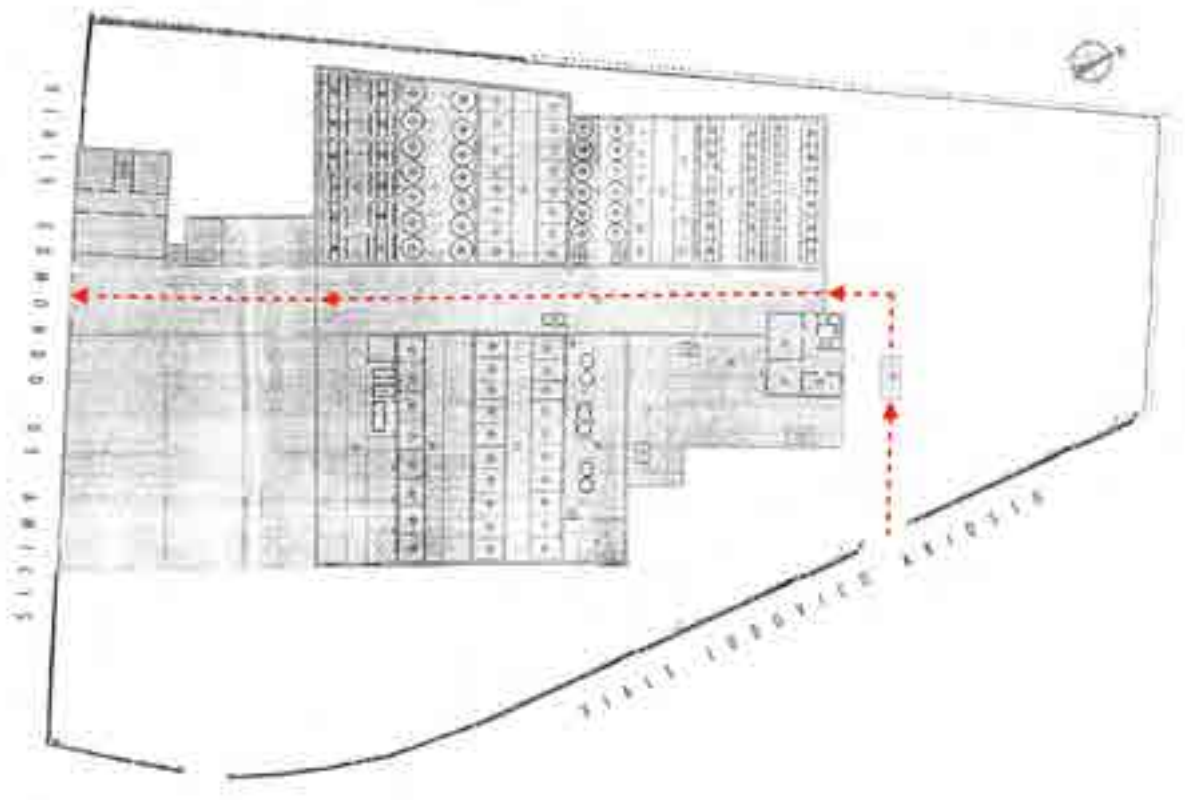


Fig. 1.10 – Ipotesi di viabilità dei mezzi all'interno della Cantina Sociale di Carpi nel 1953.

Di seguito si riporta una tavola riepilogativa dell'evoluzione della Cantina Sociale di Carpi dal 1929 al 1953, in aggiunta a qualche elaborato grafico dell'epoca.

EVOLUZIONE DELLA CANTINA DI CARPI (1929 - 1953)

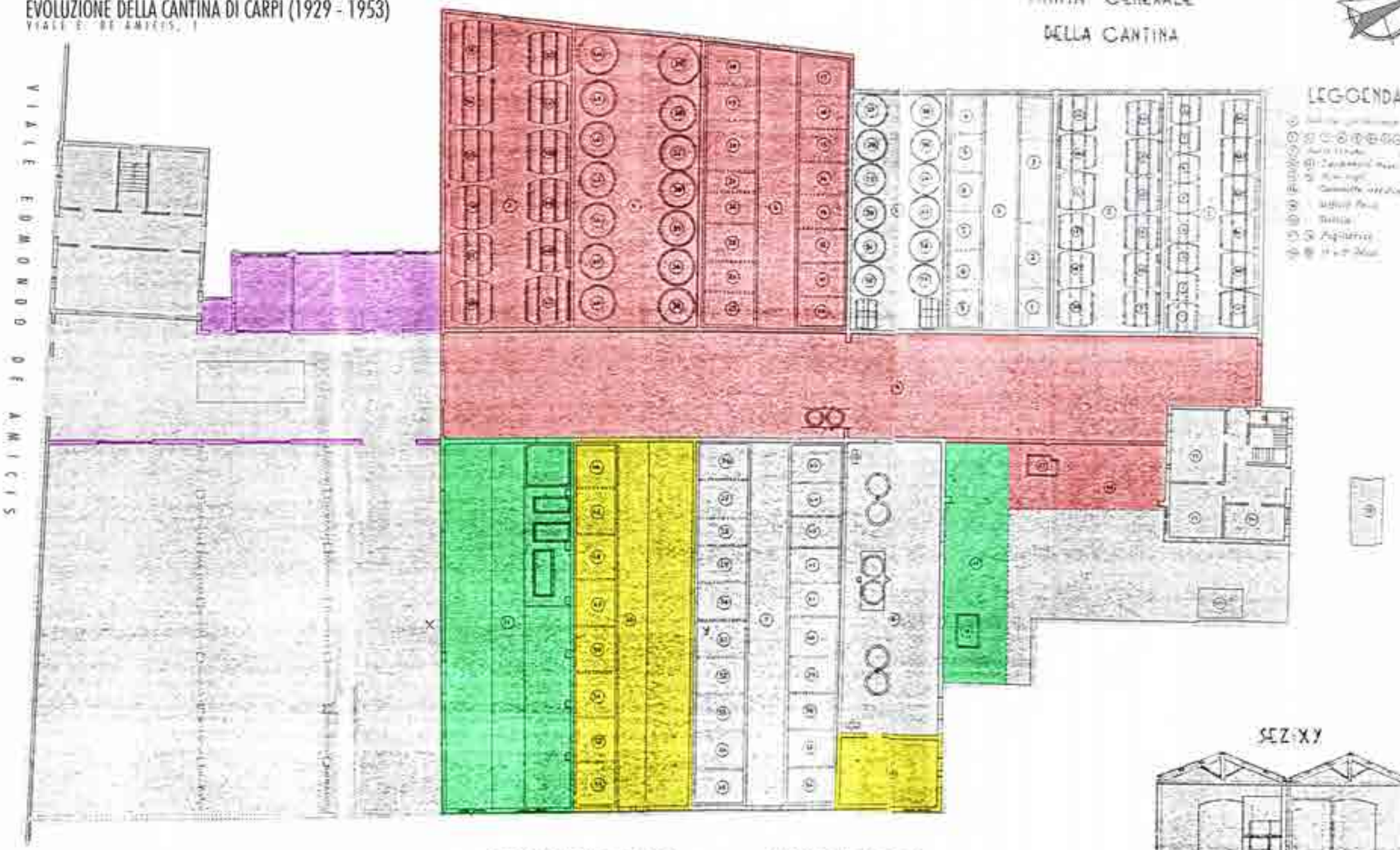
VIALE E. DE AMICIS, 1

VIALE EDMONDO DE AMICIS

PIANTA GENERALE
DELLA CANTINA

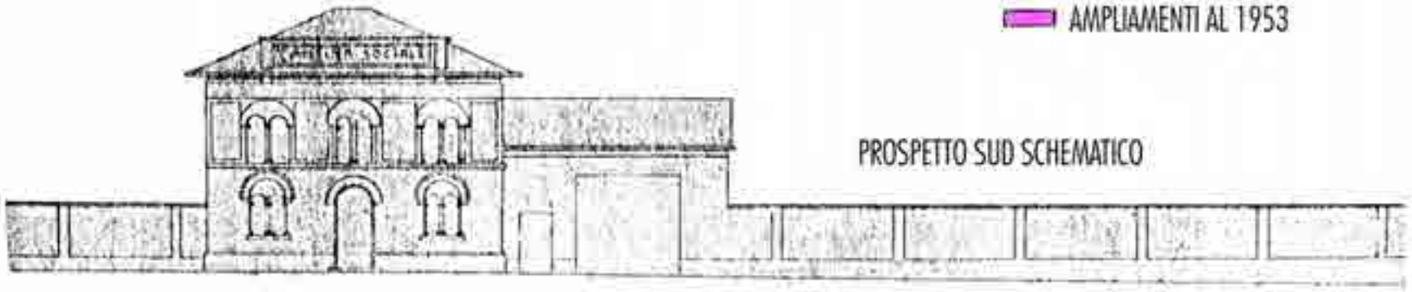
N

LEGGENDA



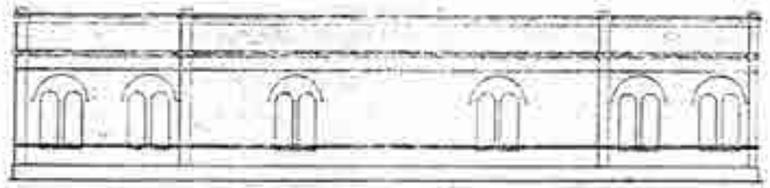
EDIFICI ESISTENTI NEL 1929
AMPLIAMENTI AL 1936
AMPLIAMENTI AL 1939
AMPLIAMENTI AL 1951
AMPLIAMENTI AL 1953

SEZ XY



PROSPETTO SUD SCHEMATICO

FACCIATA DI LEVANTE



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

DOCUMENTI STORICI

TAVOLA
01

1.2.6 Le ristrutturazioni e sopraelevazioni (1953 – 1993)

Nella seconda metà del '900 la Cantina di Carpi subì profonde trasformazioni a partire dalla costruzione di altri padiglioni collegati ai precedenti nella parte Sud come completamento delle aree ancora libere. Si susseguirono una serie di sopraelevazioni e ristrutturazioni che trasformarono completamente i vecchi capannoni, modificando il profilo altimetrico del complesso.
All'inizio degli anni '80 lo stabilimento raggiunse la sua massima estensione, sia dal punto di vista planimetrico sia altimetrico.
Nel 1981 la Cantina Sociale di Carpi conclude la fusione con la Cantina Sociale di Concordia e nel 1983 con la Cantina Sociale della Pioppa. Nel 1988 infine, viene accorpata la Cantina Sociale di San Possidonio.
Nell'archivio storico del Comune di Carpi sono depositate numerose pratiche per la richiesta di autorizzazione di interventi di vario tipo a partire dal 1981 fino al 1993.

Archivio storico dal 1982 al 1994 - Documenti trovati: 7 — **Visualizzati: Tutti**

Nr/Anno	Tipo Intervento - Tipo Pratica, Oggetto	Ubicazione
6044/1993	- opere interne ex Art.26 SPOSTAMENTO DI TRAMEZZA NEGLI UFFICI POSTI A PIANO TERRA	VIALE DE AMICIS EDMONDO N. 1
65291/1985	- condono COSTRUZIONE DI RIPOSTIGLI AL PIANO TERRA. MODIFIFICHE INTERNE ED ESTERNE	VIALE DE AMICIS EDMONDO N. 1
25291/1985	- condono MODIFICHE INTERNE ED ESTERNE NELL'EDIFICIO AD USO ABITAZIONE SU VIALE DE AMICIS	VIALE DE AMICIS EDMONDO N. 1
365/1984	nuova costruzione - autorizzazione COSTRUZIONE DI VASCA INTERRATA PER DECANTAZIONE LIQUAMI	V.LE DE AMICIS EDMONDO N. 1
301/1983	manutenzione straordinaria - autorizzazione DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DI SOLAIO SOPRASTANTE L'INGRESSO DELLO STABILIMENTO	VIALE DE AMICIS EDMONDO N. 1
200/1982	nuova costruzione - autorizzazione COSTRUZIONE DI VANO PER ADEGUAMENTO TECNOLOGICO	VIALE DE AMICIS EDMONDO N. 1
102/1981	nuova costruzione - autorizzazione INSTALLAZIONE DI 3 VINIFICATORI	VIALE DE AMICIS EDMONDO N. 1

Fig. 1.11 – Elenco pratiche presentate al Comune di Carpi da parte della Cantina di Carpi dal 1981 al 1993.

Oltre alle numerose migliorie e aggiunte nello stabilimento, si effettuarono lavori di modifica interna ed esterna nell'edificio dell'amministrazione su Viale E. De Amicis, fino ad arrivare allo stato di fatto rappresentato nelle tavole redatte nel 1993 dallo studio tecnico Unigruppo di Carpi per la presentazione di un progetto per la realizzazione di vasi vinari inserito nei fabbricati per la vinificazione.
Analizzando la tavola rappresentante il Piano Terra si possono dedurre le trasformazioni avvenute negli anni.
Partendo da Nord, si denota il trasferimento dell'ufficio pesa dalla villetta centrale ai nuovi vani ricavati a ridosso del primo capannone, assieme a ripostigli e depositi; il cambio d'uso del piano terra della villetta, suddiviso trasversalmente in ingresso abitazione e laboratorio analisi; l'installazione della piattaforma inclinabile e della pigiatrice poste di fronte alle otto cisterne inserite a fianco della villetta liberty; la presenza di grosse cisterne e silos nell'area aggiunta alla proprietà

negli anni precedenti; l'installazione di altre piattaforme e pigiatrici di fronte ai capannoni dell'ala Est, protette da una grande e continua pensilina che collega tutto il fronte strada dello stabilimento; la distribuzione interna dei padiglioni, con inserimento del locale manutenzione e caldaie; l'installazione di un'ulteriore pesa a ponte con relativo ufficio pesa e archivio nell'edificio collegato alla sede amministrativa, prevedendo quindi la modifica della viabilità interna, con entrata direttamente da Viale E. De Amicis ed uscita dal cancello principale Est su Viale L. Ariosto.
Degne di nota sono le trasformazioni effettuate sulla palazzina amministrativa: il grande atrio centrale fu troncato all'altezza del vano scala, formando un'ampia sala per uffici ad angolo con uscita sul retro dell'edificio; dal sottoscala si può accedere a un locale cantina, costruito a ridosso del prospetto Ovest della palazzina.

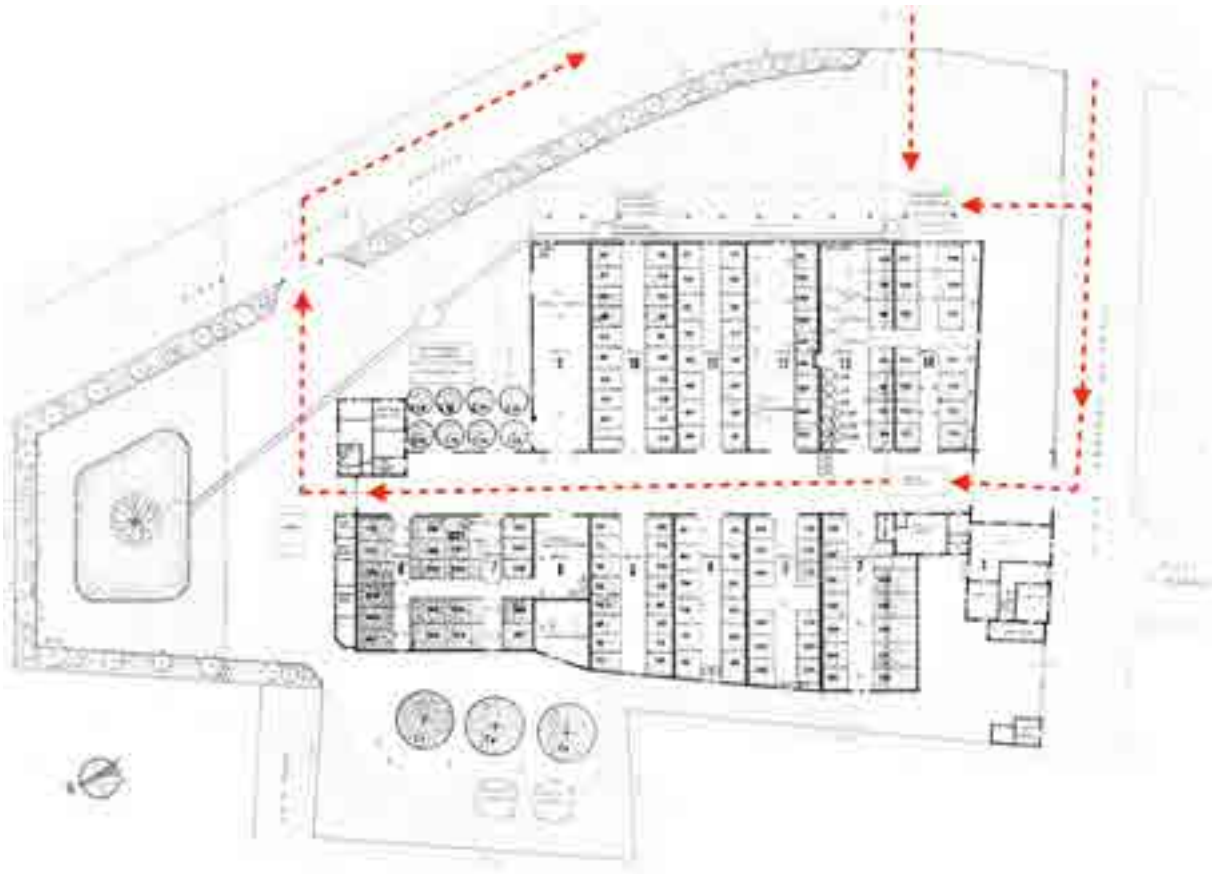


Fig. 1.12 – Accessi e viabilità interna della Cantina Sociale di Carpi nel 1993.

Nelle altre tavole si può apprezzare la disposizione delle vasche di decantazione interrate e suddivise regolarmente secondo le fondazioni dei capannoni soprastanti.
Dalle piante dei Piani Primo e Secondo si riescono a dedurre le altezze dello stabilimento e i collegamenti con le villette; si nota la presenza al Piano Primo dei locali adibiti come spogliatoio per operai e sala ricreativa.
Si riporta nelle piante che lo studio aerofotogrammetrico della planimetria estratto dagli elaborati dello Studio topografico aerofotogrammetrico di Parma redatto nel febbraio del 1986, in cui si possono apprezzare le falde delle coperture e le relative altezze massime e minime.

PIANTA PIANO INTERRATO (1993)

VIALE L. DE AMICIS, 1

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

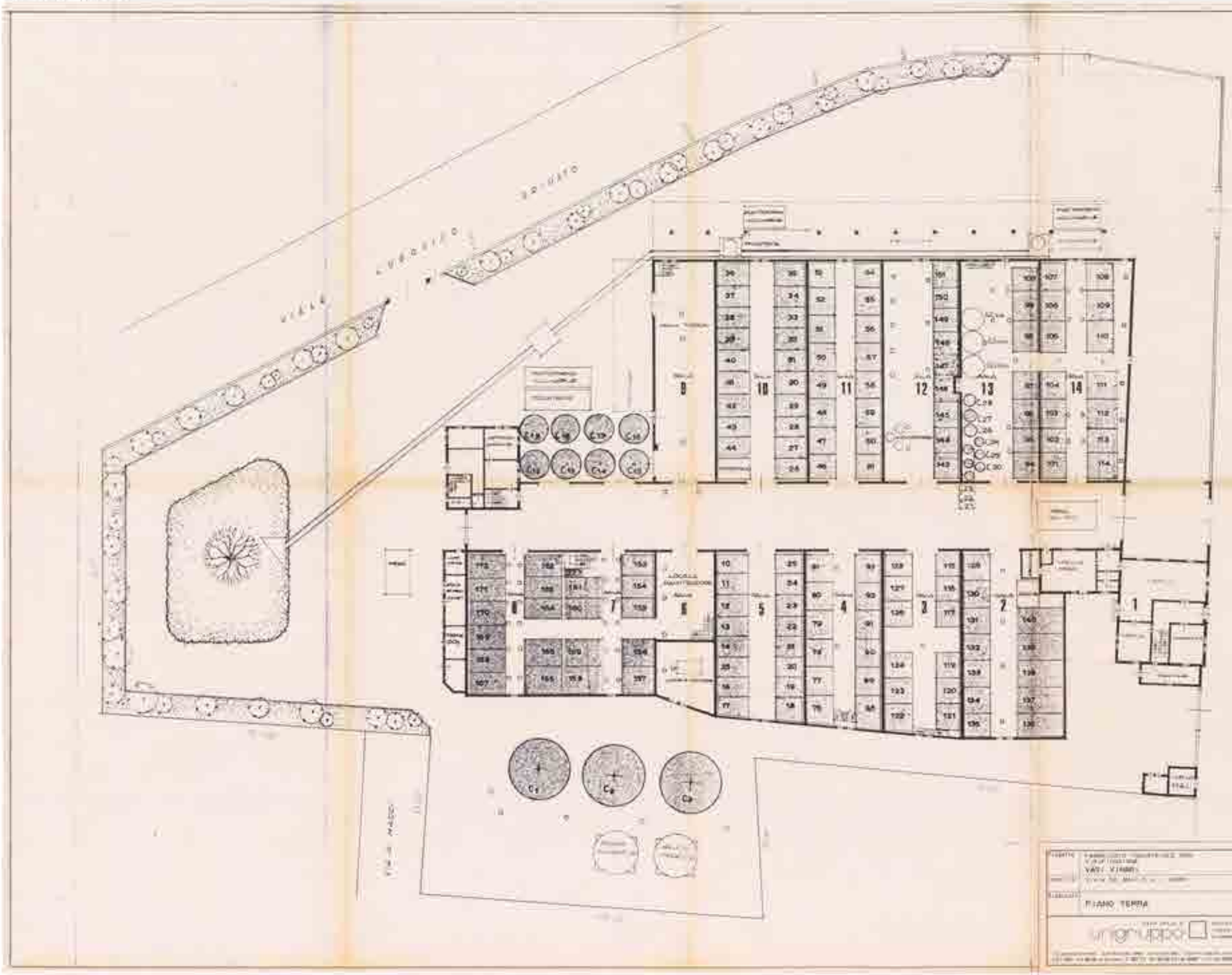
DOCUMENTI STORICI

TAVOLA 02

PIANO INTERRATO

1

PIANTA PIANO TERRA (1993)
VIALE E. DE AMICIS, 1



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

DOCUMENTI STORICI

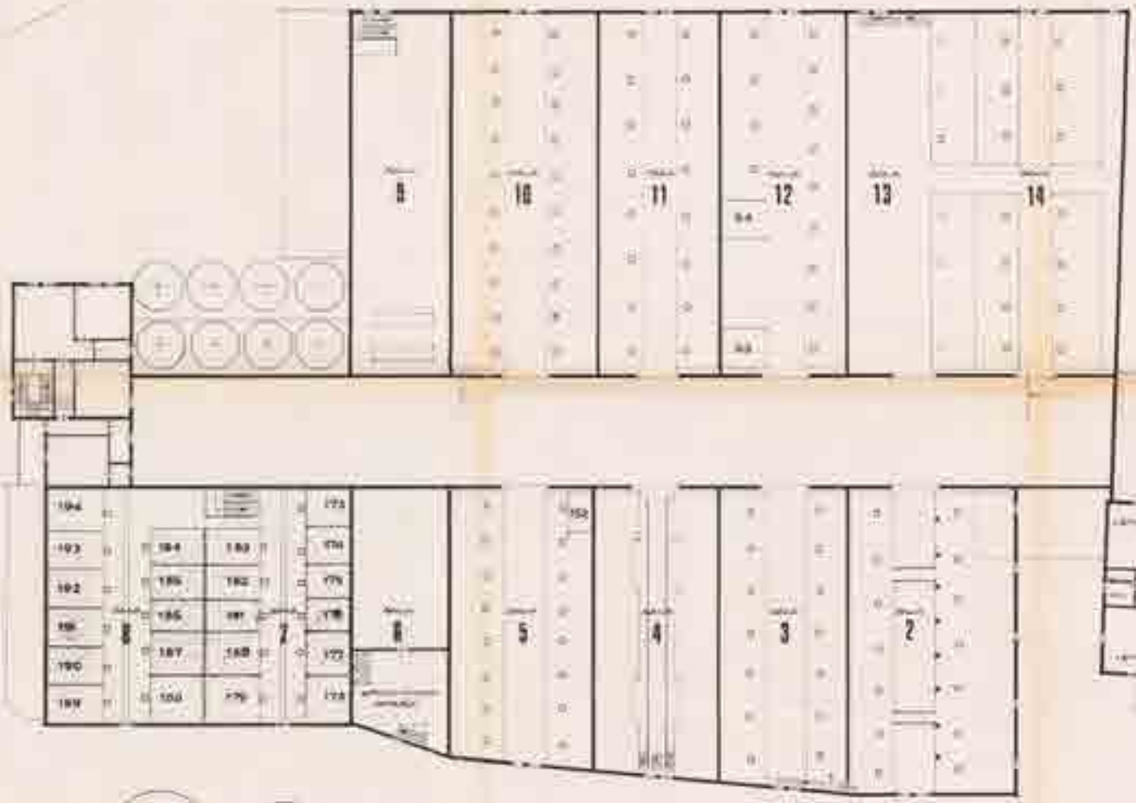
TAVOLA
03

PIANO TERRA

3

PIANTA PIANO PRIMO (1993)

VIALE E. DE AMICIS, 1



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RISUO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

PIANO PRIMO

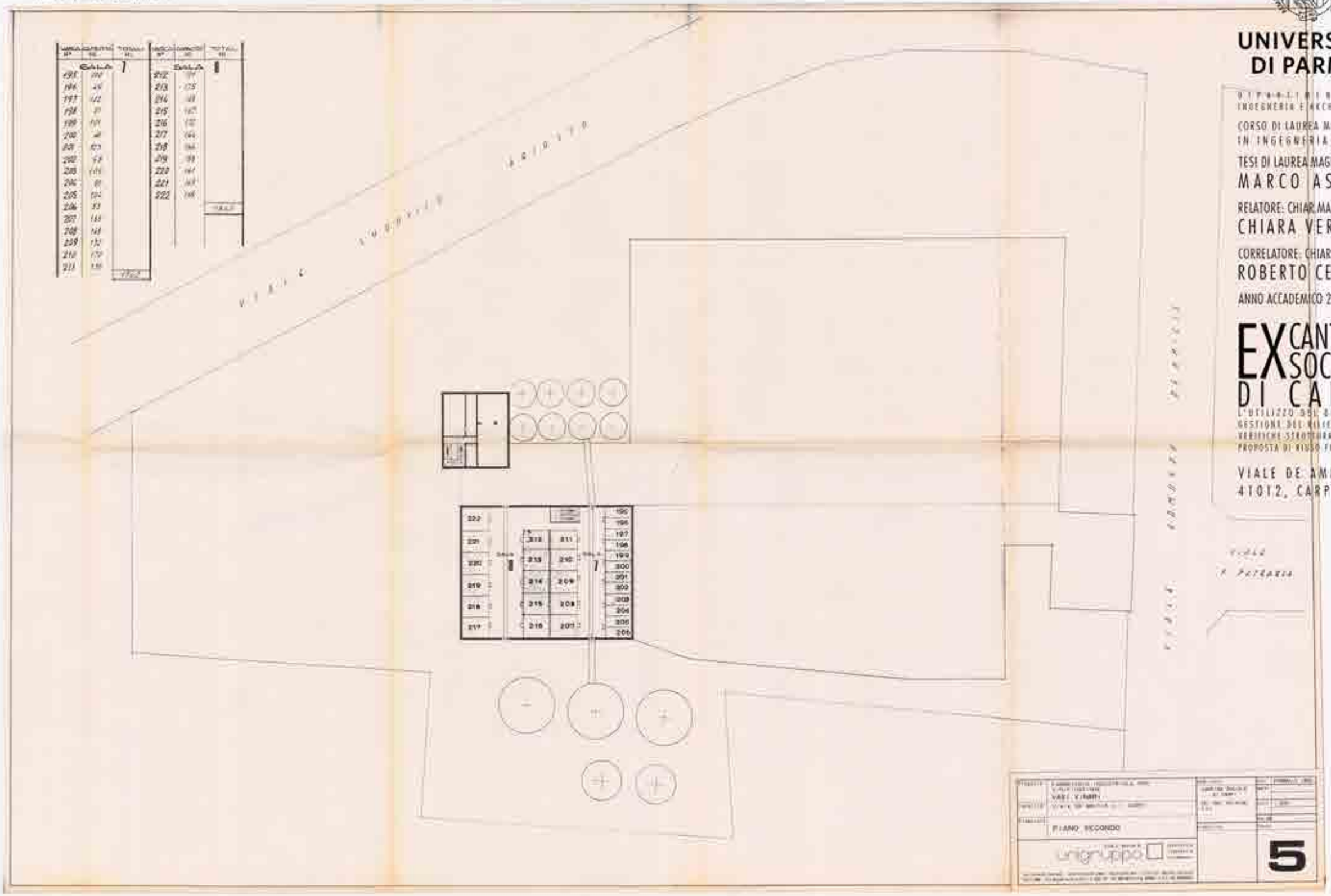
4

DOCUMENTI STORICI

TAVOLA
04

PIANTA PIANO SECONDO (1993)

VIALE E. DE AMICIS, 1



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

PIANO SECONDO

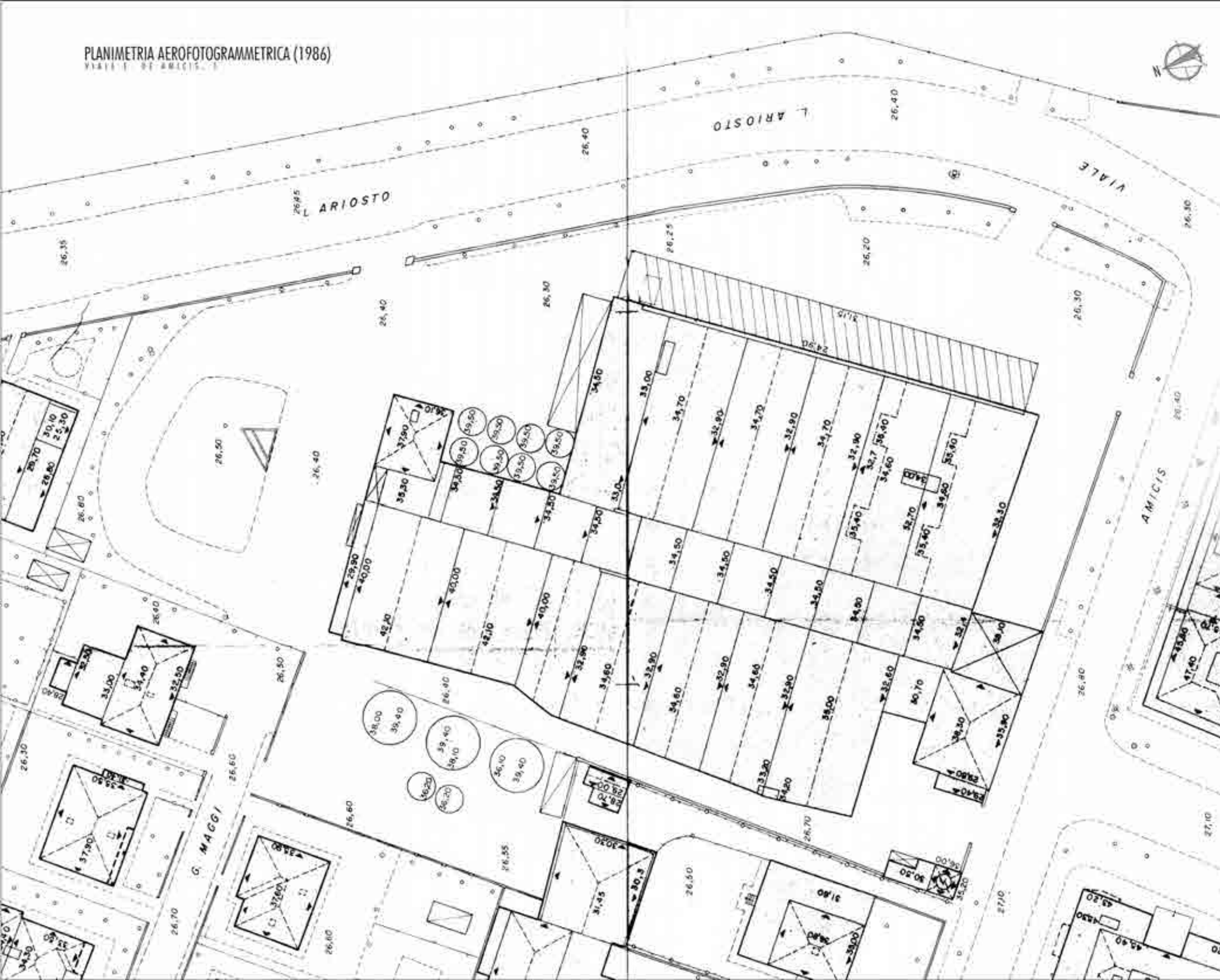
5

DOCUMENTI STORICI

TAVOLA 05

PLANIMETRIA AEROFOTOGRAMMETRICA (1986)

VIALE E. DE AMICIS, 1



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

DOCUMENTI STORICI

TAVOLA
06

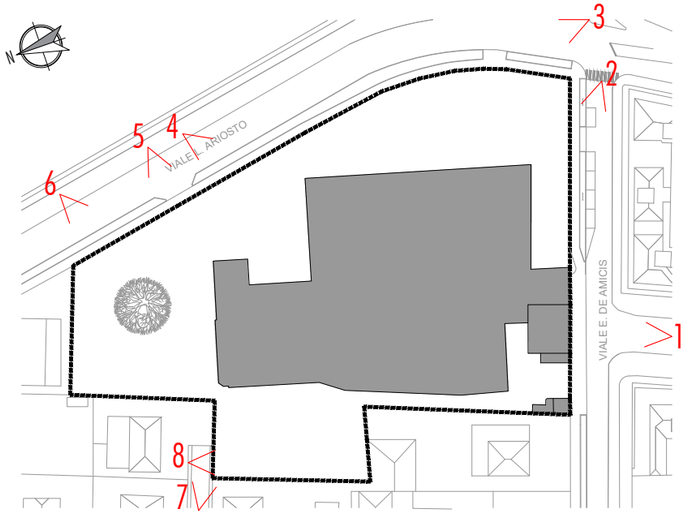
1.2.7 Il trasferimento delle attività (2003 - 2005)

All'inizio degli anni 2000 si la Cantina di Carpi iniziò a pianificare un trasferimento, decentrando lo stabilimento e la sede nelle periferie di Carpi, per favorire i collegamenti e risolvere problemi di traffico causato dal grande afflusso di mezzi pesanti e trattrici nel periodo della vendemmia.
A dimostrazione del grande impegno di tutti i collaboratori, dipendenti, amministrazione, direzione e soci, nel settembre 2003 venne inaugurata la nuova Sede della Cantina Sociale di Carpi, in concomitanza del centenario della vita della stessa. Il nuovo stabilimento si trova in Via Cavata, 14, in un'area con superficie tre volte maggiore rispetto alla precedente, posta sulla linea di confine tra zona residenziale e zona agricola, risolvendo così i problemi di traffico dati dal grande afflusso nel periodo di vendemmia.

Fig. 1.13 – Nuova sede dello stabilimento della Cantina Sociale di Carpi, inaugurata nel settembre 2003.

La vecchia sede in Viale E. De Amicis a seguito del trasferimento rimane inattiva e tutte le lavorazioni si interrompono. Dal 2003 al 2005 il vecchio stabilimento rimane abbandonato in attesa di progetti futuri.
Nelle seguenti tavole si riporta una serie di fotografie scattate a cavallo tra il 2004 e il 2005, illustranti lo stato di fatto della proprietà e del contorno.

REPORTAGE FOTOGRAFICO (2004 - 2005)



1

2

3

4

5

6

7

8

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

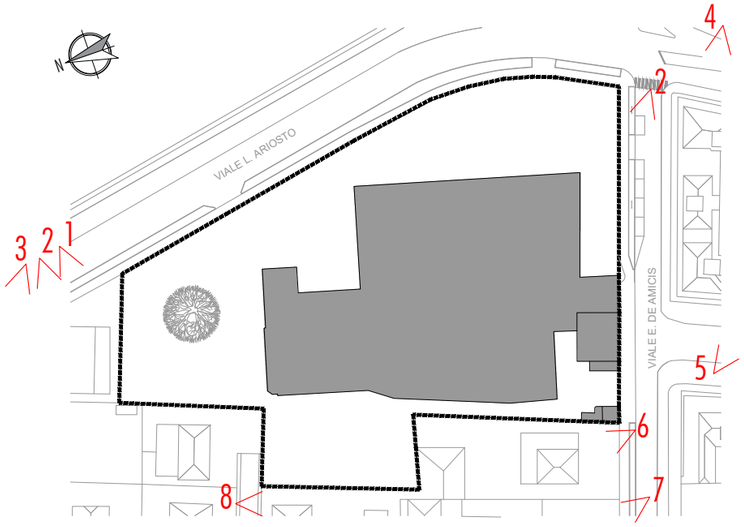
L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

REPORTAGE FOTOGRAFICO

TAVOLA
07

REPORTAGE FOTOGRAFICO (2005)



1

2

3

4

5

6

7

8

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

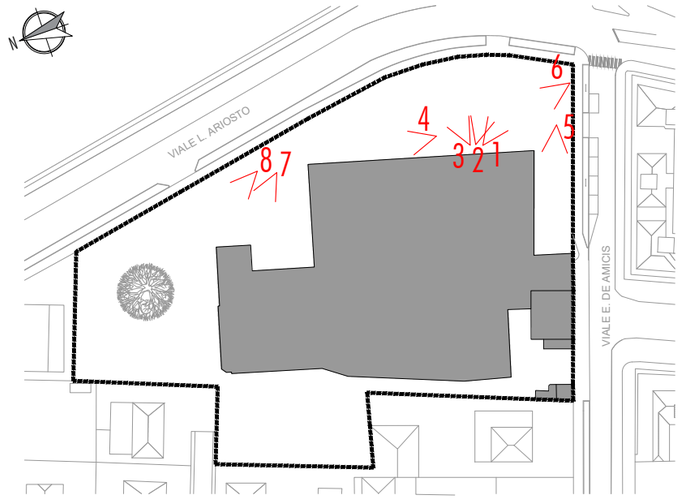
L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

REPORTAGE FOTOGRAFICO

TAVOLA
08

REPORTAGE FOTOGRAFICO (2005)



1

2

3

4

5

6

7

8

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

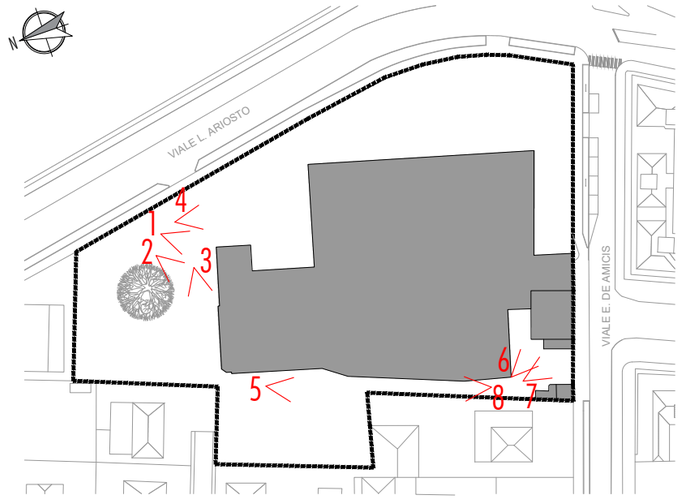
L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

REPORTAGE FOTOGRAFICO

TAVOLA
09

REPORTAGE FOTOGRAFICO (2005)



1

2

3

4

5

6

7

8

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

REPORTAGE FOTOGRAFICO

TAVOLA
10

1.2.8 La demolizione dei capannoni (2005 - 2006)

Nella seconda metà del 2005 iniziò il processo di demolizione dei capannoni e di tutte le strutture presenti nell'area, fatta eccezione ovviamente per gli edifici con vincolo comunale di restauro e risanamento conservativo.

Archivio storico dal 1995 al 2005 - Documenti trovati: 2 Visualizzati: Tutti

Nr/Anno	Tipo Intervento - Tipo Pratica, Oggetto	Ubicazione
1313/2005	demolizione - permesso di costruire DEMOLIZIONE DI EDIFICIO DESTINATO A CENTRO ENOLOGICO, DISMESSO, INSERITO ALL'INTERNO DEL P.P. 6 "CANTINA VIA DE AMICIS"	V.LE DE AMICIS EDMONDO N. 1 / B

Fig. 1.14 – Pratica edilizia per la richiesta di demolizione degli edifici dimessi della vecchia sede della Cantina.

La demolizione era la prima fase del Piano Particolareggiato di iniziativa privata P.P.6 per l'Ex Cantina di Carpi per la realizzazione di un grande progetto presentato al Comune di Carpi nel 2003 e approvato con delibera di consiglio nel novembre 2005.
Nello specifico la richiesta di demolizione venne rilasciata nell'agosto del 2005, ma i lavori iniziarono nel maggio del 2006 e si protrassero per circa due mesi.

Ricerca pratiche - Pratica edilizia

	PROGRESSIVO	N. 1313/2005
	PROTOCOLLO	N. 38480/2005 del 04/08/2005
	PROCEDIMENTO	permesso di costruire
	RESPONSABILE PROCEDIMENTO	Arch. Arletti Alberto
	STATO	RILASCIATA
	RICHIEDENTE PRINCIPALE	CON - CAR S.R.L. - 02641430364
	OGGETTO	DEMOLIZIONE DI EDIFICIO DESTINATO A CENTRO ENOLOGICO, DISMESSO, INSERITO ALL'INTERNO DEL P.P. 6 "CANTINA VIA DE AMICIS"
DATI DEL PROCEDIMENTO	INDIRIZZO	V.LE DE AMICIS EDMONDO N. 1 / B
	DATA INIZIO	04/08/2005
	DATA CONCLUSIONE	8/10/2005
	ESITO	RILASCIATA

Fig. 1.15 – Particolare della pratica edilizia per la richiesta di demolizione degli edifici dimessi della vecchia sede della Cantina.

L'opera di demolizione e smaltimento fu affidato all'impresa Garc S.p.a. di Carpi, che nel marzo del 2006 stilò un programma di demolizione suddiviso in due fasi principali, da analizzare per ripercorrere i lavori da svolgere nella proprietà.
Esaminando il Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto dall'Ing. Santi Marc'Aurelio nell'aprile del 2006 si possono ricavare considerevoli informazioni sulle modalità e tempistiche dell'opera di demolizione, per ottenere un quadro completo delle lavorazioni che hanno trasformato l'area dell'ex Cantina di Carpi fino allo stato di fatto attuale.

OGGETTO: PROGRAMMA DEMOLIZIONE CARPI, 24-03-06

Con la presente siamo a comunicare le due fasi del programma prestabilito per effettuare la demolizione nel cantiere "Ex cantina Sociale di Carpi" di Via De Amicis a Carpi.

PRIMA FASE:

1) Verifica dei locali, eliminazione delle utenze e stacco dei cavi aerei fissati sulle pareti.
2) Formazione di recinto attorno alla quercia.
3) Rimozione manuale o con l'ausilio di piccole macchine di infissi e parti in legno non strutturali
4) Predisposizione di impianto di abbattimento delle polveri.
5) Inizio della demolizione dei fabbricati senza copertura in cemento amianto, tramite l'utilizzo di escavatori muniti di pinza idraulica.
6) Rimozione del cemento amianto esistente secondo apposito piano di lavoro.
7) Demolizione dei restanti fabbricati con accatastamento dei rottami in prossimità del frantoio che sarà posizionato, come da piantina, nelle vicinanze del confine di Viale Petrarca.
8) Frantumazione dei rottami ed accatastamento del prodotto derivato in ambito di cantiere per essere successivamente caricato ed allontanato.

SECONDA FASE:

1) Demolizione con martellone idraulico su escavatore dei basamenti delle cisterne nell'area cortiliva.
2) Demolizione delle solette superiori dei vasi vinari e delle pareti divisorie interne fino a quota soletta inferiore, prestando particolare attenzione alle indicazioni della D.L. per quanto riguarda i muri perimetrali posti a confine.
3) Asportazione dei rottami dalla vasche, con accatastamento nei pressi del frantoio.
4) Frantumazione dei rottami con accatastamento provvisorio del riciclato derivato, per il successivo carico ed allontanamento.

Fig. 1.16 – Programma di demolizione dell'ex Cantina di Carpi redatto dall'impresa Garc S.p.a. nel marzo 2006.

Indirizzo cantiere	Via De Amicis 1/B e Via Ariosto 13/C, Carpi (MO)
Data presunta inizio lavori	12-05-2006
Durata contrattuale	180
Numero medio presunto dei lavoratori	2
Numero uomini-giorni	280
Ammontare presunto lavori	80 000.00 Euro
Numero max presunto giornaliero dei lavoratori	8

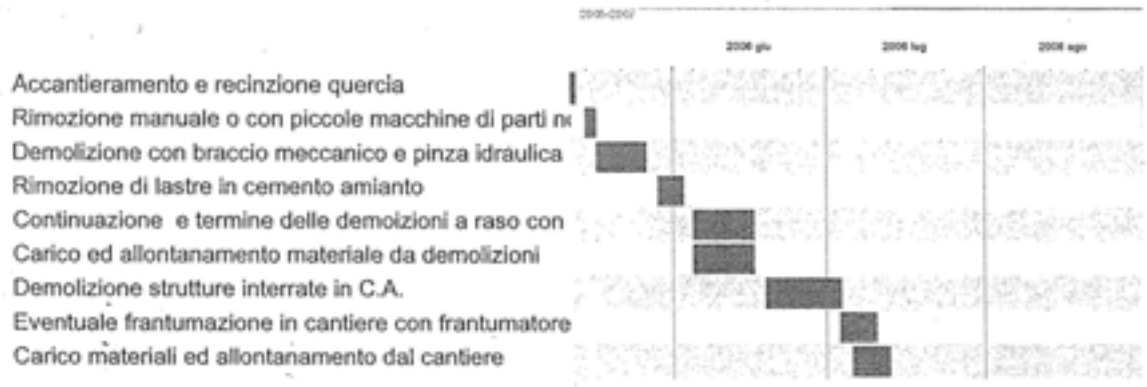


Fig. 1.17 – Dati di identificazione del cantiere e relativo diagramma di Gantt per la demolizione del complesso di fabbricati industriali dell'ex Cantina di Carpi estratto dal Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto nell'aprile del 2006.

Descrizione sintetica delle fasi lavorative

nr.	descrizione
50	Accantieramento e recinzione quercia
60	Rimozione manuale o con piccole macchine di parti non struttur
70	Demolizione con braccio meccanico e pinza idraulica
80	Rimozione di lastre in cemento amianto
90	Continuazione e termine delle demoizioni a raso con braccio m
100	Carico ed allontanamento materiale da demolizioni
110	Demolizione strutture interrate in C.A.
120	Eventuale frantumazione in cantiere con frantumatore
130	Carico materiali ed allontanamento dal cantiere

Tabella Gantt

Dal Giorno 12 Maggio 2006 al giorno 12 Maggio 2006 Accantieramento e recinzione quercia
Dal Giorno 15 Maggio 2006 al giorno 16 Maggio 2006 Rimozione manuale o con piccole macchine di parti non struttur
Dal Giorno 17 Maggio 2006 al giorno 26 Maggio 2006 Demolizione con braccio meccanico e pinza idraulica
Dal Giorno 29 Maggio 2006 al giorno 2 Giugno 2006 Rimozione di lastre in cemento amianto
Dal Giorno 5 Giugno 2006 al giorno 16 Giugno 2006 Continuazione e termine delle demoizioni a raso con braccio m
Dal Giorno 5 Giugno 2006 al giorno 16 Giugno 2006 Carico ed allontanamento materiale da demolizioni
Dal Giorno 19 Giugno 2006 al giorno 3 Luglio 2006 Demolizione strutture interrate in C.A.
Dal Giorno 3 Luglio 2006 al giorno 7 Luglio 2006 Eventuale frantumazione in cantiere con frantumatore
Dal Giorno 6 Luglio 2006 al giorno 12 Luglio 2006 Carico materiali ed allontanamento dal cantiere

Fig. 1.18 – Descrizione sintetica delle fasi lavorative e tabella di Gantt per la demolizione del complesso di fabbricati industriali dell'ex Cantina di Carpi estratto dal Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto nell'aprile del 2006.

Così come indicato nel piano, si precisa che parte della demolizione prevedeva la rimozione di materiali contenenti amianto in matrice compatta per i quali fu redatto un piano apposito e richiesto l'intervento di un'impresa specializzata in opere di questo tipo.
L'intervento prevedeva l'asportazione di circa 900 mq di lastre in un modesto stato di usura mediante l'utilizzo di un incapsulante fissato a bassa pressione e utensili manuali per la rimozione dei fissaggi.
Per quanto riguarda la demolizione delle strutture interrate in C.A. indicata nel PSC è necessario sottolineare che non tutte le strutture interrate furono demolite; in particolare, la demolizione si limitò alle solette superiori dei vasi vinari e alle pareti divisorie interne fino a quota della soletta inferiore, lasciando così intatti i muri perimetrali controterra e la pavimentazione dei vasi vinari: nell'area rimasero dunque grandi vasche aperte di dimensioni corrispondenti a quelle dei fabbricati demoliti.
Nel seguito si riporta la planimetria di insieme indicante gli edifici vincolati, gli edifici e i basamenti delle cisterne da demolire all'interno del comparto. Il progetto di demolizione comprendeva anche la superfetazione a ridosso della villa su Via E. De Amicis e le due cabine della centrale elettrica lungo il confine ovest (quest'ultime ancora oggi presenti nell'area).

Fig. 1.19 – Planimetria del progetto di demolizione dei fabbricati industriali e delle strutture non vincolate nell'area dell'ex Cantina di Carpi.

1.2.9 Il Piano Particolareggiato dell'ex Cantina di Carpi

Nel giugno del 2003 venne presentata e approvata dal Comune di Carpi la richiesta di autorizzazione alla presentazione del Piano Particolareggiato di iniziativa privata dell'area posta tra Via E. De Amicis e Via L. Ariosto, detto anche P.P.6 – Ex Cantina di Carpi.
Nel novembre del 2005 fu approvato definitivamente con delibera consigliare il P.P.6, il cui progetto riguardava un'area di 10.130 mq su cui dovevano sorgere circa 130 alloggi, distribuiti in 6 edifici dai 4 ai 7 piani d'altezza, con 270 posti auto da realizzare in interrato. Si prevedeva di mantenere il muro di recinzione su Via L. Ariosto e realizzare una pista ciclabile interna al comparto. Il piano prevedeva inoltre di conservare la palazzina in stile liberty vincolata totalmente dalla soprintendenza e quella vincolata parzialmente, trasformate ad uso residenziale. La grande quercia secolare vincolata dal P.R.G. sarebbe stata tutelata attraverso la richiesta di una fidejussione di 25.000 euro. Su Via E. De Amicis il piano prevedeva attività commerciali per un massimo di 400 mq di superficie. La Commissione edilizia comunale richiese che gli edifici su Via E. De Amicis fossero più alti nella parte più vicina alla ferrovia e digradanti verso le abitazioni di bassa altezza preesistenti. Oltre agli usi previsti nel progetto approvato, gli strumenti urbanistici prevedevano per il comparto anche medie e piccole strutture di vendita extralimentare, pubblici esercizi, terziario diffuso e artigianato di servizio.
Si riportano di seguito i principali dati metrici estratti dalla relazione tecnica del piano.

Il piano particolareggiato prevede :		
Superficie Territoriale/ fondiaria	*mq.*	*10130*
Superficie complessiva Sf x 1.0	*mq.*	*10130*
Verde di standard 10/35 Sc	*mq.*	*2894*
Parcheggi di primaria 2.5/35 Sc / 25	*mq.*	*29*
Parcheggi di pertinenza 10/35 Sc/25	*n.*	*116*
di cui nel progetto:		
Nuova costruzione:		
Superficie complessiva	*mq*	*10130*
Residenziale	*mq.*	*9270*
Commerciale inserito nel fabbricato 1	*mq.*	*400*
Ristrutturazione e restauro	*mq.*	*460*
Abitanti teorici insediabili	*N.*	*272*
Addetti ipotizzabili nelle attività commerciali	*N*	*5*
Verde di progetto	*mq*	*3326*
Parcheggi di primaria	*N*	*29*
Parcheggi di pertinenza	*N*	*242 interrati,23 in superficie*

Fig. 1.20 – Dati metrici ed entità del Piano Particolareggiato P.P.6 "Ex Cantine di Carpi".

Il Piano Particolareggiato comprendeva tutti gli elaborati e le valutazioni necessarie per il caso:

Elaborati stato di fatto

Tav. 1	Estratti cartografici di P.R.G. e catastale	1:10000/2000
Tav. 2	Planimetria Generale stato attuale	1:500
Tav. 3	Pianta categorie di intervento	1:500

Elaborati di progetto

Tav. 4	Planimetria Generale	1:500
Tav. 5	Planimetria Generale quota interrato	1:500
Tav. 6	Planimetria generale altezze massime	1:500
Tav. 7	Unità minima di intervento e aree da cedere	1:500
Tav. 8	Profili altimetrici	1:500
Tav. 9	Impianto fognario	1:500
Tav. 10	Impianto acquedotto	1:500
Tav. 11	Impianto gas metano	1:500
Tav. 12	Impianto Enel	1:500
Tav. 13	Impianto illuminazione pubblica	1:500
Tav. 14	Impianto telefonico	1:500
Tav. 15	Sezione parcheggio	1:500
Tav. 16	Relazione fotografica	

Relazione tecnica
Norme tecniche di piano
Relazione geologica
Valutazione di impatto acustico
Schemi di tipologie edilizie

Fig. 1.21 – Elaborati contenuti nel P.P.6 per le Ex Cantine di Carpi.

Oltre alle valutazioni presenti nel P.P.6, tra il 2005 e il 2006 vennero redatte ulteriori valutazioni sullo stato di fatto dell'epoca, contenute nella relazione ambientale, nella relazione geotecnica e nella relazione tecnica sulla quercia quasi secolare inserita nell'area, di cui si farà riferimento nel capitolo successivo.
Di seguito si riportano alcuni elaborati grafici con inserimenti fotorealistici delle strutture da realizzare in riferimento ai punti di presa rispetto alla planimetria generale di piano.

PIANO PARTICOLAREGGIATO (2005)

PLANIMETRIA GENERALE

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

PIANO PARTICOLAREGGIATO

TAVOLA 11

PIANO PARTICOLAREGGIATO (2005)

PLANIMETRIA GENERALE

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

PIANO PARTICOLAREGGIATO

TAVOLA
12

1.2.10 Ritrovamento fondazioni antiche mura

Nell'agosto del 2007 durante le opere di demolizione e prove di scavo per analizzare il sottosuolo venne messa in luce una porzione residua di fondazioni antiche in muratura.
Nello specifico durante la demolizione delle vasche interrate emerse un tratto di muratura in mattoni pieni, che può sicuramente ritenersi traccia del basamento di fondazione delle antiche mura della città di Carpi. Dalla sovrapposizione di seguito riportata tra le planimetrie dell'epoca e la pianta del ritrovamento è possibile notare come l'andamento delle mura del torrione coincida con quello della fondazione trovata.
Tale struttura era già stata intercettata durante i lavori di costruzione della cantina all'inizio del Novecento, probabilmente parzialmente intaccate, ma sostanzialmente rispettate e quindi successivamente interrate.
A seguito del ritrovamento furono immediatamente sospesi i lavori e si provvedette alla segnalazione alla Soprintendenza Archeologica competente, che si occupò di svolgere i dovuti sopralluoghi, impartendo le necessarie disposizioni per porre in luce l'intero tratto murario.
L'intervento archeologico consisté nella ripulitura delle strutture emerse, rilievo di dettaglio grafico e fotografico, analisi della stratigrafia del terreno circostante, campionatura dei mattoni e delle malte utilizzate e monitoraggio degli scavi successivi.

Le operazioni permisero di mettere in luce un tratto di circa 37 metri del tracciato Nord delle superstiti strutture murarie di fortificazione della città. La posizione del ritrovamento rispetto al comparto si può localizzare nella parte Sud-Ovest, nelle vicinanze della palazzina su Via E. De Amicis. Facendo riferimento all'area di scavo in esame, nel lato Est le strutture appaiono interrotte bruscamente e sembrano parzialmente intaccate dalle strutture della preesistente cantina; nel lato Ovest la fondazione piega ad angolo retto verso Sud, per poi proseguire presumibilmente al di sotto di Via E. De Amicis.
Il tratto più evidente risultò il segmento con andamento Est-Ovest, caratterizzato da una cortina muraria in laterizi, legati con malta molto resistente, formato principalmente da due differenti unità stratigrafiche murarie (USM).
La prima USM apparve come un tratto murario omogeneamente edificato della lunghezza conservata di circa 16 metri con larghezza massima di 0,90 metri. L'opera risultò realizzata con elementi laterizi, costituita da mattoni del modulo abbastanza costante di 29x14x5 cm. Solo una parte residua degli elementi laterizi risultò posta integra in opera, mentre la maggioranza degli elementi stessi era frammentaria. Con maggiore attenzione sembrò realizzato il paramento esterno, dove i mattoni posti in piano furono utilizzati integri con il lato maggiore a vista. Il nucleo interno risultò realizzato con maggiore approssimazione, seppure permane rispettata una certa regolarità nella posa dei laterizi, legati con malta cementizia piuttosto resistente.
La seconda USM di lunghezza pari a 21 metri presentò un analogo andamento Est-Ovest ed uno spessore maggiore rispetto alla prima unità stratigrafica, che raggiunge anche 1,40 metri di larghezza.
Altre USM furono individuate durante le indagini, ma poco visibili e riconoscibili in quanto sviluppate oltre il limite Sud dell'area di scavo.

In generale lo stato di conservazione delle strutture emerse apparve discreto, considerando l'ipotesi avvalorata dalle prove che indicano l'utilizzo del paramento di fondazione per le antiche mura difensive della città. Dall'analisi dei laterizi e dalla malta utilizzata le strutture in questione sono databili tra il basso medioevo e l'età rinascimentale.

A seguito delle operazioni di indagine archeologica e della verifica dei luoghi risultò che il progetto di edificazione dell'autorimessa interrata a servizio di uno dei fabbricati previsti dal Piano Particolareggiato presentava interferenze con l'antico manufatto ritrovato.
Venne quindi operata una modifica progettuale per l'accesso all'autorimessa interrata, al fine di preservare la fondazione storica da qualsiasi interferenza con le nuove strutture. Nello specifico soltanto due erano i punti di possibile interferenza con la nuova edificazione: le modifiche sono mostrate in Tavola 13, presentando le sezioni della rampa carrabile e della scala di accesso al piano interrato.
Risolta l'interferenza, l'intervento proseguì con il ricoprimento degli elementi di fondazione ritrovati con sabbia, la stesura di uno strato di tessuto non tessuto come protezione e la realizzazione di strutture autoportanti che non insistano staticamente sui ritrovamenti.
Di seguito si riportano alcune fotografie del ritrovamento durante gli scavi e dell'analisi archeologica

Fig. 1.22 – Angolo Sud-Ovest della fondazione antica ritrovata, ripulita per le indagini archeologiche.

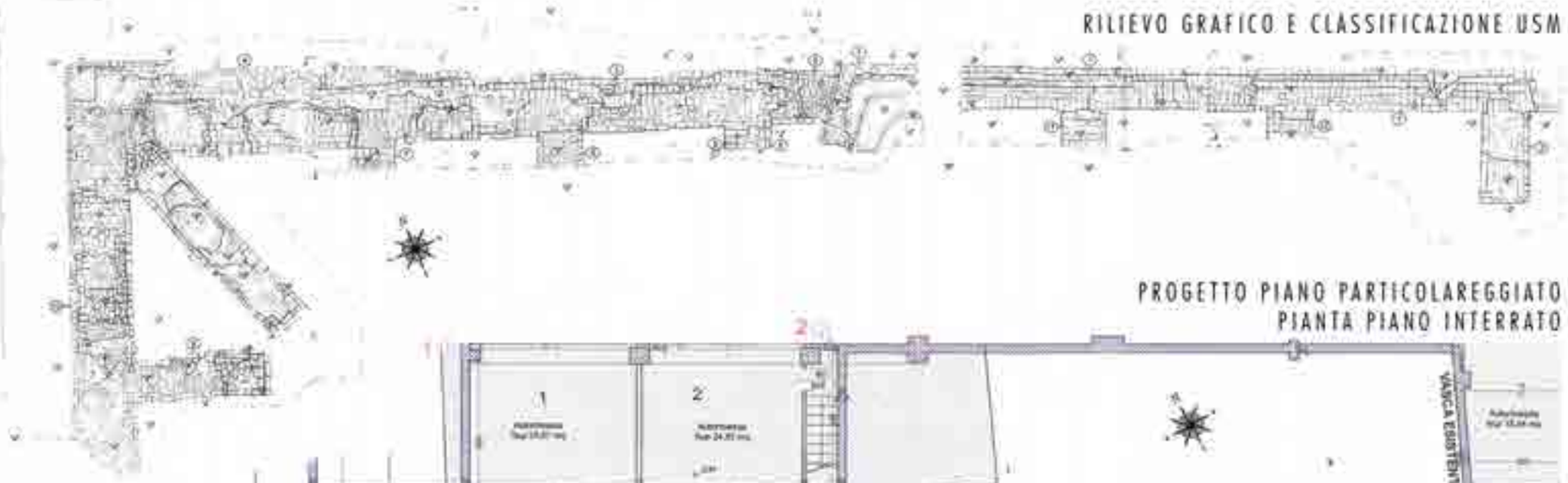
Fig. 1.23 – Ritrovamento antiche fondazione durante gli scavi tra palazzina su Via E. De Amicis e vasche vinarie interrate (sopra) e ripulitura paramenti ritrovati per indagini archeologiche (sotto).

Fig. 1.24 – Ritrovamento antiche fondazioni durante gli scavi tra palazzina su Via E. De Amicis e vasche vinarie interrate e ripulitura paramenti ritrovati per indagini archeologiche.

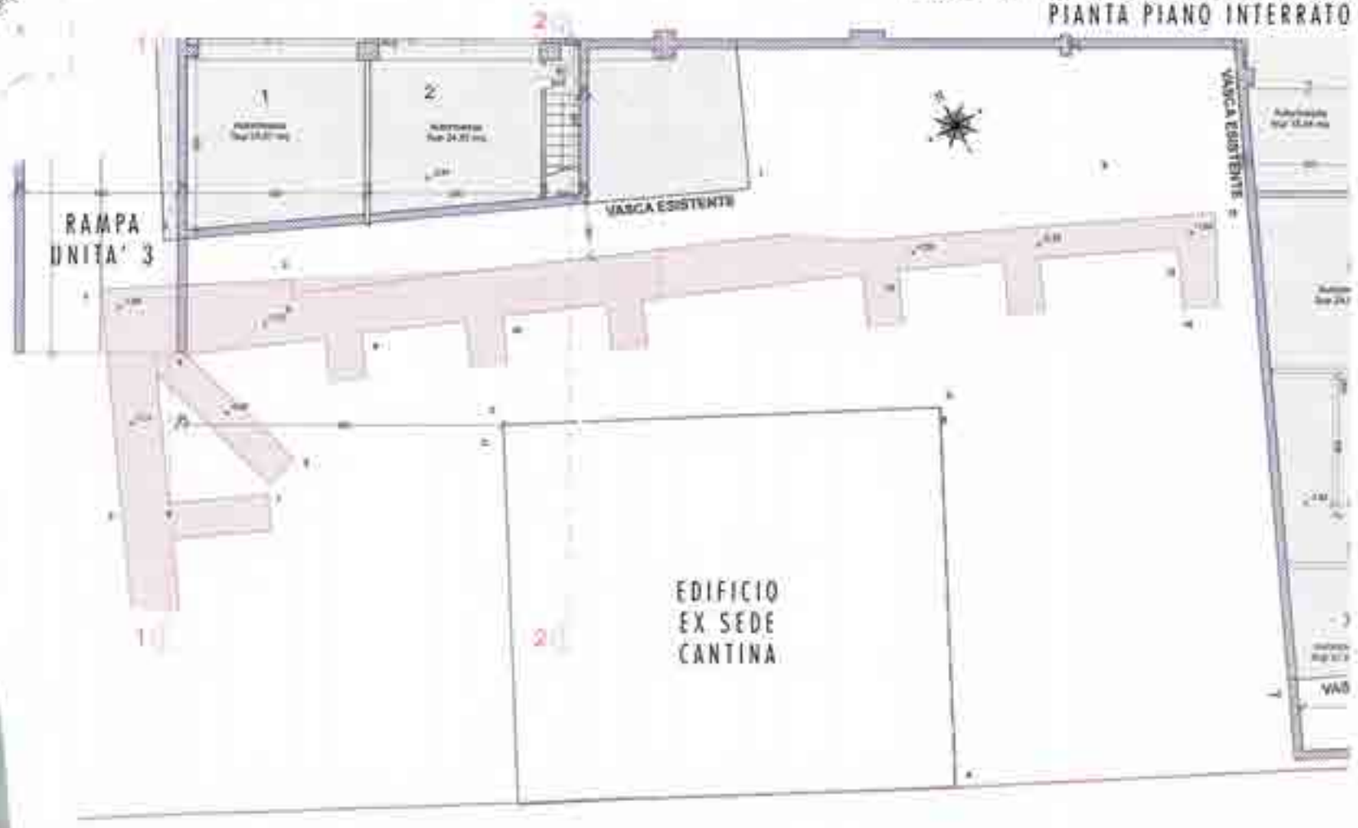
FONDAZIONI ANTICHE MURA

AREA DI SCAVO

RILIEVO GRAFICO E CLASSIFICAZIONE USM



PROGETTO PIANO PARTICOLAREGGIATO
PIANTA PIANO INTERRATO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

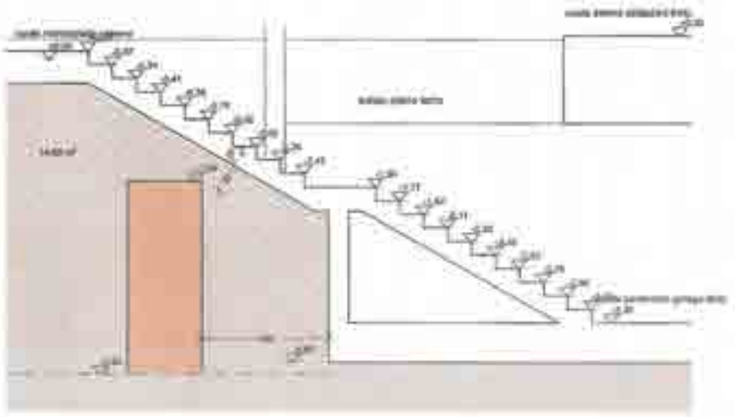
EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

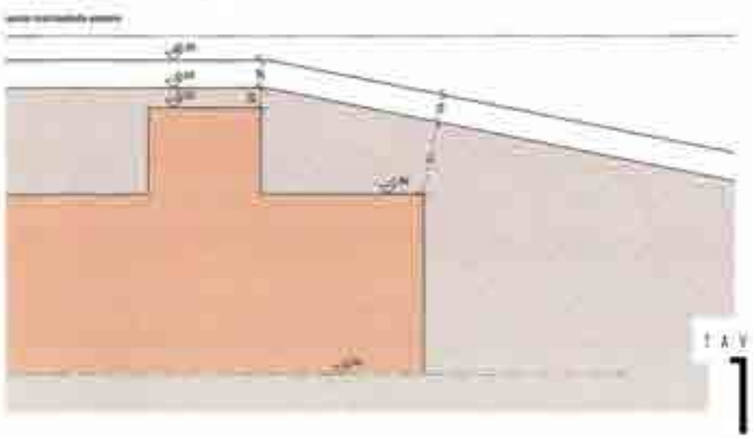
VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

SOLUZIONE PROGETTUALE PER LA TUTELA DEL MANUFATTO DA INTERFERENZE

Sezione 2 sulla scala di servizio



Sezione 1 sulla rampa Unità 3



RITROVAMENTI ARCHEOLOGICI

TAVOLA
13

1.2.11 Stato di fatto post-demolizione

Dopo la demolizione dei capannoni e le indagini archeologiche per il ritrovamento di antiche fondazioni l'area dell'ex Cantina si presentava con una vasta area centrale completamente libera da costruzioni ed enormi vasche interrate in cemento armato, lasciate intatte per favorire i successivi lavori di scavo delle autorimesse interrate del futuro complesso residenziale.
La proprietà era stata acquistata da una società per la quale la cooperativa reggiana UNIECO aveva assunto il compito di realizzare le palazzine e successivamente occuparsi della vendita degli oltre cento appartamenti a pochi passi dal centro storico di Carpi.
Secondo quanto appreso dall'ufficio vendite, troppo scarso era l'interesse da parte dei carpigiani, tanto da raccogliere nell'anno 2008 pochissime richieste di acquisto di appartamenti in quella zona. Colpa probabilmente della crisi economica che stava esplodendo o della posizione a ridosso del passaggio a livello, poco gradita a chi cercava casa. La stessa cooperativa reggiana stava affrontando problemi economici e di conseguenza l'affare edilizio si sgonfiò clamorosamente.
Le operazioni nel cantiere in quel periodo si limitarono a scavi in alcuni punti di indagine per sondare il sottosuolo e verificare la stratigrafia del terreno.
Per quanto riguarda lo stato delle due palazzine vincolate le uniche informazioni ritrovate derivano da un rilevo delle planimetrie effettuato sul finire del 2008. Si nota che le uniche modifiche rispetto alla situazione degli anni novanta si sono riscontrate nella palazzina della sede su Via E. De Amicis. Nello specifico si rileva l'eliminazione al piano terra del paramento di divisione tra l'ufficio a Nord-Ovest e la grande sala angolare per le assemblee. Poiché tutti i muri interni dell'edificio sono strutturalmente portanti venne realizzata una trave in cemento armato a sostegno del paramento dei due piani superiori su cui, a sua volta, poggia la copertura.

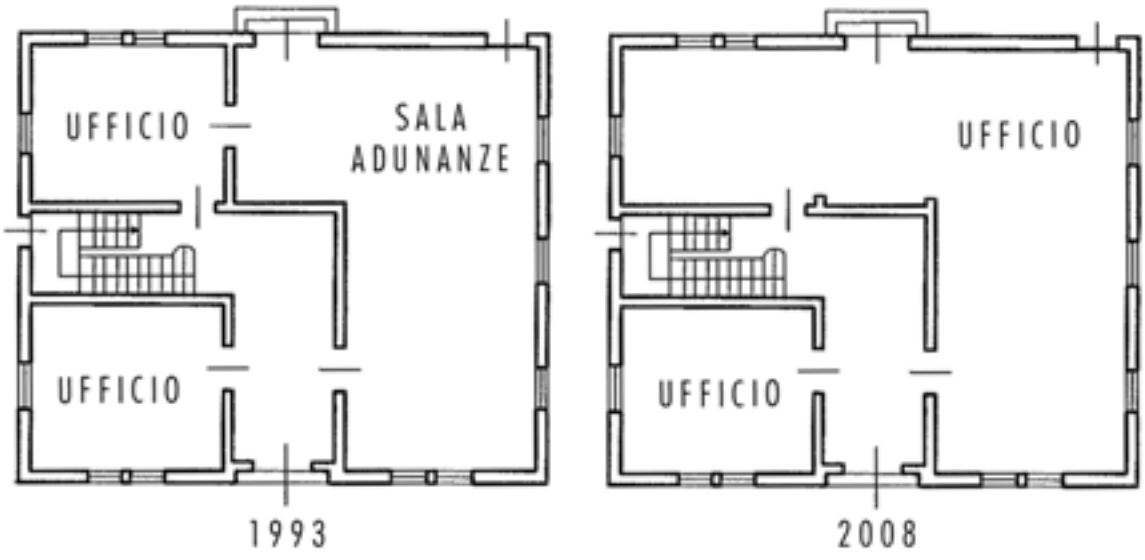


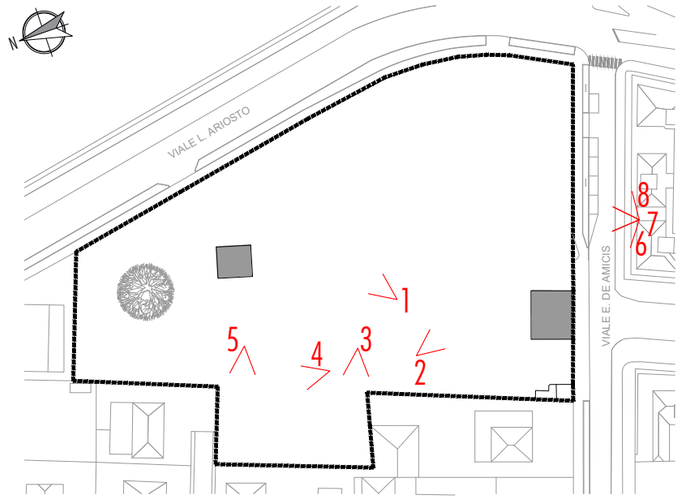
Fig. 1.25 – Confronto tra le piante al piano terra dell'ex sede della Cantina su Via E. De Amicis nel 1993 e nel 2008.

Sul finire del 2008 i lavori nel comparto si erano fermati e l'area viveva in uno stato di abbandono, presentandosi con enormi vasche vuote in attesa di demolizione. In breve tempo le voragini iniziarono a riempirsi di acqua piovana stagnante a causa dei rovesci invernali, tendendo ad una situazione sempre più critica, che avrebbe causato disagi e problemi ai residenti delle strutture adiacenti. Questo stato di abbandono e la permanenza di acqua ferma favorì il proliferare di insetti e zanzare, che nella stagione primaverile seguente invasero tutta la zona, generando mal contento e lamentele da parte dei confinanti il comparto. Inoltre la crescita incontrollata di vegetazione spontanea e i movimenti di terre dovuti agli scavi contribuirono a creare un perfetto habitat per roditori e topi che popolarono il sito causando disagi ai vicini residenti e commercianti.

Nel frattempo l'UNIECO realizzò una serie di modifiche alla distribuzione interna dei vani al Piano Terra dell'edificio affacciato su Via E. De Amicis, per trasformarlo ad uso ufficio.
Il grande salone delle assemblee riassunse approssimativamente le dimensioni originali dell'epoca di costruzione, subendo quindi una divisione dalla parte più a Nord mediante la realizzazione di una tramezza in cartongesso trasversale, al di là della quale vennero ricavati un bagno con relativo antibagno. Sul retro rimase quindi una spaziosa stanza open space sul cui fondo venne ricavato un ulteriore bagno attraverso la costruzione di una tramezza in cartongesso.
Gli ambienti furono risistemati con imbiancatura e stuccatura, vennero installate nuove pavimentazioni nelle zone dei bagni e dell'antibagno, appoggiando le nuove mattonelle direttamente sopra ai pavimenti originali. Vennero installate nuove porte di fattura moderna e un impianto di illuminazione al neon nei soffitti dei tre grandi saloni con collegamenti ed interruttori a vista.
Venne infine realizzata un'ulteriore tramezza divisoria per separare la scala che porta al piano superiore dagli ambienti del Piano Terra, attraversando diagonalmente il vano scala.

A seguito delle lamentele il Comune di Carpi avanzò la richiesta di effettuare una derattizzazione e disinfestazione per bonificare l'area da insetti e roditori, chiedendo alla proprietà di risolvere il problema delle vasche vinarie a cielo aperto. Si proseguì quindi con il riempimento delle vasche con terre derivanti da scavi di altri cantieri risistemando l'intera area e riportando il livello di tutto il comparto al piano campagna. Vennero inoltre installate trappole per estinguere la presenza di roditori e animali del sottosuolo.
Negli anni successivi l'area rimase abbandonata e i lavori non subirono alcun avanzamento, favorendo il crescere rigoglioso ed incontrollato di vegetazione spontanea ed alberi quali pioppi e fichi, soprattutto nelle zone non consolidate delle vasche, che col tempo furono sottoposte ad alterazioni di quota.
Di seguito si riporta la documentazione fotografica dello stato di fatto della proprietà dal 2008 al 2011.

REPORTAGE FOTOGRAFICO (2008 - 2009)



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

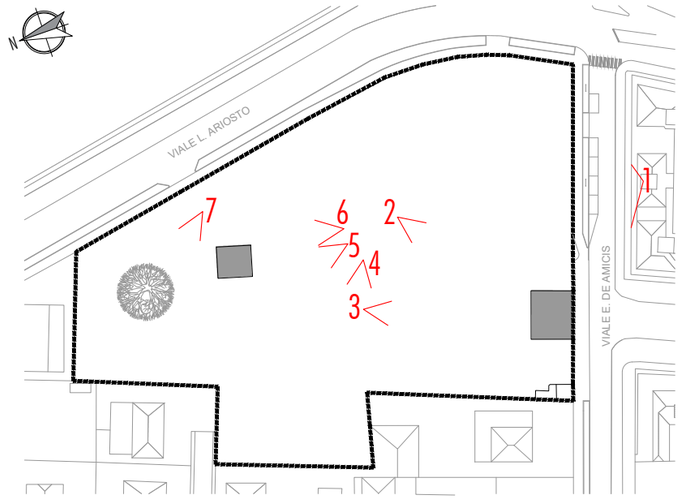
L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

REPORTAGE FOTOGRAFICO

TAVOLA
14

REPORTAGE FOTOGRAFICO (2010 - 2011)



PANORAMICA STATO DI FATTO EX CANTINA DI CARPI GIUGNO 2010

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

REPORTAGE FOTOGRAFICO

TAVOLA
15

Per quanto riguarda i due edifici non subirono modifiche, se non quelle dovute al lento degrado delle parti esposte alle intemperie, fino a maggio del 2012, quando si verificò la parziale caduta del comignolo Sud dell'edificio su Via E. De Amicis a seguito delle forti scosse sismiche. Il terremoto non causò altri danni, né di natura strutturale né di natura estetico-architettonica, nonostante le origini antiche degli edifici.
Tralasciando lo stato di abbandono progressivo che permise la formazione di una piccola boscaglia nelle porzioni più rigogliose, causando anche interferenze con la ciclabile e i passaggi pedonali che cingono l'area, il comparto non subì ulteriori modifiche negli ultimi otto anni.
Vennero proposte svariate soluzioni, differenti dal Piano Particolareggiato approvato, per risolvere il problema di inutilizzo di uno spazio così vasto ai confini del centro storico. Diverse forze politiche proposero la realizzazione di ampio parcheggio per colmare la mancanza di stalli nell'area Nord-Est del centro di Carpi. Si propose anche di sfruttare la vasta superficie libera da edifici per costruire il tanto bramato sottopassaggio di Via F. D. Roosevelt, per risolvere i problemi di attesa e di incolonnamento causati dal passaggio a livello che interseca la linea ferroviaria Verona-Modena.
Uno dei punti nevralgici che costituisce da alcuni decenni un problema irrisolto è appunto il passaggio a livello fra Via Manzoni-Ariosto e Via Roosevelt-Tre Ponti. Secondo l'ingegnere Fernando Lugli, il prospettato intervento si presenta come un'ottima occasione per migliorare la viabilità di questo settore urbano e contribuire alla creazione di posti auto pubblici.

Fig. 1.26 – Vista aerea del progetto proposto dall'ing. Fernando Lugli per il sottopasso in Via Ariosto in sostituzione del passaggio a livello nell'incrocio Via Manzoni, Roosevelt, Tre Ponti, Ariosto.

L'area dell'ex Cantina confina con Via L. Ariosto lungo tutto il lato Est che si sviluppa per quasi 150 metri e la strada in quel tratto è completamente libera da passi carrai e altri ostacoli, poiché sul lato opposto c'è una fascia di verde che affianca la ferrovia. Esiste dunque la possibilità concreta di modificare la carreggiata facendola progressivamente scendere fino alla quota utile per sottopassare la ferrovia pari a circa 5 metri di profondità. A quella quota si potrebbe realizzare una rotatoria e

un comodo accesso per un parcheggio pubblico posto nell'area dell'ex Cantina ad un livello di due piani interrati, ovvero immediatamente inferiore a quello destinato ai parcheggi privati per le nuove abitazioni previste dal progetto edilizio del P.P.6. La dimensione del lotto consentirebbe di ospitare almeno duecento stalli per automobili.
Dalla rotatoria si sottopassa facilmente la ferrovia adiacente e la nuova strada risalirebbe per collegarsi a Via Tre Ponti e a Via F. D. Roosevelt, diventando un utile raccordo con il nuovo quartiere sorto in quella zona. Si potrebbe, di conseguenza, chiudere definitivamente il passaggio a livello di via Manzoni e ridurre adeguatamente la sezione stradale ad un'unica corsia per senso di marcia, aumentando quindi lo spazio verde e quello ciclo-pedonale.

Fig. 1.27 – Vista del progetto proposto dall'ing. Fernando Lugli lungo Via L. Ariosto, con abbassamento del livello stradale fino alla rotatoria di raccordo posta 5 metri al di sotto della piastra pedonale di collegamento.

L'area soprastante la nuova rotatoria si trasformerebbe in un'ampia area pedonale: una grande piazza collegata all'intervento urbanistico P.P.6, che diventerebbe un piacevole spazio di approdo per le ciclabili che già oggi convergono in quella zona, collegando direttamente la piazza Martiri del centro storico alla ciclabile di Via F. D. Roosevelt ed alle ampie aree verdi previste dal vigente piano urbanistico lungo Via Tre Ponti.
L'idea proposta dall'ingegnere presenta però anche punti a sfavore per la fattibilità dell'opera: i costi di realizzazione risultano molto elevati e troppo pesanti da supportare per l'amministrazione comunale, che dovrebbe investire eccessivamente per un intervento di tale impatto; inoltre la presenza di un grande canale parzialmente tombato che costeggia la ferrovia nel tratto in esame genererebbe notevoli problemi per gli scavi e gli abbassamenti di quota dei piani stradali, che imporrebbero la deviazione non poco impegnativa del corso d'acqua.

2 IL RILIEVO

2.1 Le indagini

Le indagini di rilievo dello stato di fatto dell'intera area dell'ex Cantina Sociale di Carpi sono state effettuate a partire da settembre 2018 e sono proseguite fino alla fine dello stesso anno.
Per procedere con metodo sistematico le operazioni di analisi sono state suddivise in fasi, in riferimento alle divisioni in settori del comparto da rilevare.

2.1.1 Inquadramento e sopralluogo

Il primo accesso all'area ha permesso di inquadrare a grandi linee la mole di rilevamenti da effettuare per arrivare ad avere un alto livello di conoscenza di tutti gli elementi che compongo l'intero comparto dell'ex Cantina. Durante il primo sopralluogo, in affiancamento all'Ing. Santi Marc'Aurelio, si è verificato visivamente lo stato di conservazione delle strutture ed eventuali danni dovuti alle intemperie e assestamenti sismici, in modo da garantire il libero accesso a tutti i vani delle due villette in stile liberty e della centrale elettrica, per ottenere rilevamenti completi ed esaustivi.
I punti di accesso all'area comodamente praticabili sono principalmente due. Per quanto riguarda la villetta ex sede amministrativa della Cantina l'accesso ai locali interni, distribuiti su tre piani, è garantito attraverso il portone principale che si affaccia direttamente su Via E. De Amicis. Escludendo la facciata principale Sud completamente accessibile dalla strada, i rilevamenti dei prospetti esterni della villa sono stati difficoltosi, poiché i fronti sono raggiungibili soltanto tramite un altro punto di accesso. L'imponente cancello carraio a due battenti su Via L. Ariosto permette l'accesso a tutta l'area interna, alla seconda villetta vincolata ex laboratorio di analisi e residenza del custode, all'ex cabina elettrica interna ed alle facciate esterne dell'ex sede amministrativa.
In base a questi due punti di accesso si è deciso di suddividere il lavoro di indagine di rilievo.

Prima di procedere alle operazioni di rilevamento in situ, sono state raccolte tutte le informazioni disponibili riguardo l'ex Cantina, dai documenti storici al progetto di piano particolareggiato, dai dati catastali ai vincoli imposti dal Comune di Carpi sulle villette esistenti.
Dal punto di vista catastale il lotto risulta suddiviso in più particelle: la divisione del comparto è avvenuta dopo la demolizione con la creazione di cinque particelle differenti, di cui due in riferimento alle due villette. I confini e i relativi dati di ciascuna particella sono riportati in Tavola 16 di inquadramento.
Nei documenti del catasto fabbricati sono riportate le planimetrie del Piano Terra e Piano Primo dell'edificio ex sede della Cantina e quelle del Piano Terra, Primo e Secondo della villetta al centro dell'area, non aggiornate rispetto alle ultime modifiche effettuate dal 2005 in avanti.
Numerose altre informazione sono state ricavate dalle cartografie comunali presenti nel Sistema Informativo Territoriale di Carpi, consultabile online, attraverso il quale è possibile consultare le cartografie di base con riferimento all'azzonamento del territorio secondo il Piano Regolatore Generale.

Nel Piano Strutturale Comunale è presente un elaborato che riporta la classificazione degli edifici di interesse storico-architettonico e tipologico-testimoniale, nel quale sono presenti le due palazzine dell'ex Cantina. La tipologia di vincolo è indicata nella scheda di ciascun edificio, numerato e classificato in base alla categoria di intervento.
Nelle norme tecniche di attuazione sono indicate le definizioni di restauro scientifico (RS) e restauro e risanamento conservativo (RC) con le distinzioni in base alla tipologia di vincolo (tipo A, B o C).
Per i due edifici presenti nell'area il PSC indica restauro e risanamento conservativo implicando tutti gli interventi che hanno come fine la conservazione delle funzionalità di una struttura, senza modificarne la configurazione e rispettandone gli elementi preesistenti. Nello specifico, il restauro è inteso come un lavoro di recupero applicabile solo agli edifici che abbiano valore storico-artistico e può essere adoperato per apportare modifiche ingenti alla struttura dell'immobile in questione, evitando però di alterare le volumetrie dello stesso. Il risanamento conservativo, invece, è un'attività finalizzata al miglioramento dal punto di vista funzionale, statico e igienico dell'edificio, ammettendo modifiche alla struttura e alla planimetria.
Nelle norme sono indicate tutte le prescrizioni particolari per gli interventi permessi negli edifici con vincolo RCA e RCB.

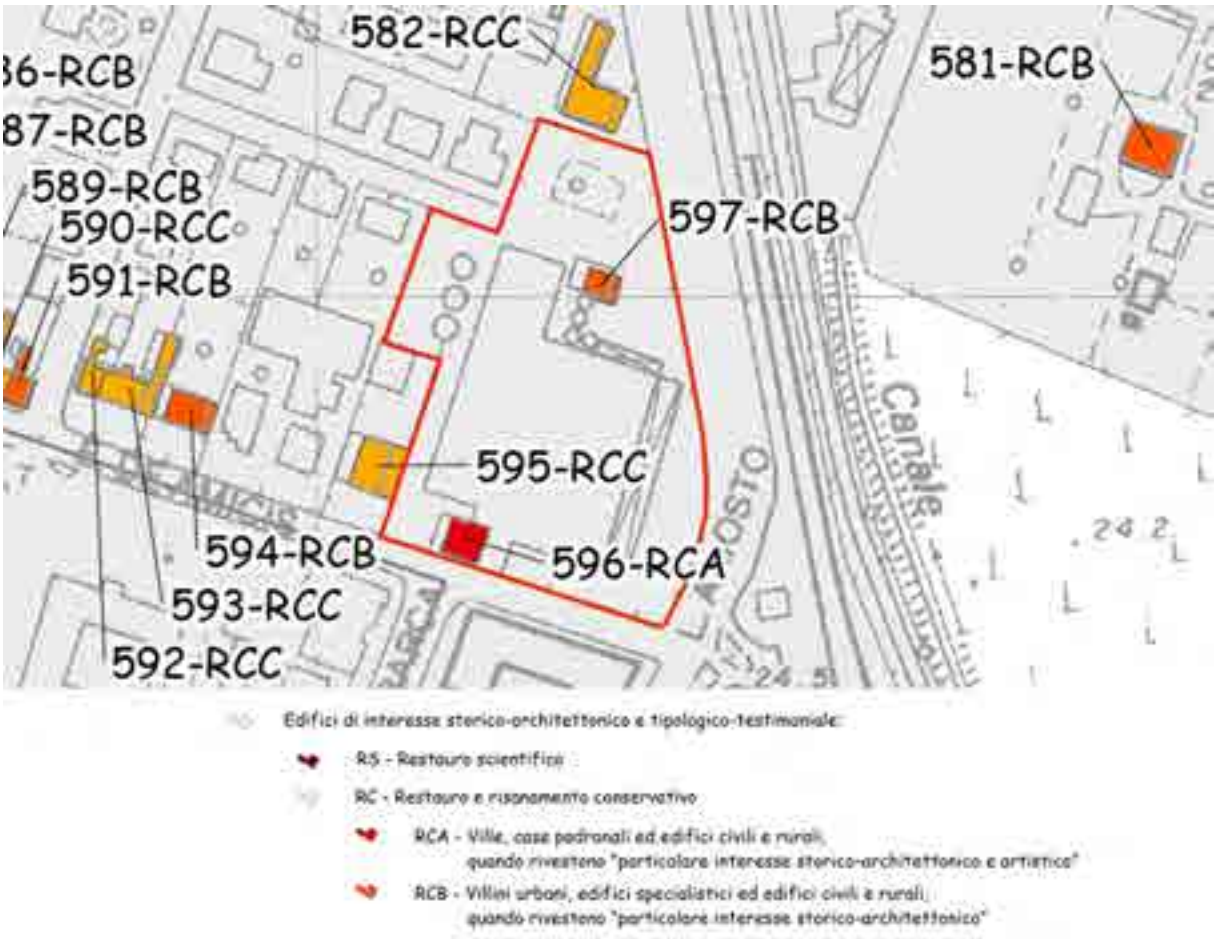


Fig. 2.1 – Elaborato estratto dal PS degli edifici di interesse storico-architettonico e tipologico-testimoniale aggiornato ed approvato al 22/01/2018.

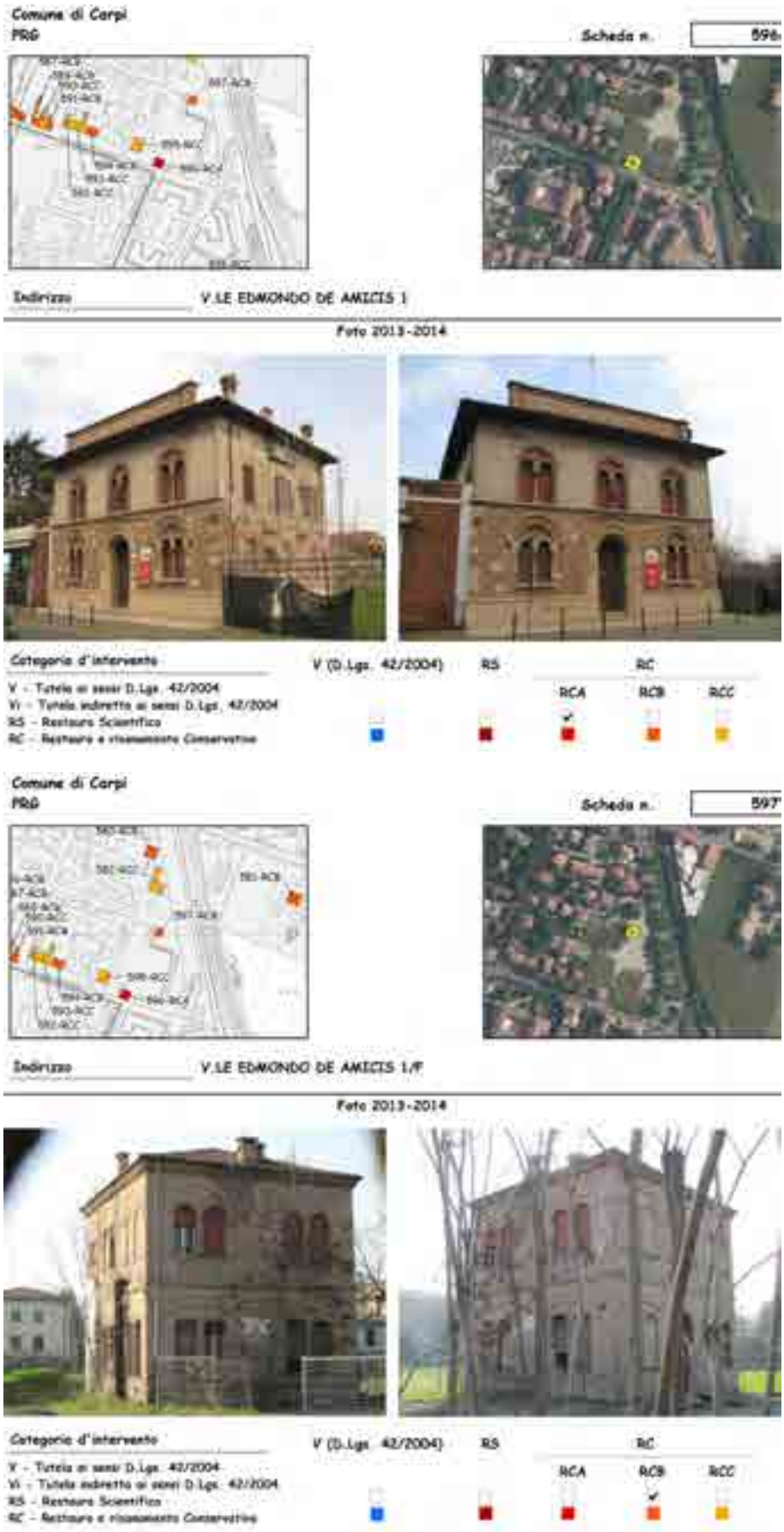


Fig. 2.2 – Schede n. 596 e n. 597 riguardanti i due edifici storici all'interno dell'area in esame con indicata la categoria di intervento imposta dal Piano Strutturale Comunale.

2.1.1.1 Relazione ambientale

Tra i numerosi documenti analizzati per l'inquadramento del sito, di rilevante importanza è la relazione geo-ambientale che sottolinea aspetti importanti in previsione degli interventi previsti dal P.P.6.
Nell'analisi del sito non emergono elementi ostativi di carattere ambientale tenendo conto che la cantina non presenta alcuna cisterna di gasolio od altri contenitori interrati. Gli unici elementi sotterranei presenti sono le cisterne vinarie che non presentano perdite verso l'esterno e non risultano altre sorgenti potenzialmente inquinanti, neppure dall'analisi storica, come cisterne interrate per oli combustibili o altri carburanti. Le vasche vinarie utilizzate fino al trasferimento nel 2003 sono state liberate dal prodotto enologico e lavate accuratamente in modo da evitare formazioni di gas od altri elementi pericolosi che potessero inquinare le falde. Le grandi cisterne sono state chiuse per sicurezza contro eventuali cadute accidentali o ingressi abusivi nella proprietà.
Per quanto riguarda gli scarichi gli edifici sono da sempre allacciati direttamente alla fogna e tutta l'area ha autorizzazione a scaricare le acque reflue. L'impianto di riscaldamento è allacciato alla rete di gas metano e non sono presenti altre cisterne di oli pesanti o simili per la produzione di calore.
Si sottolinea la presenza di un pozzo freatico posizionato nel cortile a Nord della palazzina amministrativa su Via E. De Amicis, per cui è stata necessaria la messa in sicurezza e la conservazione per fini irrigui futuri, secondo di progetto di P.P.6.

2.1.1.2 Relazione geologico-geotecnica

Nel dicembre del 2004 venne eseguito un sopralluogo sull'area in oggetto per effettuare un approfondimento geognostico delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni mediante l'esecuzione di 3 prove penetrometriche statiche spinte ad una profondità di – 15 m dal piano campagna attuale, collocato ad una quota media di 24,5 m s.l.m..
I depositi alluvionali che formano i primi 500 metri del sottosuolo della zona di Carpi sono costituiti da ripetitive sequenze di livelli sostanzialmente argilloso–limosi ai quali si intercalano lenti sabbiose di modesto spessore contraddistinte da una spiccata lenticolarità ed una sensibile discontinuità laterale. La variabilità litologica del territorio è dovuta alle divagazioni dei corsi d'acqua della zona Est ed in particolare modo dal fiume Secchia che scorre pochi chilometri da Est di Carpi.
Attualmente la zona in esame è caratterizzata da una morfologia di tipo pianeggiante blandamente ondulata in senso Ovest-Est con pendenze dell'ordine dell'1-2 ‰.
Per quanto riguarda l'idrogeologia il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di due falde: una falda superficiale impostata nei livelli granulometricamente più grossolani ed alimentata direttamente per infiltrazione superficiale ed un'altra falda, differenziabile a sua volta in falda intermedia e profonda, impostata nei livelli limo-sabbiosi profondi, alimentata dai corsi d'acqua principali e collegata alle circolazioni idriche sotterranee a scala regionale.
La prima falda più superficiale si stabilizza su quote di circa 2,00-2,10 metri dal piano campagna, con escursione stagionale conservativa nel tempo.
Dal punto di vista sismico, all'epoca dell'analisi geotecnica, considerando l'elenco dei terremoti più significativi registrati fino ad allora e la loro scarsa intensità e frequenza, si considerava non

necessario attenersi a vincoli e prescrizioni antisismiche. A seguito degli importanti eventi sismici del maggio 2012, l'area rientra nelle zone ad alta sismicità, così come tutto il Comune di Carpi.
Dal punto di vista litologico i terreni presenti sono costituiti prevalentemente da litotipi argillosi e limoargillosi intercalati solo localmente da livelli prettamente limosi che si ripetono in sequenza monotona fino a fine sondaggio. Complessivamente si rilevano medie caratteristiche geomeccaniche dei terreni indagati i quali sono stati suddivisi in strati geotecnicamente omogenei. Di seguito si riportano i risultati delle tre prove per la caratterizzazione dei parametri geotecnici.

- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA -

da m.	a m.	Qc	g	Id	f	Su	M	OCR	Go	Vs	Cc	Litotipo
0.0	1,6	1,51	18			15	6,6	16,9	8,6	164,3	0,145	argille sabbie
1,6	2,6	0,74	17,9			19,1	3,1	6,9	0	106,4	0,208	argtorb argille
2,6	9,4	1,17	17,8			31,3	4,3	5,3	0	145,9	0,141	argille arglim
9,4	11	1,8	18,1			48,1	5,5	5	0	191,3	0,135	argille limarg
11	15	1,3	17,9			26,8	5,7	2,1	4,3	155,7	0,133	argille limsab

- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA -

da m.	a m.	Qc	g	Id	f	Su	M	OCR	Go	Vs	Cc	Litotipo
0.0	2,8	1,65	18,4			30	7,3	12,6	8,8	181,5	0,099	argille limi
2,8	5,6	1,18	18,1			31,2	4,8	5,5	2	147	0,125	argille limarg
5,6	7,2	2,04	18,3			45,3	7,4	6,6	5,5	208,2	0,119	argille limi
7,2	11,4	1,62	17,9			43,4	5,2	4,6	0	179,7	0,141	argille arglim
11,4	15	1,25	18			32	4,8	2,2	1,4	152,4	0,132	argille arglim

- CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA -

da m.	a m.	Qc	g	Id	f	Su	M	OCR	Go	Vs	Cc	Litotipo
0.0	1,4	1,72	17,8			24,1	5,4	29	0	186,6	0,153	argille argtorb
1,4	4	1,1	18			20,8	6	8,4	4	141,4	0,13	argille limi
4	11,4	1,46	18			35,3	5,5	5,2	2,5	167,9	0,128	argille limi
11,4	12,2	1,17	18,2			16,4	6,9	1,4	9,7	145	0,116	argille limi
12,2	15	1.37	17,9			34,3	5,1	2,6	1,8	161,7	0,13	argille limi

Qc = resistenza alla punta (MPa)
g = peso di volume (kN/mc)
Id = indice di densità (%)
f = angolo d'attrito (°)
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
M = modulo confinato (MPa)
OCR = grado di sovraconsolidamento (-)
Go = modulo di taglio (MPa)
Vs = velocità onde di taglio (m/s)
Cc = indice di compressibilità (-)

Fig. 2.3 – Risultati delle tre prove penetrometriche CPT per la caratterizzazione dei parametri geotecnici.

2.1.1.3 Relazione tecnica quercia

Tra gli allegati al Piano Particolareggiato P.P.6 è presente la relazione tecnica sull'immensa quercia nell'area Nord del comparto dell'ex Cantina. Nel documento redatto nel 2006 sono presenti tutte le informazioni di descrizione dell'esemplare, di adeguate manutenzioni ordinarie e straordinarie per il buon mantenimento dell'albero, in riferimento alle norme e alle procedure da attuare per la salvaguardia della quercia, per la quale lo stesso piano particolareggiato prevede un vincolo di tutela. Oltre alle indicazioni sulle opportune potature stagionali, nella relazione si indicano gli interventi da adottare nel corso dei lavori (di demolizione e costruzione futura) all'interno del cantiere.
La quercia vegeta in uno spazio aperto, su un terreno vegetale. Le parti pavimentate in asfalto più vicine all'esemplare distano dal fusto circa 6 metri, mentre spazi ben più ampi sono disponibili in direzione opposta. L'apparato radicale è sviluppato in modo del tutto normale, naturale e quindi superficiale.

Nome:	FARNIA (Quercus robur var. pedunculata)
Riferimento al censimento del verde del Comune di Carpi:	Scheda n. 249 / II Età stimata: 70 – 75 anni
Dati catastali:	Foglio 119 Mappale 171
Cartografia:	CTR 201091 (scala 1: 5.000) Elemento n. 19 "CARPI EST"

Dimensioni:	**Circonferenza tronco:** alla base (colletto): cfr. cm. 350 a 100 cm. dal colletto: cfr. cm. 260 **Altezza:** metri 16,00 **Altezza primo palco di branche:** metri 2,20 (misurati dal colletto) **Diametro della chioma:** variabile, 15 - 16 metri

Morfologia:	**Fusto:** fusto regolare, diritto. La parte di fusto libera da ramificazioni è molto ridotta (ca. 2 metri). **Chioma:** L'esemplare presenta una morfologia della chioma che non è quella tipica e naturale della quercia; potato presumibilmente in età giovanile nella classica forma ad alberetto con impalcatura bassa, oggi l'esemplare presenta una ramificazione molto sviluppata in direzione orizzontale; ne è testimonianza la larghezza della chioma superiore in alcuni punti all'altezza dell'esemplare. La forma della chioma è quella della "cupola allargata", più ampia e ribassata rispetto alla specie della specie
Stato vegetativo:	**Fusto:** sano, nessun problema evidente di tipo fitosanitario, né danni meccanici apparenti. **Chioma:** la chioma dell' esemplare è generalmente in buone condizioni; si segnalano tuttavia alcuni problemi evidenti soprattutto nei palchi più bassi (cimè) e nelle ramificazioni terminali. Sono anche presenti alcune rotture di branche intermedie per effetto (probabilmente) del peso eccessivo delle ramificazioni stesse. Evidenziati alcuni attacchi fungini localizzati soprattutto su vaste zone di legno morto nei palchi più bassi.
Strato di vegetazione:	**Terreno:** la quercia vegeta da sempre in un'area permeabile lasciata a prato; da memoria riportata non sono mai stati effettuati riporti di terreno nell'area o modifiche del livello. Il suolo è fertile, tendenzialmente di medio impasto.
Note:	la particolare ramificazione, molto estesa orizzontalmente e con zone parzialmente disseccate può portare a rotture di rami e branche a causa di fenomeni meteorici di particolare intensità.

Fig. 2.4 – Scheda descrittiva dell'esemplare arboreo estratta dalla relazione tecnica sulla quercia.

Per la tutela e la salvaguardia della pianta è stata posizionata una recinzione di ampio diametro attorno a tutta l'area della quercia, così come da indicazioni. La relazione tecnica indica inoltre la costruzione di una palizzata infissa nel terreno ed inasportabile, di altezza non inferiore ai 150 cm, al di fuori della linea di proiezione della chioma, con un margine aggiuntivo di sicurezza di circa 1 metro: l'area delimitata è da intendersi come esclusa da ogni attività di cantiere. Si elencano in seguito tutte le particolari procedure da adottare per le eventuali lavorazioni all'interno della recinzione e le situazioni di emergenza in caso di abbassamento del livello della falda acquifera di superficie o danni a parti aeree o ipogee.

Fig. 2.5 – Morfologia della quercia: colletto, tronco, branche, intera pianta.

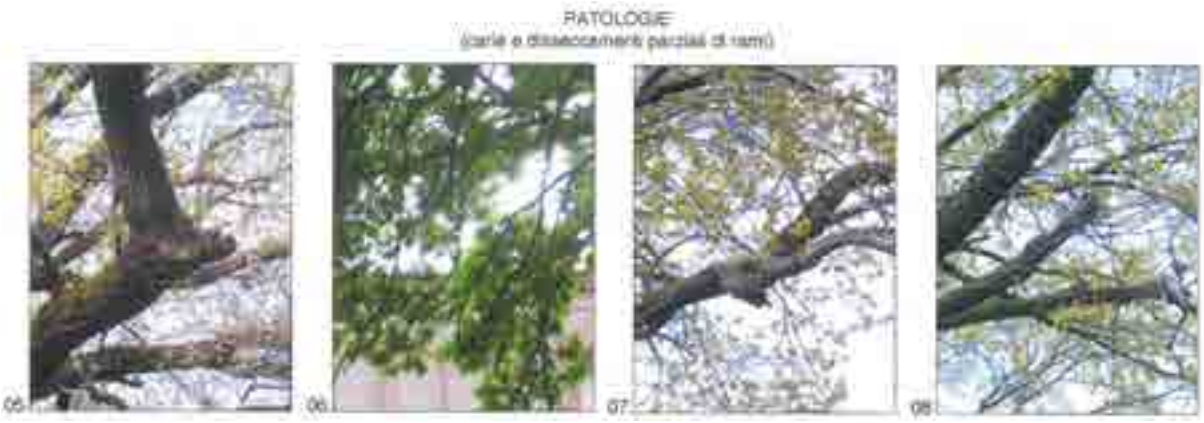


Fig. 2.6 – Patologie della quercia: carie localizzata, disseccamenti terminali, carie in divaricazione, attività fungina su legno morto.

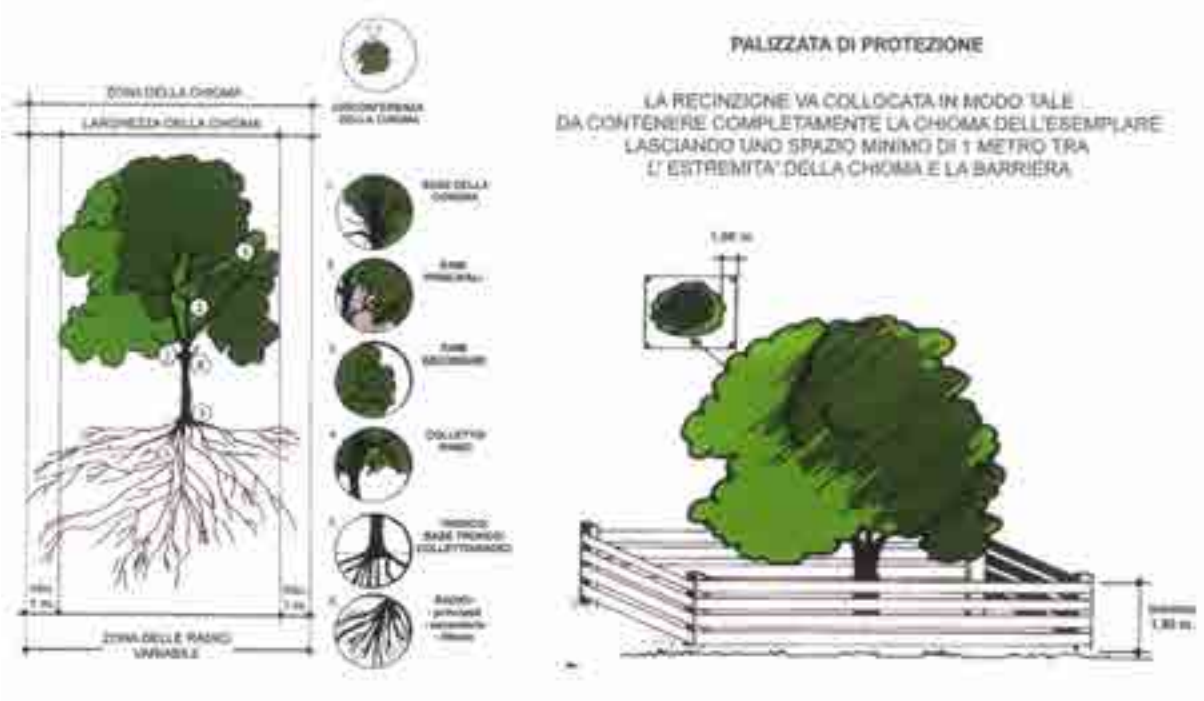


Fig. 2.7 – Parti della pianta e superfici da proteggere mediante la realizzazione di una palizzata.

MAPPA CATASTALE

rapp. 1:1000

FRAZIONAMENTI PARTICELLE CATASTALI

FOGLIO	MAPPALE	AREA	PERIMETRO
119	170	392 mq	80,16 m
119	171	316 mq	72,83 m
119	565	1185 mq	171 m
119	566	100 mq	50,11 m
119	567	8046 mq	586,26 m

AZZONAMENTO PRG

rapp. 1:1000

Legenda PRG

Vincoli PdR1-Territorio

- D.Lgs 42/2004
- D.Lgs 42/2004 - vincolo indiretto
- Restauro Scientifico
- Rest. Conservativo A
- Rest. Conservativo B
- Rest. Conservativo C

CATASTO FABBRICATI

FOGLIO	MAPPALE	AREA	PERIMETRO
119	170	138,5 mq	47,67 m
119	171	96,98 mq	39,47 m

FABBRICATO MAPPALE 170

Tipologia	UE res novecentesche originarie tricellulari
Categoria	RCA - Restauro Conservativo tipo A
Esito	VC - Vincolo Confermato
Scheda	596
Art_NTA	11.04, 11.04.00, 11.04.02
Tema	RCA
Area	122.44715

FABBRICATO MAPPALE 171

Tipologia	UE res novecentesche originarie bicellulari
Categoria	RCB - Restauro Conservativo tipo B
Esito	VC - Vincolo Confermato
Scheda	597
Art_NTA	11.04, 11.04.00, 11.04.03
Tema	RCB
Area	83.72435

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

INQUADRAMENTO

2.1.2 Rilevamenti in situ

Nell'ottobre del 2018 hanno avuto inizio i rilevamenti e le misurazioni per svolgere un'indagine accurata di tutto il comparto dell'ex Cantina Sociale di Carpi.
Le indagini in situ hanno previsto il rilievo in tutti i livelli di approfondimento: rilievo geometrico-architettonico, rilievo strutturale e materico, rilievo tematico e di dettaglio.
Data l'imponente mole di lavoro per la vasta area di analisi si sono organizzate le operazioni in base al metodo e ai mezzi da utilizzare.
Le attività sono state suddivise in diverse fasi per tipologia e zona di analisi, mentre gli strumenti da utilizzare sono stati scelti in base all'oggetto da rilevare.

2.1.2.1 Strumenti e metodi di indagine

Gli strumenti utilizzati nella fase di campagna sono i classici strumenti per il rilevamento diretto: metro a nastro metallico, metro pieghevole in legno, livella torica a bolla d'aria, rotella metrica plastificata, distanziometro telemetro classico ad ultrasuoni con puntatore laser, macchina fotografica digitale automatica, torcia a led, nastro adesivo in carta, materiali per il disegno.
L'utilizzo degli strumenti è stato di volta in volta combinato in base all'abito della fase di rilevamento; negli ambienti interni gli strumenti più utilizzati sono stati il telemetro laser e il metro a nastro metallico, mentre negli ambienti esterni la rotella metrica plastificata e la macchina fotografica per i raddrizzamenti dei fronti degli edifici.
Il metodo di rilevamento applicato si può riassumere nelle classiche procedure.
Facendo riferimento alle planimetrie catastali e alle numerose documentazioni e tavole tecniche storiche, si è svolta una analisi delle parti e degli elementi da rilevare, accompagnati da una serie di fotografie e schizzi di insieme, geometrici e proporzionali. Le operazioni di misura sono iniziate dal rilievo planimetrico: ogni pianta catastale di ciascun edificio è stata utilizzata come base dalla quale partire e fare riferimento per la distribuzione dei vani. Per ogni piano è stato redatto un eidotipo della pianta generale e ogni vano è stato numerato progressivamente. Per ciascuna stanza si è realizzato un eidotipo più specifico in maggior scala raccogliendo tutte le misurazioni relative. I rilevamenti delle lunghezze sono stati effettuati avvalendosi del metodo delle misure parziali integrato da quello delle misure progressive. Nei casi particolari di sguinci, archi o andamenti irregolari è stato utilizzato il metodo per ascisse e ordinate, riconducendo le misure ad un sistema di riferimento ortogonale. Per verificare la buona qualità delle misurazioni in ogni vano è stato utilizzato anche il metodo per trilaterazione, facendo riferimento a punti fissi o provvisori per rilevare tutti gli spigoli della stanza e controllare così la coincidenza delle misure. Sulle sezioni orizzontali sono poi state individuate delle denotazioni per indicare i particolari da rilevare in ogni locale: porte, aperture, finestre, nicchie, rivestimenti o arredi fissi; per ciascuno è stato realizzato un eidotipo specifico e rilevato fino al minimo dettaglio. La stessa procedura si è perseguita per le coperture e dei vani scala, concentrandosi in particolar modo anche sulle altezze e particolari architettonici, avvalendosi della combinazione di tutti i metodi di rilevamento sopra indicati.
Parallelamente all'acquisizione geometrica-architettonica, si è posta l'attenzione anche al rilievo strutturale e materico, procedendo all'individuazione delle strutture portanti e dei materiali di cui sono composte: fondazioni, murature esterne, interne, tamponamenti, solai, setti, sistemi di travi e

coperture sono stati analizzati accuratamente riguardo al tipo di materiale, alla concezione strutturale, allo stato di conservazione e al sistema di collegamento con altre strutture.
Terminata la prima fase geometrico-strutturale, si è ripercorso l'iter di indagine concentrandosi sul rilievo tematico e di dettaglio, analizzando i vari tipi di pavimentazione dal punto di vista materico e dimensionale. Per ogni vano è stato analizzato il tipo di intonaco, spessori e materiali dei rivestimenti verticali, di tutti gli arredi fissi e delle strutture non portanti, concentrandosi in particolar modo su porte e finestre.
Per i rilevamenti dei fronti e delle parti esterne si è seguito un metodo differente: partendo da fotografie centrali su piani paralleli alle facciate dell'oggetto di indagine, sono stati generati dei raddrizzamenti preliminari mediante l'utilizzo di un software per l'elaborazione fotografica; utilizzando questi come eidotipi di base si è effettuato un rilievo diretto, raccogliendo tutte le misure praticabili dall'esterno, per poi inserirle in un software per il raddrizzamento fotografico e ottenere così il prospetto nelle giuste proporzioni e nella scala desiderata.

2.1.2.2 Rilevamenti edificio in Via E. De Amicis, 1

Il fabbricato sito in Via E. De Amicis, 1 era la storica sede dell'ex Cantina Sociale di Carpi e si presenta ad oggi complessivamente in buono stato nonostante l'età della costruzione. Negli anni è diventato un edificio simbolo per i confini del centro storico di Carpi, riconosciuto a livello territoriale come l'emblema della storica Cantina Sociale.
Sin dalla prima analisi si è notato che il buono stato di conservazione e l'assenza di danni dovuti al sisma sono indice di rigore e accuratezza nelle scelte strutturali e nei metodi di costruzione dell'epoca.
La fase di campagna ha avuto inizio all'interno, con l'ispezione dei vani da rilevare al Piano Terra, il controllo dell'accessibilità a tutti i locali e una serie di fotografie panoramiche per avere un quadro di insieme di tutte le stanze.
Si è proceduto quindi a redigere l'eidotipo della pianta del Piano Terra e a numerare tutti i locali in modo da ottenere una pianta generale a cui fare riferimento con i successivi rilevamenti.

Fig. 2.8 – Eidotipo pianta Piano Terra di riferimento e locale numero 1 dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

Per ciascun vano sono stati rilevati tutti gli elementi presenti, indipendentemente dall'altezza alla quale sono collocati, senza trascurare nulla: ogni rivestimento, arredo fisso, porte e finestre sono stati rilevati al dettaglio, con eidotipi dedicati allo studio dei particolari, per ottenere una conoscenza completa dell'esatto stato di fatto.
Per i vani che presentano elementi architettonici o di rivestimenti particolari sono stati redatti eidotipi tridimensionali in assonometria per rendere più chiara la lettura dei dati.

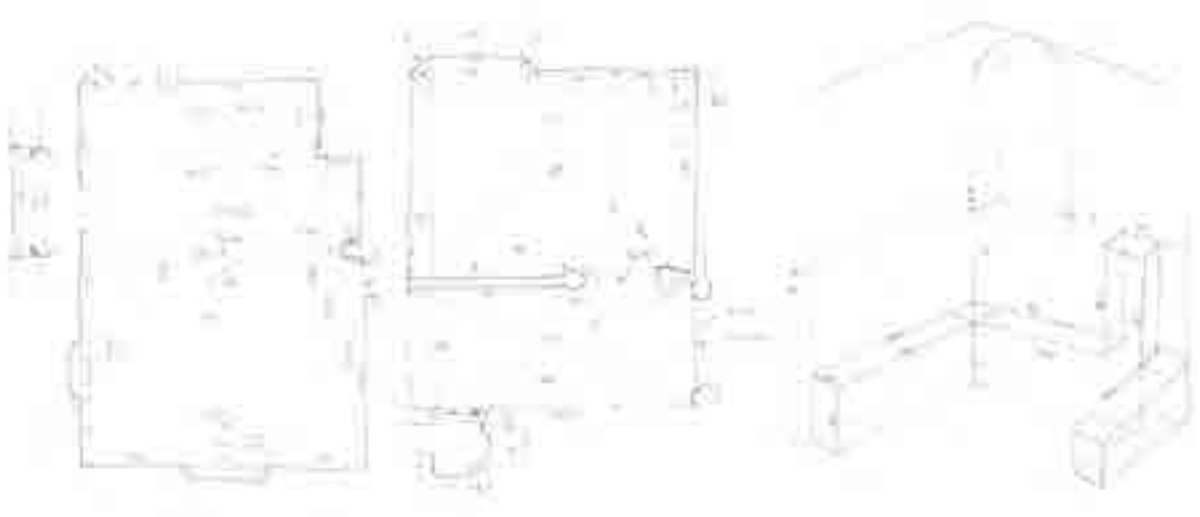


Fig. 2.9 – Eidotipi pianta Piano Terra vani numero 6 e 4+5 dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

Lo stesso procedimento è stato ripetuto per il Piano Primo: eidotipo pianta generale con vani numerati e successivi rilevamenti diretti più specifici per ogni stanza con riferimenti al dettaglio dei particolari.
Anche per l'ultimo piano la procedura seguita è stata la medesima, creando un eidotipo di tutto il sottotetto e suddividendo l'ambiente in tre settori per rilevare misure più specifiche. Poiché questo piano non è mai stato rifinito con intonaci, rivestimenti orizzontali e verticali, l'analisi strutturale è stata molto meno macchinosa rispetto agli altri piani. In particolar modo gli spessori della muratura esterna sono stati facilmente ricavati in corrispondenza delle aperture nel muro Nord, dove è possibile osservare direttamente la sezione del muro in mattoni pieni. Anche per i muri interni di spina la lettura dei prospetti e sezioni ha reso possibile un perfetto approfondimento strutturale, grazie alla totale mancanza dei rivestimenti.
Lo stesso discorso vale anche per la copertura con sistema di travi e travetti in legno collegati da pignatte sottili su cui poggiano i coppi. Sono stati realizzati due eidotipi differenti per tutta l'intera area di copertura: il primo indicante quantitativi e tipologia di trave, in funzione della distanza dai muri perimetrali e di spina; il secondo riportante le altezze nei nodi e nelle varie intersezioni coi muri, in modo da ottenere la pendenza di ogni singolo elemento.
Particolare trattamento è stato riservato al rilevamento del vano scala: un elevato numero di eidotipi sono stati redatti utilizzando tutti i metodi sopra illustrati per rendere più chiara possibile la lettura degli elementi architettonici che compongono la scala. Oltre alle due piante (Piano Terra e Piano Primo) con la numerazione dei gradini e i riferimenti delle prime 4 alzate irregolari sono stati redatti

appunti sui prospetti laterali per raccogliere le altezze di ogni singola pedata e l'andamento delle due volte rampanti.
Gli spessori di solaio sono stati misurati direttamente controllando lo spessore del pianerottolo del Piano Primo e verificando la collimazione delle differenze di quota rilevate nel vano scala. Per il secondo solaio la misura dello spessore è stata ancora più semplice e diretta, grazie al foro nel solaio in corrispondenza della scala retrattile che collega il Piano Primo al Piano Secondo.

Fig. 2.10 – Eidotipo pianta generale Piano Secondo ed eidotipi specifici dei singoli settori dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

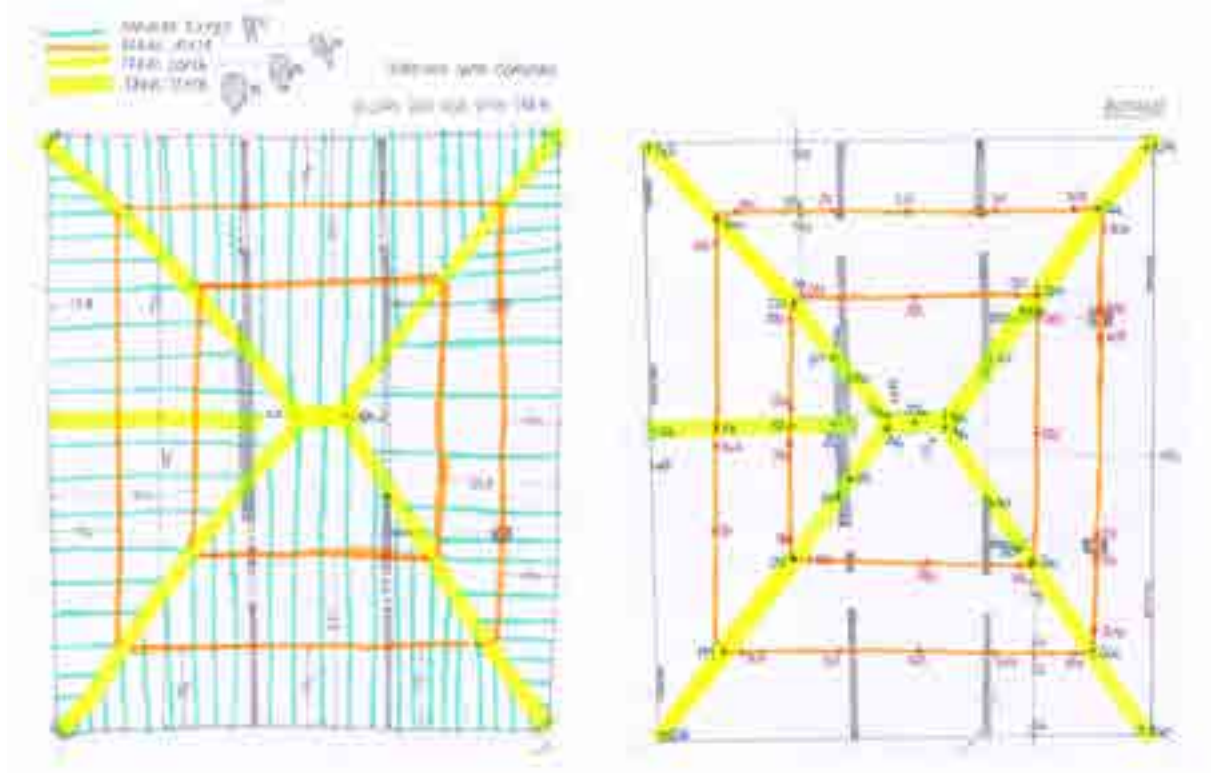


Fig. 2.11 – Classificazione e tracciato delle travi e altezze nelle intersezioni della copertura dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

La fase successiva ha previsto il rilievo dei pavimenti tramite la redazione di nuove piante generali di ciascun piano in cui indicare con riempimenti differenti le varie tipologie di pavimento, riportando in riferimento con apposita nomenclatura il singolo modulo delle mattonelle misurate al dettaglio, allegandone anche fotografie per contraddistinguere colori e materiali.

Fig. 2.12 – Rilevamento dei pavimenti del Piano Terra e Piano Primo dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

Prima di procedere al rilievo dei dettagli degli elementi che si collegando alla parte esterna, si è effettuato un controllo di accertamento delle misure rilevate, concentrandosi in particolar modo nell'ambito strutturale e costruttivo. Attraverso le finestre del Piano Terra e Piano Primo sono stati misurati gli spessori dei muri perimetrali in tutte le facciate e confrontati tra loro, riscontrando una buona collimazione.

Le operazioni di rilievo sono proseguite impegnando l'attenzione sulle aperture della facciata principale su Via E. De Amicis: le bifore del Piano Terra sono state analizzate e rilevate direttamente stilando eidotipi di prospetto interno ed esterno e di sezione orizzontale e verticale, riportando tutte le misure dei particolari e le stratigrafie dei materiali. A causa dell'abbondanza di decori elaborati tipici dello stile liberty, si è reso necessario rilevare al dettaglio ciascuna rifinitura per avere una accettabile corrispondenza tra i rilevamenti.

Lo stesso trattamento è stato riservato al portone principale di ingresso, mediante la stesura di eidotipi di prospetto e di pianta di tutti gli spessori e altezze, controllando le quote di collegamento con il piano di marciapiede esterno.

Per le bifore del piano superiore i rilevamenti diretti sono stati effettuati dall'interno, ultimando il controllo degli spessori della stratigrafia.

Il prospetto Sud dell'edificio è stato rilevato direttamente dal marciapiede esterno per tutti gli elementi ad un'altezza di rilievo praticabile da terra, dati gli strumenti sopra indicati. Si sono mantenuti punti e piani fissi di riferimento, per poter rilevare le altezze dei decori, dei rivestimenti e delle sporgenze dei piani superiori, fino al sotto gronda agganciata al bordo del tetto, mediante l'utilizzo del telemetro laser. Tali misure si sono rese necessarie nella fase di raddrizzamento.

Si è terminato il rilevamento degli interni con l'analisi interna di tutte le aperture sugli altri muri esterni, raccogliendo tutte le informazioni su spessori e materiali.
Per quanto riguarda il rilevamento dei restanti fronti dell'edificio, raggiungibili soltanto dall'area interna del comparto tramite il cancello in Via L. Ariosto, si è proceduto realizzando fotografie centrali su piani paralleli alle tre facciate, cercando di eliminare tutte le interferenze della vegetazione a ridosso dei prospetti. Attraverso l'elaborazione fotografica ottenuta mediante il software Adobe Photoshop sono stati generati raddrizzamenti preliminari non in scala, di chiara lettura e adatti alla registrazione di informazioni, per poi essere utilizzati come eidotipi di base su cui raccogliere tutte le misure rilevabili in modo diretto.

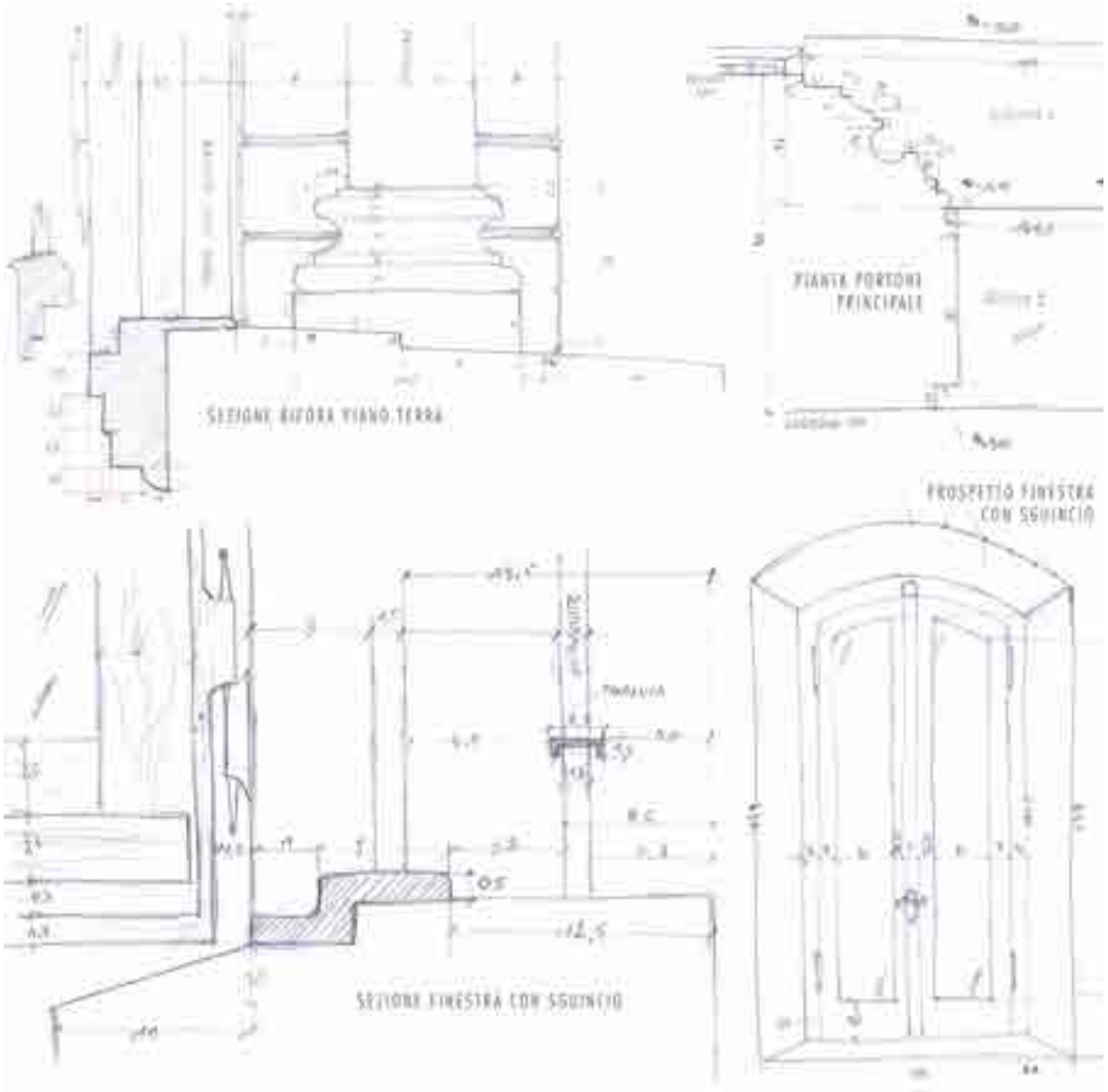


Fig. 2.13 – Eidotipi di dettaglio dei particolari delle aperture sull'esterno nell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

2.1.2.3 Rilevamenti edificio in Via L. Ariosto, 13D

L'unico fabbricato rimasto completamente isolato all'interno del comparto giace in uno stato di totale abbandono e cattiva conservazione delle parti architettoniche e di decoro, mentre la struttura in muratura portante presenta robustezza e limitati danni nonostante l'età della costruzione secolare risalente al 1903.
Da una prima analisi l'edificio mostra danni alla copertura e segni di degrado dovuti agli agenti atmosferici, aggravati dalla mancanza di porte e finestre in alcune delle aperture, un tempo collegati con i capannoni dello stabilimento. Difatti i maggiori deterioramenti si percepiscono nei due fronti Sud e Ovest dove i fabbricati, oggi demoliti, si connettevano all'edificio.
Così come per il primo edificio rilevato, la fase di campagna ha avuto inizio all'interno, con l'ispezione dei vani da rilevare, il controllo dell'accessibilità a tutti i locali e una serie di fotografie generali per avere un quadro di insieme di tutte le stanze.
Dopo aver verificato che la distribuzione dei vani non ha subito variazioni rispetto alle planimetrie catastali recuperate, si è scelto di utilizzare quest'ultime come riferimento principale per ogni piano. La numerazione progressiva dei locali ha rispettato la suddivisione tra abitazione e laboratorio presente al Piano Terra.
Per ciascun vano sono stati rilevati tutti gli elementi presenti, indipendentemente dall'altezza alla quale sono collocati, senza trascurare nulla: ogni rivestimento, arredo fisso, porte e finestre sono stati rilevati al dettaglio, con eidotipi dedicati allo studio dei particolari, per ottenere una conoscenza completa dell'esatto stato di fatto.

Fig. 2.14 – Eidotipi in pianta dei vani numero 1 e 3 al Piano Terra dell'edificio in Via L. Ariosto, 13d.

A differenza dell'altra palazzina, si è proceduto al rilevamento delle finestre e del portone di ingresso all'abitazione, data la comoda possibilità di raggiungere ciascun elemento senza particolari impedimenti, se non quelli generati dalla vegetazione spontanea a ridosso delle facciate.
Si sono redatti eidotipi di prospetto del portone interno ed esterno, di prospetto interno, esterno e in pianta delle bifore con inferiate e murate.

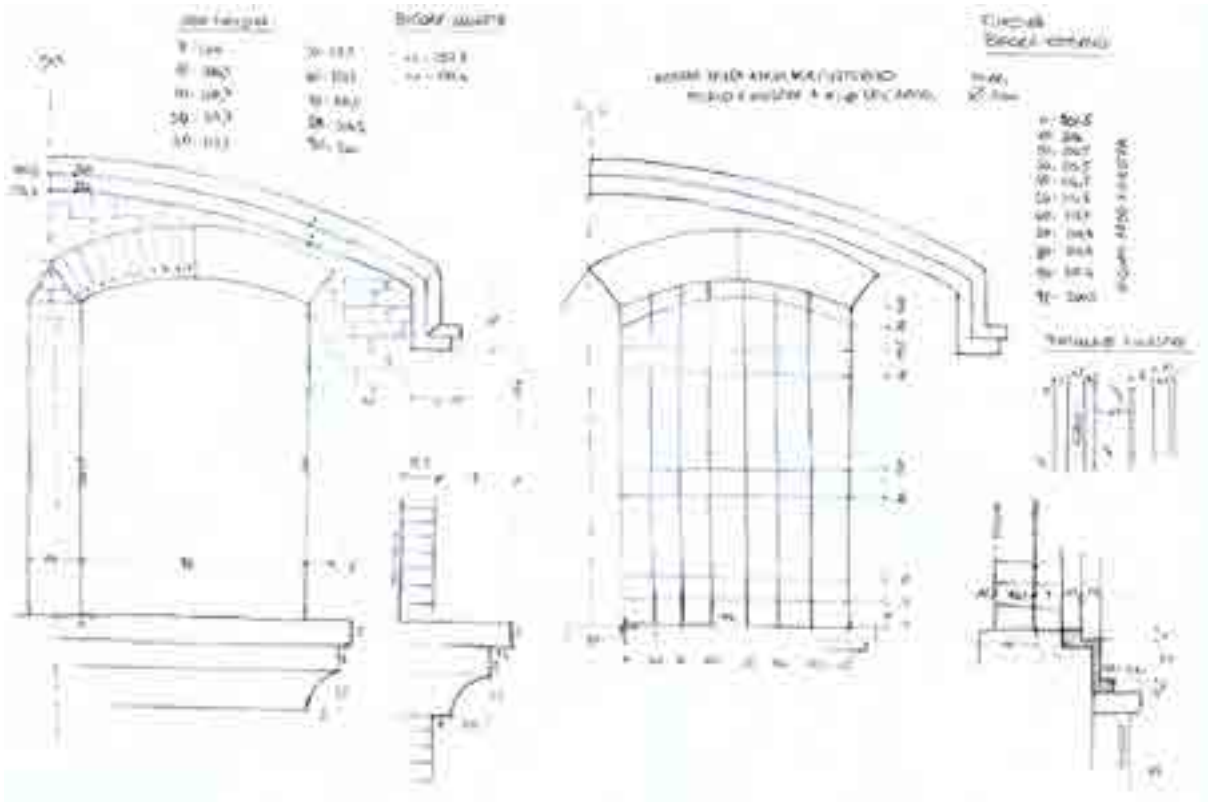


Fig. 2.15 – Eidotipi di prospetto e sezione delle bifore al Piano Terra dell'edificio in Via L. Ariosto, 13d.

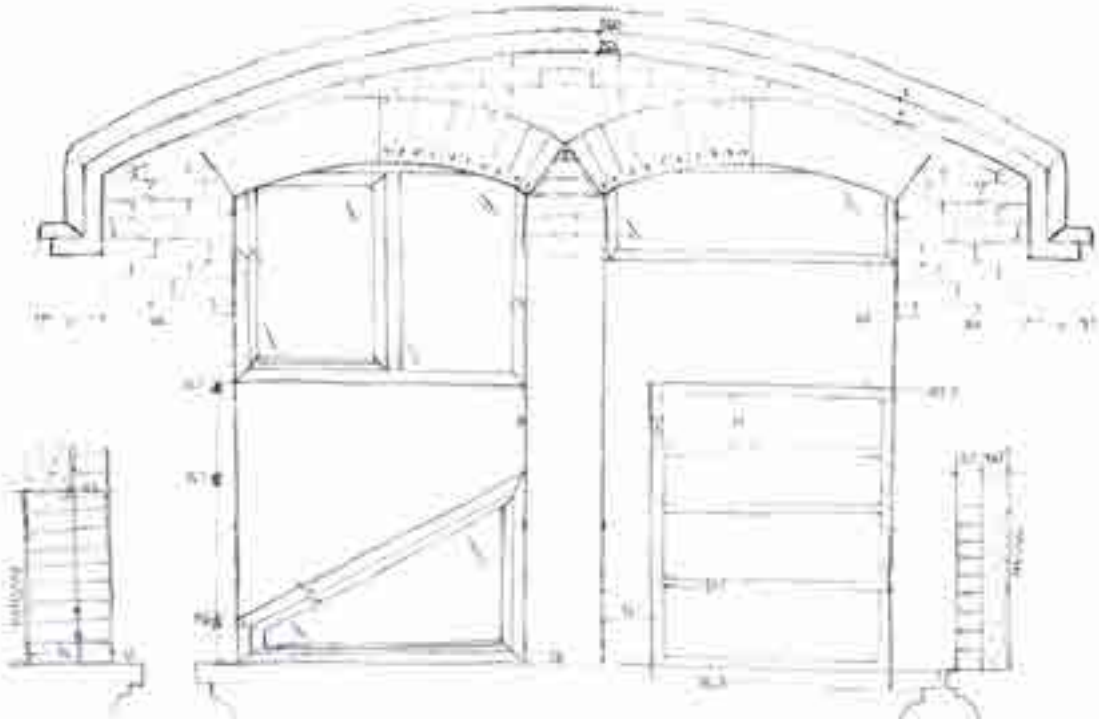


Fig. 2.16 – Eidotipo di prospetto e sezione della bifora del vano scala al Piano Terra dell'edificio in Via L. Ariosto, 13d.

Lo stesso procedimento è stato ripetuto per gli interni dei piani superiori, con numerazione dei vani su planimetria catastale di riferimento e successivi rilevamenti diretti più specifici per ogni stanza con riferimenti al dettaglio dei particolari.
Poiché anche in questo caso l'ultimo piano non è stato rifinito con intonaci, rivestimenti orizzontali e verticali, l'analisi strutturale è stata molto meno macchinosa rispetto agli altri piani, in particolar modo per i muri interni di spina, dove la lettura dei prospetti e delle sezioni ha reso possibile un perfetto approfondimento strutturale.
Lo stesso discorso vale anche per la copertura con sistema di travi e travetti in legno collegati da pignatte sottili su cui poggiano i coppi. Sono stati realizzati due eidotipi differenti per tutta l'intera area di copertura: il primo indicante quantitativi e tipologia di trave, in funzione della distanza dai muri perimetrali e di spina; il secondo riportante le altezze nei nodi e nelle varie intersezioni coi muri, in modo da ottenere la pendenza di ogni singolo elemento.

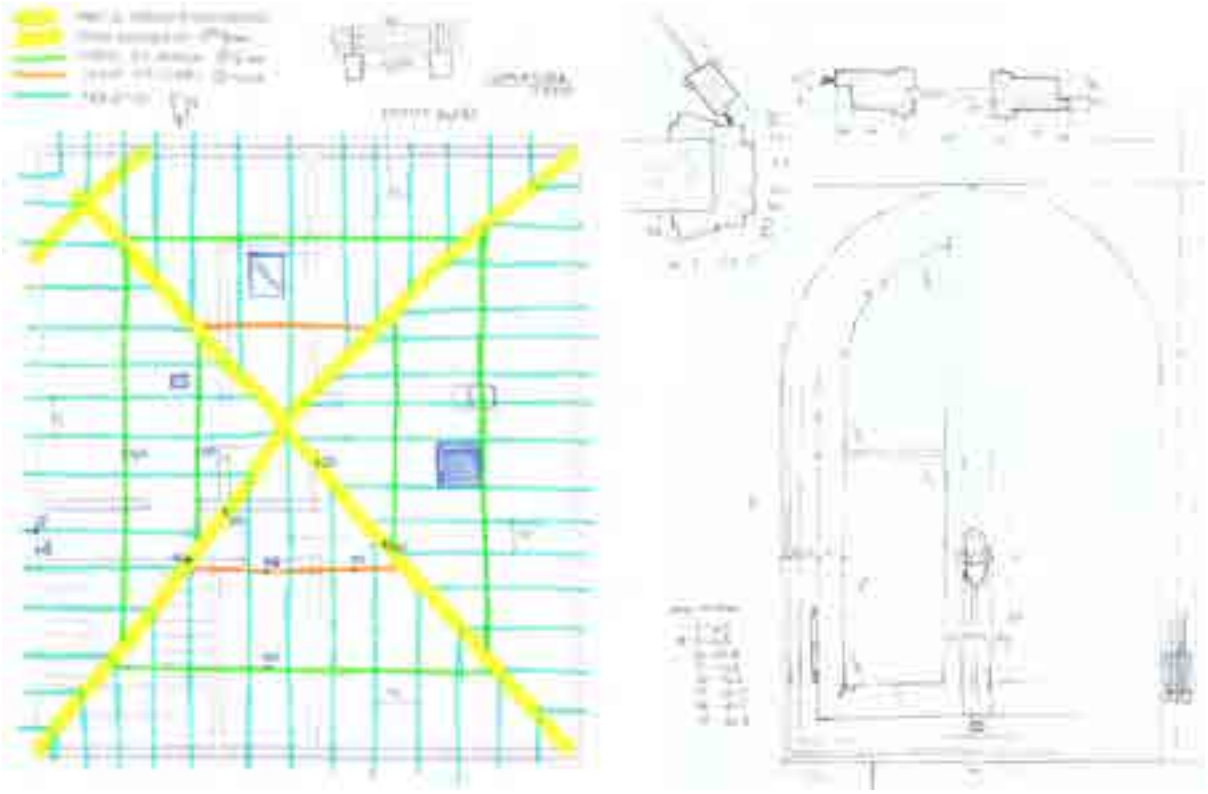


Fig. 2.17 – Eidotipo in pianta della copertura, sezione delle porte a doppio battente, prospetto bifore interno dell'edificio in Via L. Ariosto, 13d.

Particolare trattamento è stato riservato al rilevamento del vano scala: un elevato numero di eidotipi sono stati redatti utilizzando tutti i metodi sopra illustrati per rendere più chiara possibile la lettura degli elementi architettonici che compongono la scala. Per ogni rampa è stato realizzato un eidotipo della vista di prospetto con i riferimenti dal Piano Terra e le altezze delle volte rampanti, oltre alle numerose sezioni orizzontali a varie altezze.
Gli spessori di solaio sono stati misurati direttamente controllando lo spessore dei pianerottoli e verificando la collimazione delle differenze di quota rilevate nel vano scala.
La fase successiva ha previsto il rilievo dei pavimenti tramite la redazione di nuove piante generali di ciascun piano in cui indicare con riempimenti differenti le varie tipologie di pavimento,

riportando in riferimento con apposita nomenclatura il singolo modulo delle mattonelle misurate al dettaglio, allegandone anche fotografie per contraddistinguere colori e materiali.

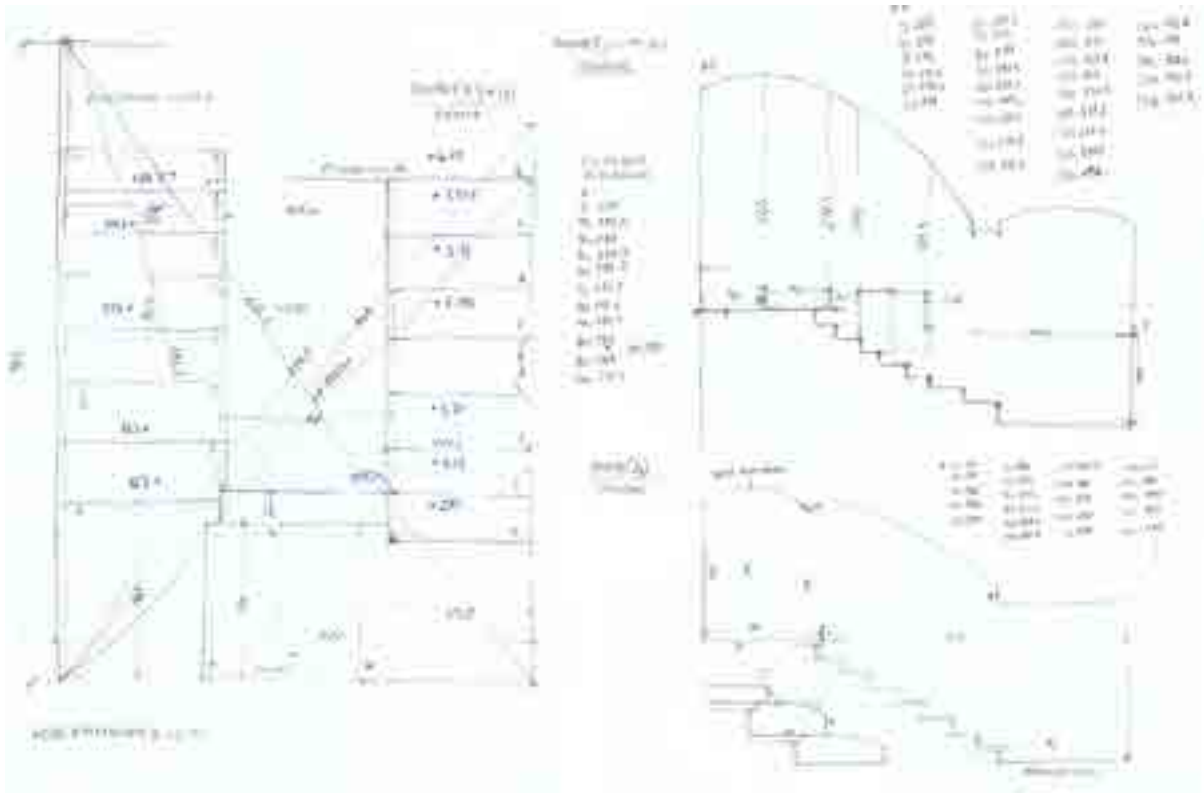


Fig. 2.18 – Eidotipo in pianta del vano scala, sezione della rampa n. 2 e rampa n.4 della scala dell'edificio in Via L. Ariosto, 13d.

Terminati i rilevamenti interni dell'abitazione si è passati all'analisi del laboratorio situato nella parte Sud dell'edificio. Oltre alle due stanze dell'ex laboratorio al Piano Terra, si è proceduto a rilevare anche il vano scala che porta al piano ammezzato ribassato presente solo in questa porzione di edificio. Proprio per questa particolarità sono state misurate accuratamente le altezze totali e gli spessori di solaio per ottenere misure combacianti con le quote del primo solaio dell'abitazione.
Nel piano ribassato ci si è concentrati particolarmente sullo schema strutturale grazie alla mancanza di rivestimenti, con travi e travetti a vista che permettono il rilevamento dei materiali e spessori di solaio non leggibili nella zona abitativa poiché nascosti dal controsoffitto.
Anche per il laboratorio è stato svolto il rilievo dei tematismi tra pavimentazione, rivestimenti verticali e arredi fissi come i banchi di lavoro per le analisi di laboratorio.
Le operazioni sono proseguite all'esterno dell'edificio per le misure perimetrali e tutti gli elementi delle facciate sono stati rilevati con accuratezza. Il prospetto Ovest in cui sono più marcati i segni della demolizione e dei rivestimenti delle pareti è stato rilevato in modo diretto fino alle altezze accessibili da terra. Per gli altri tre prospetti si è proceduto realizzando fotografie centrali su piani paralleli alle facciate, cercando di eliminare tutte le interferenze della vegetazione a ridosso delle pareti. Attraverso l'elaborazione fotografica ottenuta mediante il software Adobe Photoshop sono stati generati raddrizzamenti preliminari non in scala, di chiara lettura e adatti alla registrazione di informazioni, per poi essere utilizzati come eidotipi di base su cui raccogliere tutte le misure rilevabili in modo diretto.

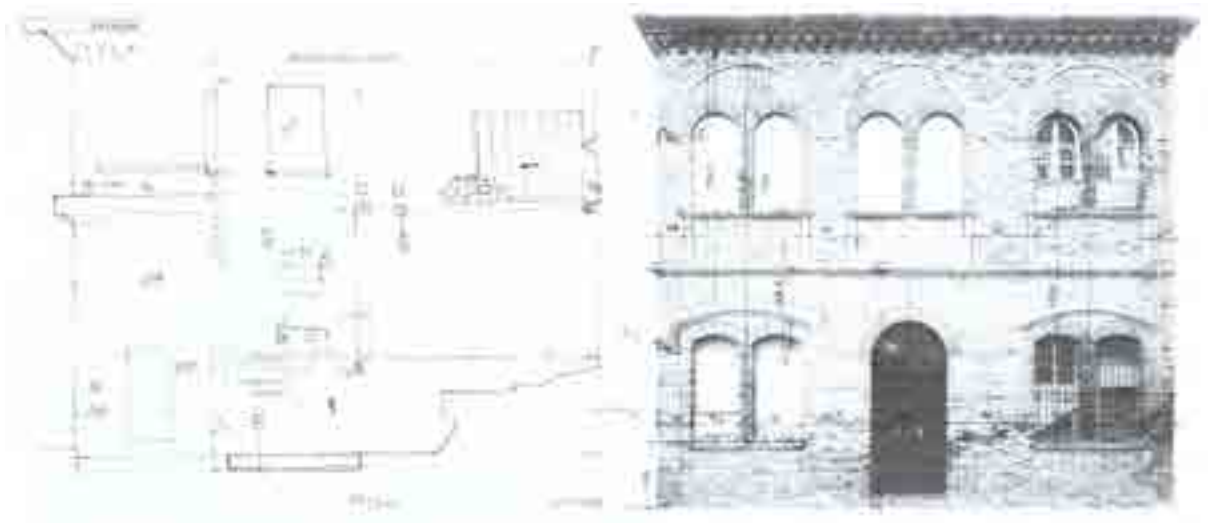


Fig. 2.19 – Eidotipo prospetto Ovest e raddrizzamento preliminare del prospetto Nord dell'edificio in Via L. Ariosto, 13d.

2.1.2.4 Rilevamenti recinzione del comparto

L'ultima fase delle operazioni di campagna ha compreso il rilevamento di tutta la recinzione e delle strutture secondarie presenti nel comparto. Partendo dalla zona a Ovest del primo edificio rilevato, sono state misurate le strutture costituenti l'entrata carraia attraverso il grande cancello su Via E. De Amicis che si collega alla cabina della società elettrica e alla centrale di trasformazione di tensione per l'ex stabilimento costruite a ridosso della recinzione. Si sono elaborati eidotipi di pianta e di prospetto accompagnati da fotografie dei locali interni accessibili e abbandonati dal 2003.
Ripartendo dalla zona Nord-Est ci si è concentrati sulla recinzione che si affaccia su Via L. Ariosto, rilevando lunghezze, altezze, spessori e materiali della rete metallica e della muratura, alternati con schema modulare ripetuto fino all'imponente cancello carraio a due battenti più a Sud. È stato rilevato al dettaglio ogni elemento del cancello e delle massicce colonne in muratura, compreso anche il cancelletto pedonale sul lato sinistro, affianco al quale riprende l'alternanza tra rete in ferro e muratura. I rilevamenti sono proseguiti lungo la recinzione con andamento curvo nella parte più a Sud, che termina, dopo un ulteriore cancello secondario, intersecandosi con la recinzione su Via E. De Amicis.
Le operazioni si sono soffermate sulla facciata esterna della cabina della società elettrica e del cancello carraio sulla destra collegato alla palazzina. Sono stati redatti eidotipi in pianta e in prospetto di tutti gli elementi e rivestimenti. Per chiudere la recinzione su Via E. De Amicis si sono misurati il paramento in muratura alternati da pilastri in cemento armato e il cancello carraio in prossimità dell'angolo con Via L. Ariosto.
Le restanti parti della recinzione sono confinanti con altre proprietà e perciò i rilevamenti sono stati svolti soltanto dall'interno del comparto, per terminare con l'analisi accurata del grande cancello carraio a due battenti su Via G. Maggi.

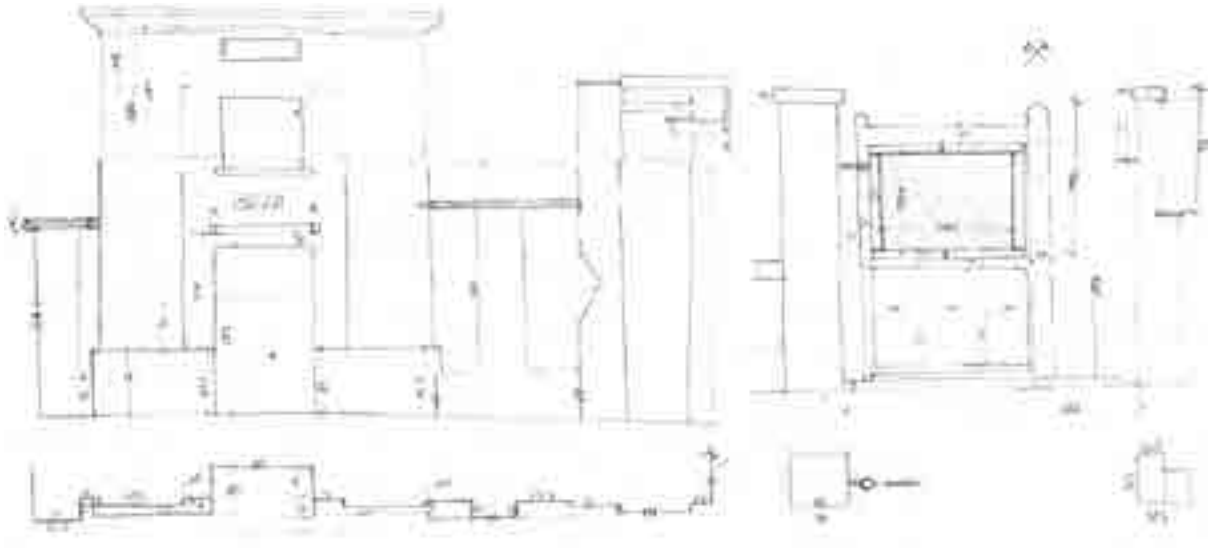


Fig. 2.20 – Eidotipi di prospetto della cabina della società elettrica con recinzione in muratura in Via E. De Amicis e del cancello a due battenti su Via G. Maggi.

2.2 La Restituzione

Una volta raccolte tutte le informazioni necessarie nella fase di indagine, il lavoro si è concentrato sulla fase di restituzione. L'obiettivo del rilievo è fornire una restituzione completa e accurata di ogni edificio ed elemento di dettaglio presente nell'area di indagine dell'ex Cantina Sociale di Carpi. Si è scelto quindi di combinare tutti i rilevamenti effettuati al fine di ottenere una restituzione tridimensionale dell'oggetto di indagine, mediante l'utilizzo di software per l'elaborazione 3D che allo stesso tempo raccolgono tutte le informazioni tecniche dimensionali e le specifiche dei materiali utilizzati. Seguendo questa strategia ogni oggetto restituito si presenta come dal vero, generando una comoda base di partenza per un futuro intervento di progetto di restauro o interventi di ristrutturazione.

2.2.1 Metodi e strumenti di restituzione

Per restituire al meglio gli oggetti di indagine si è scelto di realizzare elaborati tecnici classici bidimensionali per rappresentare viste in pianta, in sezione e di prospetto, nelle scale adeguate che ne permettono l'adeguata lettura. In aggiunta si è scelto di fornire anche elaborati grafici tridimensionali dall'intero comparto fino al particolare di dettaglio architettonico o strutturale.
I dati raccolti sono stati quindi riversati all'interno di software tecnici per poi estrapolare qualsiasi informazione e restituirla in qualsivoglia tipologia.
I software utilizzati per le operazioni sono i classici programmi tecnici per la gestione di un rilievo architettonico e strutturale.
Si è scelto di procedere quindi utilizzando gli applicativi della casa Autodesk più utilizzati nel mondo dell'ingegneria e architettura: Autocad, utilizzato per il disegno bidimensionale, e Revit, impiegato per la rappresentazione tridimensionale e l'inserimento di informazioni tecniche legate agli oggetti creati. Attraverso la combinazione dei due programmi si possono ottenere tavole tecniche in 2D di qualsiasi scala per il rilievo geometrico, architettonico, strutturale e tematico, tavole grafiche in 2D o 3D per lo studio dei materiali sia dal punto di vista estetico che funzionale, rappresentazioni fotorealistiche in 3D (render) e fotoinserimenti di parti progettuali su immagini dal vero.
Oltre ai due software cardine per l'intero lavoro di restituzione sono stati utilizzati anche altri programmi: RDF del laboratorio di fotogrammetria dell'Università IUAV di Venezia, che realizza il raddrizzamento di immagini digitali di oggetti piani, la cui trasformazione proiettiva può essere eseguita per via analitica attraverso il calcolo dei parametri con il metodo dei minimi quadrati o per via geometrica. Nell'immagine corretta è possibile digitalizzare un set di punti in coordinate assolute esportabile nei formati tecnici.
Un altro applicativo impiegato per la fase di restituzione è stato Photoshop della casa Adobe, fondamentale per l'impaginazione finale degli elaborati nonché per la correzione e/o manipolazione di tutte le immagini e fotografie allegate.

2.2.2 Impostazione del procedimento di restituzione

Prima di procedere al disegno tecnico mediante i software, si sono eseguite operazioni preliminari di preparazione e settaggio delle impostazioni del programma che si intende utilizzare.
Innanzitutto si sono realizzate delle piante preliminari del Piano Terra di entrambi gli edifici in esame per controllare la collimazione delle misure rilevate e poter colmare l'eventuale mancanza di dati raccolti con appositi sopralluoghi in sito. L'obiettivo di questa prima fase è principalmente tracciare a grandi linee la posizione e gli spessori dei muri portanti esterni e di spina, la linearità dei paramenti, gli spessori e le aperture sull'esterno da tenere come riferimento di base su cui costruire tutto l'edificio. Considerando un'incertezza di misura del centimetro, si sono poi delineate le piante dei piani superiori per verificare la corrispondenza del perimetro esterno e della posizione dei muri portanti. Questo passaggio è stato fondamentale per avere un sicuro e giusto appoggio a cui fare riferimento durante il lavoro sul disegno tridimensionale, potendo inserire le piante ai livelli corrispondenti.
Nel passaggio successivo si sono calcolati gli angoli di inclinazione rispetto al Nord e alle due vie che cingono il comparto, Via E. De Amicis e Via L. Ariosto. Utilizzando i dati raccolti nella fase di campagna, le informazioni presenti nelle carte catastali e le viste aeree estratte da Google Earth si sono ricavate le definitive posizioni e inclinazioni dei fabbricati e della recinzione.

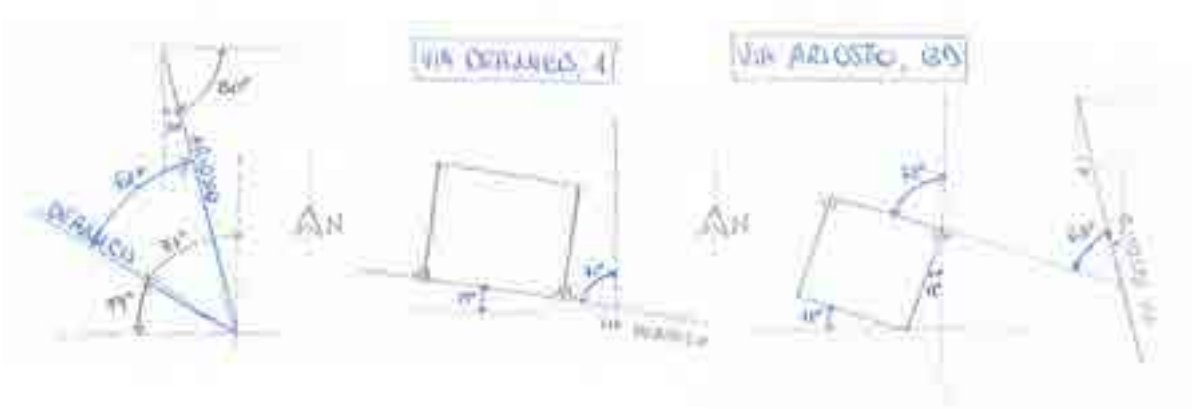


Fig. 2.21 – Angoli di inclinazione delle vie e dei fabbricati del comparto rispetto al Nord.

Una volta stabilito l'utilizzo del software Revit Autodesk per la riproduzione tridimensionale dell'intero comparto, prima di iniziare a disegnare gli elementi in 3D è necessario settare tutta l'organizzazione del lavoro di restituzione. I punti fondamentali da stabilire preliminarmente sono:

- Livelli: definiti generalmente la distanza verticale tra un pavimento e quello successivo, sono i riferimenti cardine di tutto il progetto, su cui basare la creazione di tutti gli elementi e gestire al meglio il loro inserimento nello spazio. Ogni livello ha una corrispondente vista in pianta con tutte le proprietà che ne consegue. I livelli sono piani orizzontali finiti che fungono anche da riferimento per gli elementi ospitati nei livelli stessi.

- Spessori: stabilire a grandi linee gli spessori degli elementi principali quali muri, paramenti, solai e copertura è utile per avere un quadro d'insieme delle dimensioni in cui lavorare.

Dalle misure rilevate si sono ricavate tutte le altezze degli ambienti e gli spessori di solaio, considerando eventuali controsoffitti, per ottenere una distribuzione verticale definitiva dei piani di lavoro. Sono stati fatti numerosi controlli e verifiche delle quote: nel vano scala sono state misurate le differenze tra il Piano Terra e il Piano Primo rispetto al soffitto del Piano Secondo e allo spessore del primo solaio; un'altra verifica si è effettuata calcolando le altezze di base delle finestre (attacco del davanzale) rispetto all'interno e all'esterno, controllando la perfetta collimazione. Per avere un riscontro positivo per stabilire definitivamente le altezze dei livelli del progetto sono state verificate ulteriormente le misure verticali attraverso raddrizzamenti dei prospetti delle facciate degli edifici, in scala e direttamente misurabili sull'immagine raddrizzata.

2.2.2.1 Raddrizzamenti prospetti

Per ricavare le misure di tutti gli elementi presenti sulle facciate degli edifici, indipendentemente dall'altezza, si è scelto di generare dei raddrizzamenti in scala dei prospetti partendo da fotografie centrali parallele ai fronti. Per effettuare la procedura è stato utilizzato l'applicativo RDF del laboratorio di fotogrammetria dell'Università IUAV di Venezia, che realizza il raddrizzamento di immagini digitali di oggetti piani, restituendo un'immagine corretta digitalizzabile in un un set di punti in coordinate assolute esportabile nei formati tecnici.
Nel seguito si fa riferimento al prospetto Sud dell'edificio in Via E. De Amicis 1, il primo prospetto raddrizzato; la stessa procedura è stata applicata a tutti gli altri fronti.
I passaggi operati hanno seguito le indicazioni riportate nelle linee guida.

- È stato innanzitutto scelto un sistema di coordinate x-y con centro corrispondente allo spigolo inferiore sinistro della facciata (0,0).
- Affinché il raddrizzamento fosse attendibile, è stato necessario inserire almeno 4 punti di riferimento misurati direttamente sui fronti, da inserire come appoggio sui bordi del prospetto.
- Per ottenere un raddrizzamento il più preciso possibile, nella tabella Coordinate Oggetto sono state inserite le coordinate di 16 punti numerati, misurati direttamente.
- Si è eseguita poi la collimazione dei punti sull'immagine, creando la tabella Coordinate Immagine, cliccando sull'immagine i punti corrispondenti alle coordinate inserite, indicandone il numero corrispondente.
- È stata calcolata la tabella Coordinate Unione che riferisce ogni coppia di coordinate ad un pixel preciso sull'immagine.
- Attraverso la tabella dei Residui si sono controllati e rimossi eventuali errori troppo accentuati.
- Scegliendo il tipo di interpolazione bilineare, è stata disegnata l'area di ricampionamento e fissata la scala dell'immagine restituita.
- Attivando il comando RDF si ottiene l'immagine raddrizzata ed utilizzando la funzione Restituzione si possono misurare le distanze sull'immagine.

Le immagini finali ottenute sono state utilizzate per misurare la posizione di tutti gli elementi non raggiungibili dal vero ed inserirli nel disegno 3D.

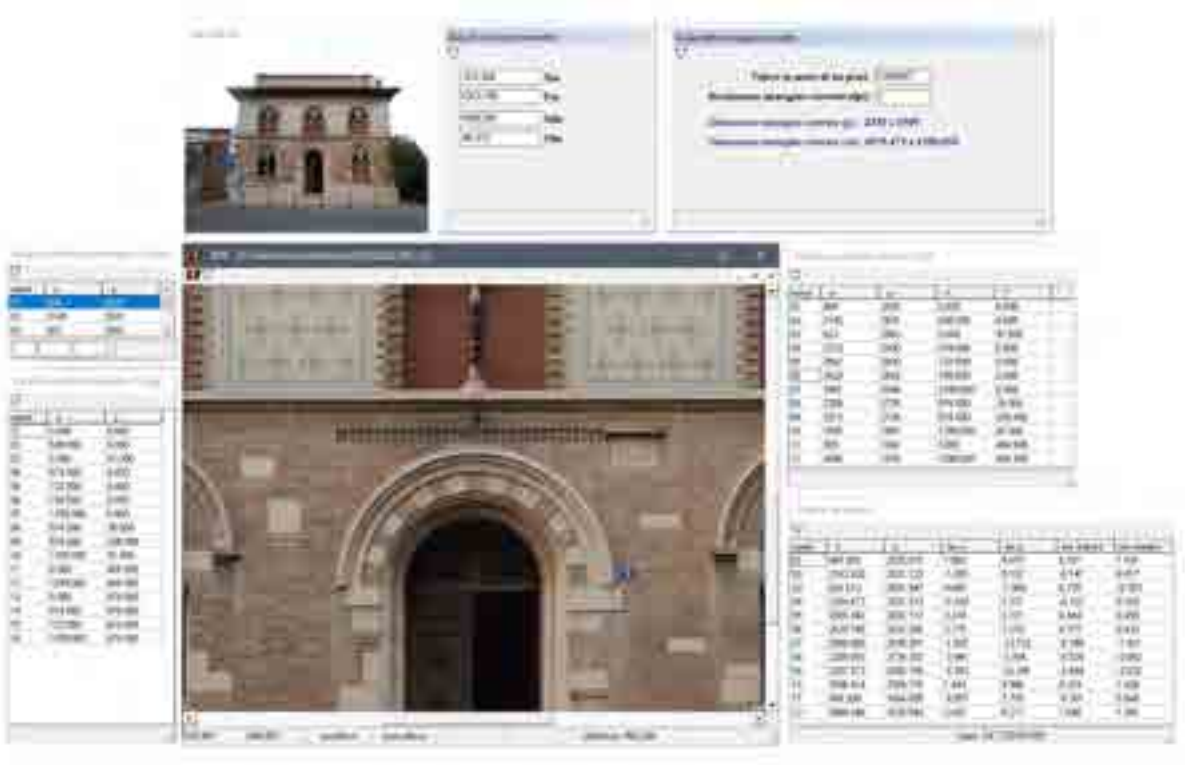


Fig. 2.22 – Tabelle coordinate oggetto e immagine per il raddrizzamento del prospetto Sud dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

Fig. 2.23 – Fotografia dal vero e immagine raddrizzata del prospetto Sud dell'edificio in Via E. De Amicis, 1.

La medesima procedura di raddrizzamento è stata seguita per tutti i fronti dei due edifici presenti nel comparto in esame. Di seguito si riportano i prospetti raddrizzati degli edifici in Via E. De Amicis 1 e in Via L. Ariosto 13d.

Fig. 2.23 – Raddrizzamento dei fronti dell'edificio in Via E. De Amicis 1 (sopra) e dell'edificio in Via L. Ariosto 13d (sotto).

2.2.2.2 Definizione livelli

Stabilite le altezze dei livelli dei singoli edifici è stato necessario inserirle rispetto un riferimento fisso esterno, poiché la quota del pavimento del Piano Terra dei due edifici non coincide.
Utilizzando i rilievi altimetrici effettuati dai tecnici progettisti del piano particolareggiato P.P.6, si sono ricavate le quote dei punti significativi di contorno ai due edifici, riferiti alle quote zero dei pavimenti interni.
Per misurare la differenza di quota tra i due tipi di altezze rilevate è stata calcolata la pendenza della strada E. De Amicis, basandosi sui rilievi del muro di recinzione: dalla triangolazione di lunghezze e altezze degli elementi la pendenza ricavata risulta pari a 0,85%.
La differenza di quota tra il Piano Terra di Via E. De Amicis 1 e lo spigolo Sud-Est della recinzione è pari a 78 cm.
Considerando che il Piano Terra dell'edificio in Via L. Ariosto 13d si trova a +11cm rispetto allo spigolo Sud-Est della recinzione, la differenza tra i livelli zero dei due edifici è pari a 67cm.

PT – De Amicis = +0,00 m
PT – Ariosto = -0,67 m

Sulla base dei rilevamenti si sono stabilite le altezze definitive di tutti i vani dell'edificio, cercando collimazione con la linearità dei solai e controllando la presenza di controsoffitti.
Per entrambi gli edifici si sono definiti gli spessori di tutti i solai e degli elementi strutturali della copertura, in modo da poter calcolare l'altezza del colmo del tetto e le pendenze delle travi, ricavate dai disegni in pianta e dai profili paralleli ad esse.

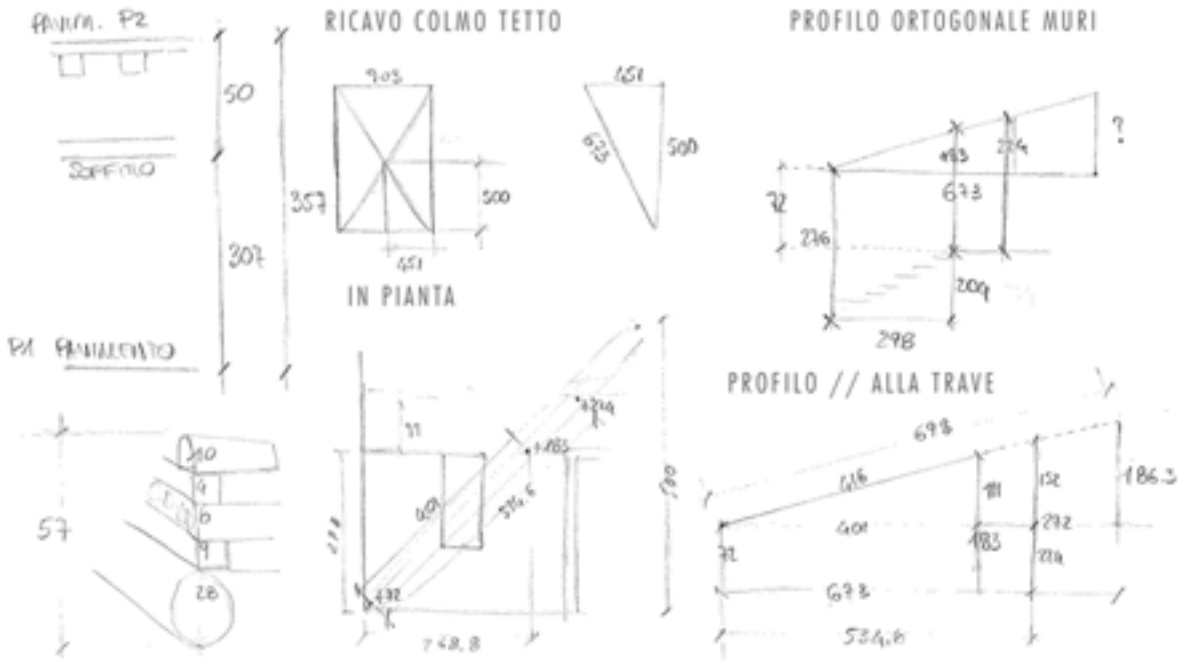


Fig. 2.24 – Esempio di definizione di spessori e di pendenza delle travi partendo dalle misure rilevate.

Una particolarità dell'edificio in Via L. Ariosto 13d è la divisione trasversale del Piano Terra in due ambienti differenti: abitazione e laboratorio. La parte del laboratorio presenta un livello del solaio

controterra più basso rispetto alla parte abitativa. Inoltre i soffitti sono molto ribassati in una parte del laboratorio per permettere l'inserimento di un piano ammezzato utilizzato come ripostiglio.
Per questi motivi sono stati ricavate tutte le differenze tra i livelli delle due parti dell'edificio tenendo come riferimento i prospetti esterni dell'edificio, che, a differenza dell'interno, presenta continuità e linearità negli elementi. Confrontando le altezze dei davanzali delle due bifore nel prospetto Est rispetto ai pavimenti degli ambienti interni si ricava una differenza tra i livelli del Piano Terra abitazione-laboratorio pari a 17 cm. Da questo dato sono state ricavate le altezze dei vani e gli spessori dei solai, differenti tra piano ammezzato e vano scala, fino ad arrivare al soffitto privo di controsoffitto in questi ambienti, che permette di verificare la continuità lineare del solaio del Piano Primo, comune per tutto l'edificio.

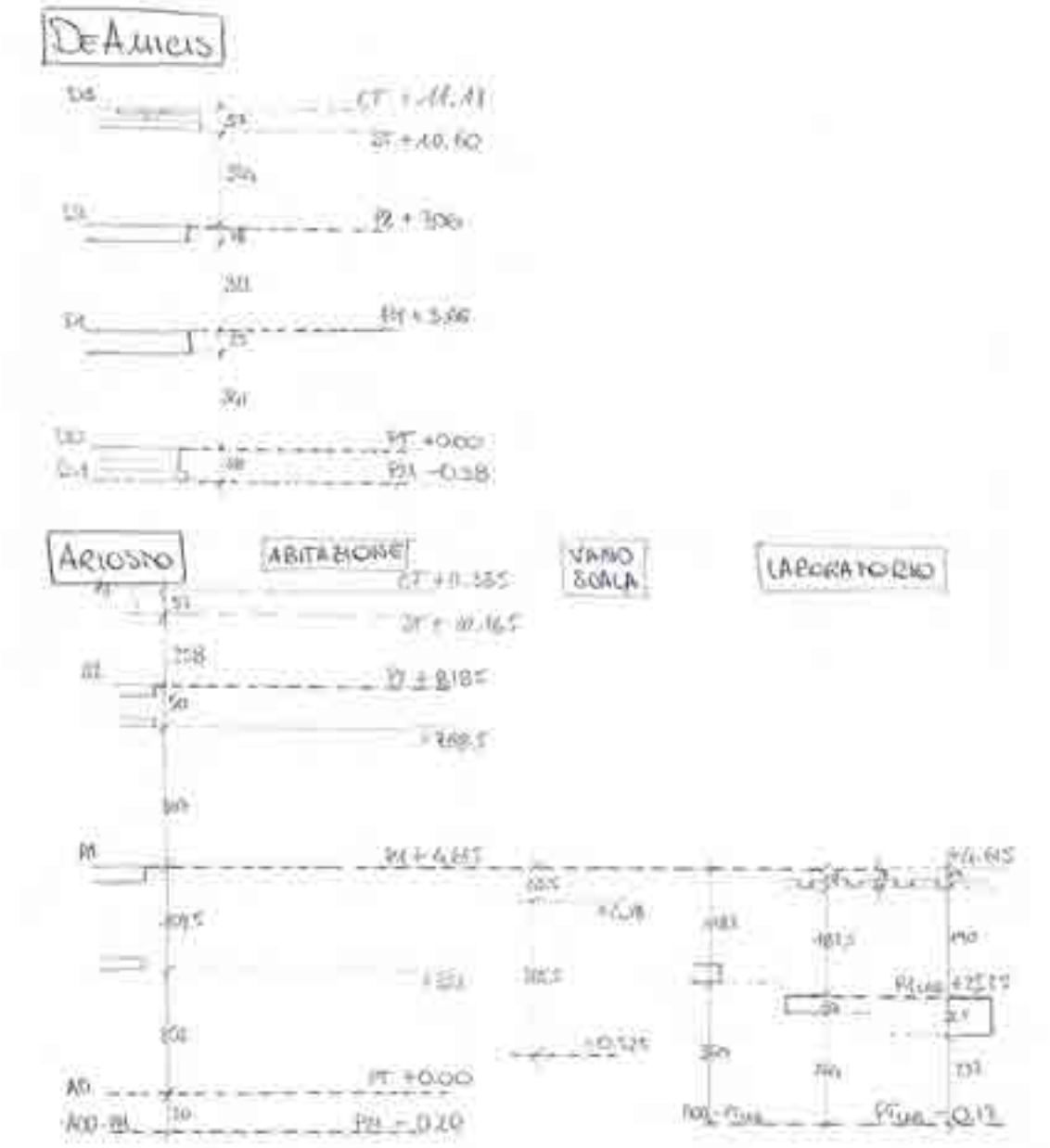


Fig. 2.24.1 – Livelli di riferimento su cui strutturare il lavoro di restituzione.

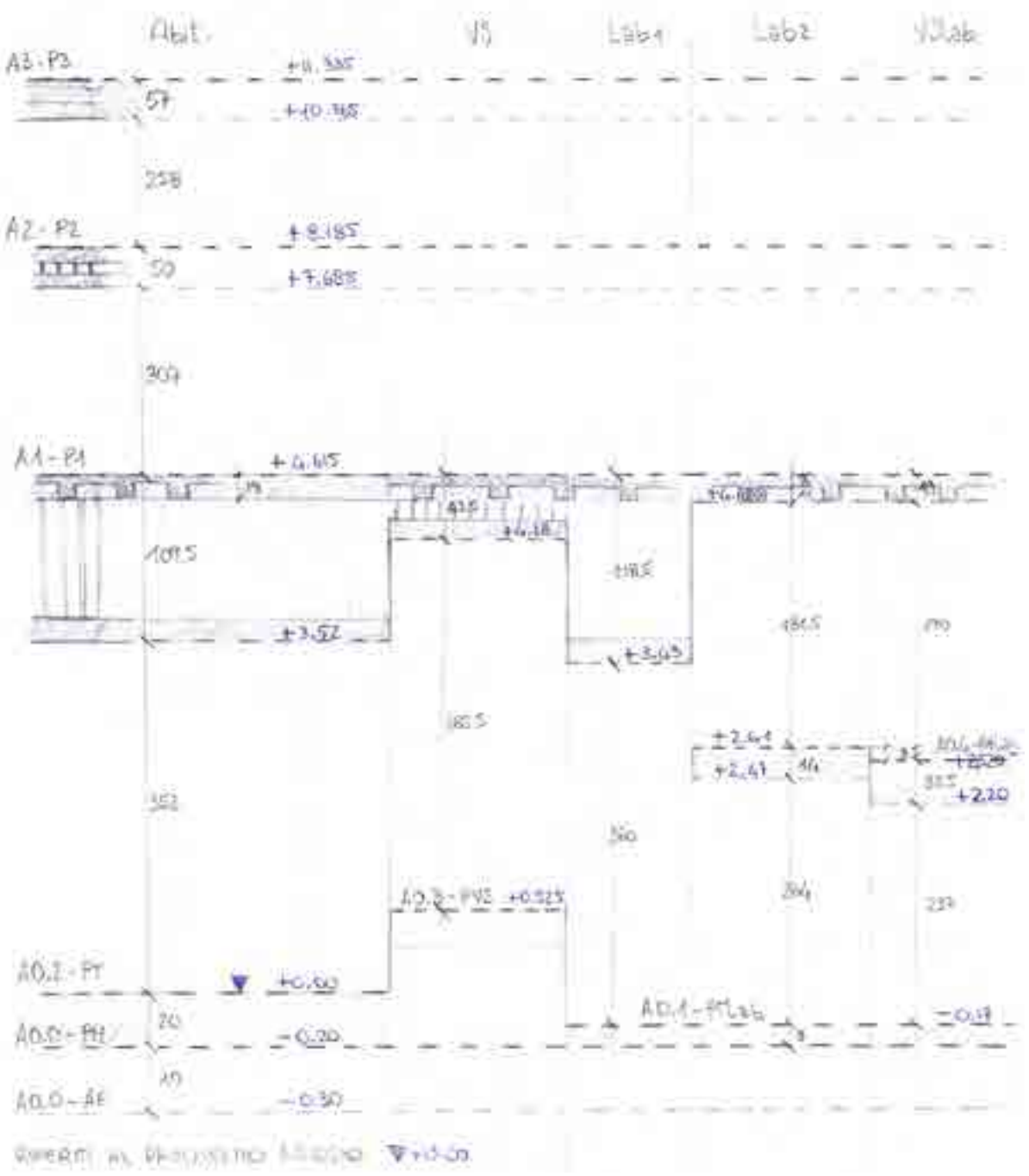


Fig. 2.24.2 – Livelli di riferimento dell'edificio in Via L. Ariosto su cui strutturare il lavoro di restituzione.

2.2.2.3 Organizzazione browser di progetto di Revit

Prima di inserire i livelli nel progetto tridimensionale su Revit è stato necessario organizzare un elenco ordinato di tutti i livelli, rinominandoli secondo una distribuzione ascendente e funzionale per il loro utilizzo.
La procedura utilizzata per nominare ciascun livello segue quest'ordine:

- una lettera che identifica l'oggetto a cui si riferisce il livello (A: Ariosto, D: De Amicis, R: Recinzione, E: cabina Enel).
- un numero in base al piano principale a cui è riferito il livello, seguendo l'ordine reale dell'altezza del livello. Nel caso in seguito si renda necessario l'aggiunta di livelli intermedi si inseriscono numeri progressivi separati dal punto, per mantenere sempre l'ordine effettivo.
- il nome abbreviato del livello disgiunto dalla numerazione tramite un tratto separatore.

Si riporta di seguito un esempio dell'organizzazione:

"A0.1 – PTLab"
dove
A: livello riferito all'edificio in Via L. Ariosto 13d.
0.1: numerazione del livello in modo crescente per posizione
PTLab: nome del livello, identifica la posizione del pavimento del Piano Terra del laboratorio.

Per impostare una simile organizzazione del browser di progetto nel software Revit è necessario crearne uno apposito personalizzato all'interno dell'interfaccia utente e scegliendo la disposizione dell'ordine in base al nome della vista (in questo caso in pianta) e con una distribuzione ascendente.

Fig. 2.25 – Estratto dell'interfaccia browser di progetto di Revit, riportante l'elenco ordinato dei livelli creati nel progetto di restituzione del rilievo dell'ex Cantina di Carpi.

2.2.2.4 Orientamento: Nord reale e Nord di progetto

Una volta iniziato il progetto di restituzione in un file di progetto architettonico in Autodesk Revit si è definito l'orientamento rispetto al quale riferire la rappresentazione.
Poiché nella realtà entrambe le planimetrie degli edifici non sono ortogonali rispetto al Nord Reale, si è deciso di procedere rispetto ad un Nord di Progetto per il quale l'edificio in linea con Via E. De Amicis risulta ortogonale alla vista in pianta.
Per poter poi operare sul secondo edificio in una vista in pianta ortogonale ad esso è stato necessario creare nuove viste in pianta collegate ai rispettivi livelli in cui l'orientamento era stato fissato rispetto ad un ulteriore Nord di Progetto.

Come mostrato in Fig. 2.26, il Nord di Progetto riferito all'edificio in Via De Amicis ha un'inclinazione rispetto alla verticale di 19° mentre quello riferito all'edificio in Via L. Ariosto presenta un'inclinazione di 17°, avendo quindi una differenza di soli 2° tra le planimetrie dei due edifici.
A fini progettuali la procedura più funzionale è quella di iniziare a disegnare il primo edificio ortogonale alle viste in pianta di preset, in cui il Nord di Progetto coincide con il Nord Reale. Spostandosi poi sul secondo edificio è sufficiente ruotare il Nord Reale, ovvero creare un Nord Reale fittizio a cui riferire tutte le viste in pianta relative all'edificio.
Dal punto di vista operativo è stato necessario ruotare il Nord Reale di 2° dalle impostazioni di gestione posizione e poi intervenire sui settaggi di ciascuna pianta riferita all'edificio in Via L. Ariosto, impostando la grafica con orientamento sul Nord Reale fittizio ed ottenere così viste ortogonali al piano di lavoro.

Fig. 2.26 – Orientamento Nord Reale, Nord di Progetto riferito all'edificio in Via E. De Amicis 1 e Nord Reale Fittizio ruotato riferito all'edificio in Via L. Ariosto 13d.

2.2.2.5 Materiali e spessori

L'ultimo passaggio prima di procedere con il disegno tridimensionale prevede la definizione dei materiali e relativi spessori che costituiscono gli elementi da restituire.
Riunendo tutte le informazioni raccolte nella fase di campagna si sono stabilite tutte le stratigrafie degli elementi strutturali e non dei due edifici in esame. Questo passaggio è stato necessario poiché nonostante l'accuratezza nella fase di rilievo, le misure presentavano imprecisioni e discordanze dovute in parte all'errore legato all'uso degli strumenti di misura e in parte dovute ai reali difetti delle strutture.
Gli elementi strutturali e architettonici dei due edifici risentono dell'azione del tempo, della viscosità e delle piccole deformazioni da agenti esterni, oltre al degrado chimico-fisico dovuto alle intemperie: questi fattori hanno trasformato leggermente le strutture orizzontali, generando lievi imbarcamenti dei solai e delle travi in legno, piccole deformazioni e spostamenti nelle coperture, rigonfiamenti nei pavimenti o nei rivestimenti e intonaci.
Queste variazioni di linearità negli elementi sono stati restituiti fino al limite attuabile dal software utilizzato.

Autodesk Revit è un applicativo improntato sulla progettazione 3D, strutturato su elementi architettonici e strutturali preconfezionati che prevedono la linearità a patto di continuità. Per restituire anche le imperfezioni delle strutture sarebbe necessario creare tante famiglie esterne al progetto ed inserirle come modelli non contestualizzati, rinunciando però alle svariate funzioni di computo, misura e contestualizzazione proprie del programma. Per questo motivo per gli elementi e strutture principali si procede definendo unici spessori e continuità dei materiali, cercando di limitare l'utilizzo di famiglie esterne di modello generico ai soli elementi architettonici particolari. Partendo dall'edificio sito in Via E. De Amicis 1, sono stati definiti i seguenti elementi:

D.Fondazioni

Dai documenti storici non risulta alcuna indicazione sulla tipologia e sui materiali utilizzati per le fondazioni. Dalle fotografie della demolizione si nota un inspessimento del muro di fondazione perimetrale rispetto ai muri esterni portanti. Sono presenti anche fondazioni al di sotto dei muri di spina interni. L'altezza delle fondazioni è approssimativamente 1 m, poste ad una profondità di 50 cm rispetto al Piano Terra dell'edificio.

- Fondazioni perimetrali in muratura a 4 teste: spessore totale 57 cm.
- Fondazioni interne in muratura a 3 teste: spessore totale 42,5 cm.

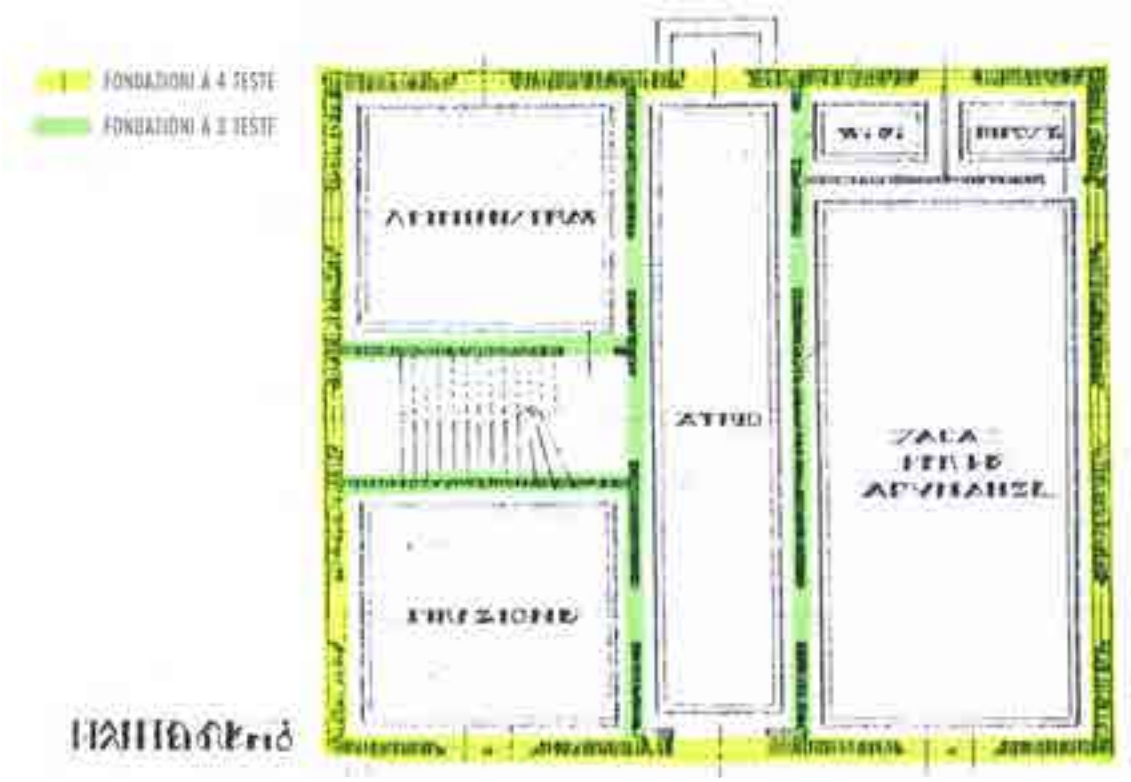


Fig. 2.27 – Posizionamento fondazioni rispetto alla pianta del Piano Terra originale del 1923.

D.Muri Perimetrali

L'elemento modulare utilizzato in tutte le murature perimetrali è il mattone "bolognese" 28x13,5x5,5 cm con un peso pari a 3,160 Kg.
La muratura è a 2 teste per tutti i muri perimetrali.

Lo spessore strutturale del muro di mattoni è 28 cm.
Lo spessore totale varia a seconda del piano e del rivestimento:

- Muri perimetrali al Piano Terra e Piano Primo: spessore totale 30 cm.
- Muri perimetrali al Piano Secondo: spessore totale 29 cm.

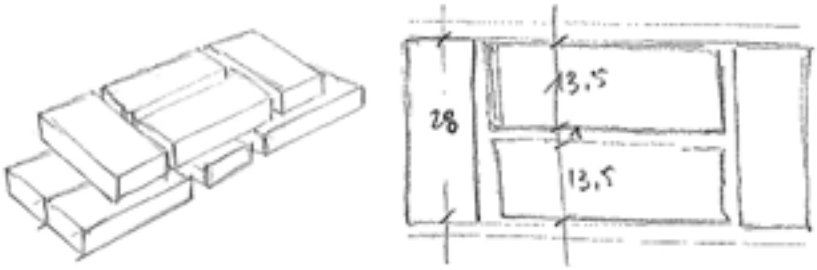


Fig. 2.28 – Disposizione dei mattoni della muratura perimetrale a 2 teste.

D.Muri di Spina

L'elemento modulare utilizzato in tutte le murature interne portanti è il mattone "bolognese" 28x13,5x5,5 cm con un peso pari a 3,160 Kg.
La muratura è a 1 testa per tutti i muri di spina.
Lo spessore strutturale del muro di mattoni è 13,5 cm.

- Muri interni al Piano Terra e Piano Primo: spessore totale 15,5 cm.
- Muri interni al Piano Secondo: spessore totale 13,5 cm.

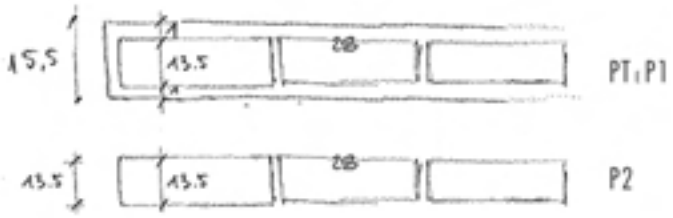


Fig. 2.29 – Disposizione dei mattoni della muratura interna a 1 testa.

D.Tramezze

I muri interni non portanti presenti solo al Piano Terra hanno spessore totale variabile da 10 a 8 cm, realizzati con due pannelli di cartongesso classico.

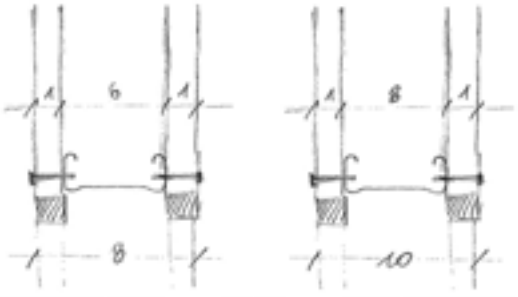


Fig. 2.30 – Sezione della struttura dei muri in cartongesso.

D.Solaio Controterra

Come per le fondazioni, non sono disponibili informazioni riguardo il solaio controterra. Dalle immagini della demolizione delle superfetazioni si è ricavata la stratigrafia al di sotto del pavimento del Piano Terra.

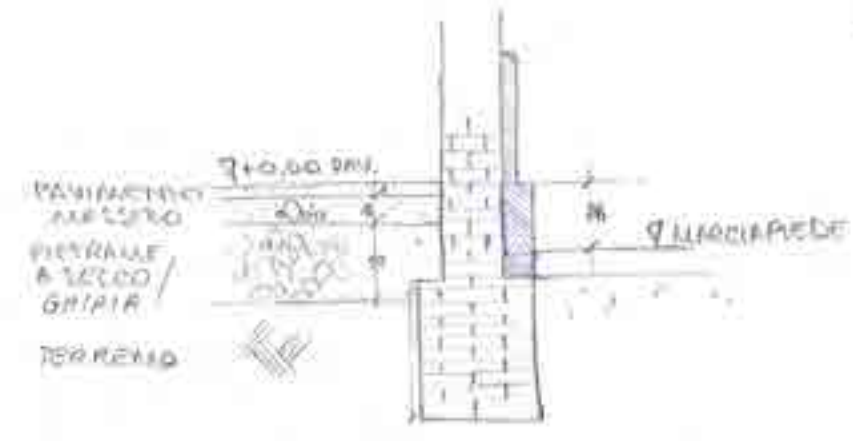


Fig. 2.31 – Sezione solaio controterra e riferimento marciapiede esterno.

D.Solai Interpiano

L'edificio presenta due solai interpiano, sostituiti agli originali in legno alla fine degli anni settanta: il primo completamente finito, il secondo lasciato grezzo, grazie al quale è stato possibile ricavare la tipologia e la stratigrafia della struttura.
Travetti in acciaio IPN160 e volterrane in laterizio.

Fig. 2.32 – Sezione struttura solaio interpiano tipo in acciaio e volterrane in laterizio, con completamento in calcestruzzo alleggerito.

- Solaio Interpiano PT/P1: spessore totale 25 cm.

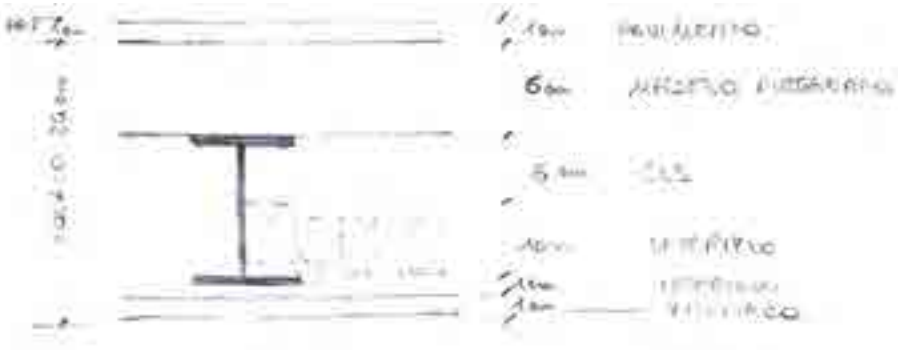


Fig. 2.33 – Sezione solaio interpiano PT/P1.

- Solaio Interpiano P1/P2: spessore totale 18 cm.

Fig. 2.34 – Sezione solaio interpiano P1/P2.

D.Copertura

Analizzando il sistema di travi e travetti disposto su 4 falde si è ricavato lo spessore totale della copertura pari a 57 cm.

Fig. 2.35 – Stratigrafia degli elementi della copertura.

Seguendo la stessa procedura, sono stati definiti tutti gli elementi necessari per l'edificio in Via L. Ariosto, 13d:

A.Fondazioni

Dai documenti storici non risulta alcuna indicazione sulla tipologia e sui materiali utilizzati per le fondazioni. Dalle fotografie della demolizione si nota un inspessimento del muro di fondazione perimetrale rispetto ai muri esterni portanti. Sono presenti anche fondazioni al di sotto dei muri di spina interni. L'altezza delle fondazioni è approssimativamente 1 m, poste ad una profondità di 30 cm rispetto al Piano Terra dell'edificio. La disposizione dei muri di spina è rimasta invariata rispetto alla posizione originale del 1903.

- Fondazioni perimetrali in muratura a 3 teste: spessore totale 41 cm.
- Fondazioni interne in muratura a 2 teste: spessore totale 27 cm.

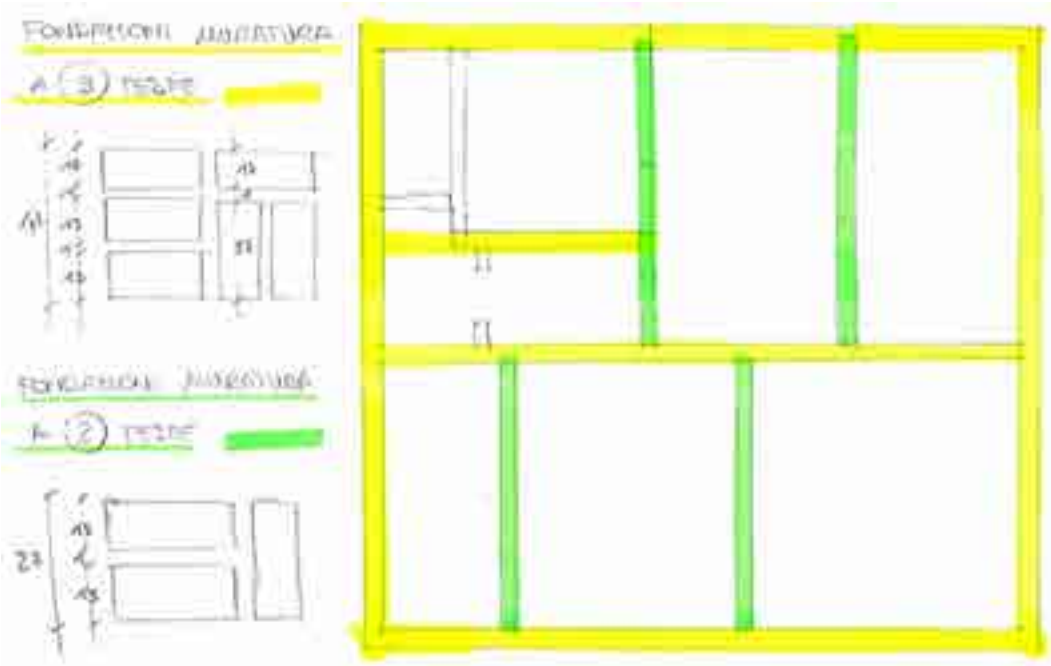


Fig. 2.36 – Posizionamento fondazioni in muratura rispetto alla pianta originale del 1903.

A.Muri Perimetrali

L'elemento modulare utilizzato in tutte le murature perimetrali è il mattone in laterizio 27x13x6 cm con un peso pari a 3,201 Kg. La muratura è a 2 teste per tutti i muri perimetrali e lo spessore totale in tutta l'elevazione è 28 cm.

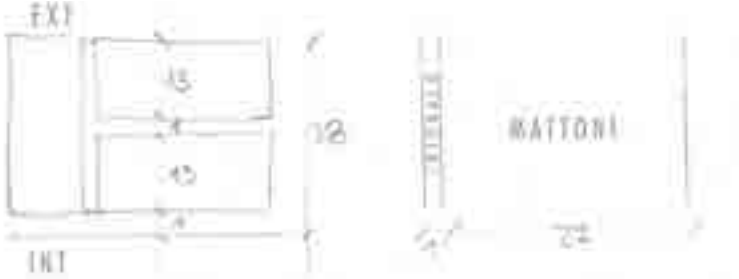


Fig. 2.37 – Muratura perimetrale a 2 teste in mattini di laterizio.

Dal prospetto esterno del muro perimetrale si nota che la trama è generata da una disposizione non omogenea dei mattoni: ogni piano di posa dei mattoni ha una disposizione differente e mista.

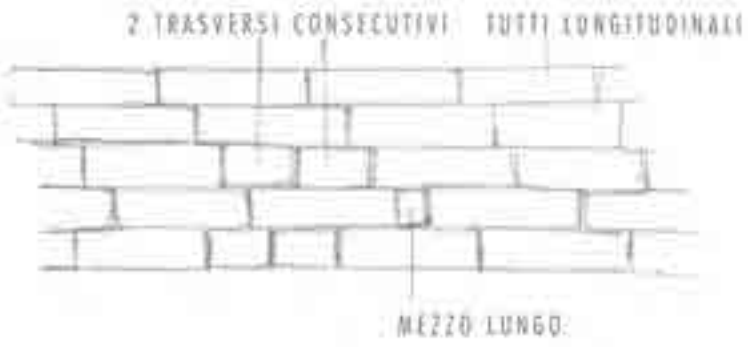


Fig. 2.38 – Prospetto esterno muratura perimetrale a 2 teste dell'edificio in Via L. Ariosto 13d.

A.Muri di Spina

L'elemento modulare utilizzato in tutte le murature perimetrali è il mattone in laterizio 27x13x6 cm con un peso pari a 3,201 Kg.

La muratura è a 1 testa per tutti i muri interni portanti, fatta eccezione per il muro trasversale che divide l'abitazione dal laboratorio al Piano Terra.

- Muri interni a 1 testa: spessore totale 14 cm.
- Muro interno divisorio al Piano Terra: spessore totale 20 cm.

A.Tramezze

Nel edificio sono presenti numerosi paramenti non portanti che separano vani secondari di spessori variabili (8, 10, 16 cm). Tutti sono realizzati in muratura con mattoni in laterizio pieni o forati di varie dimensioni.

A.Solaio Controterra

Come per le fondazioni, non sono disponibili informazioni riguardo il solaio controterra. Si è ipotizzata una stratigrafia simile a quella dell'edificio in Via E. De Amicis 1, in base anche alle strutture realizzate in quell'epoca.

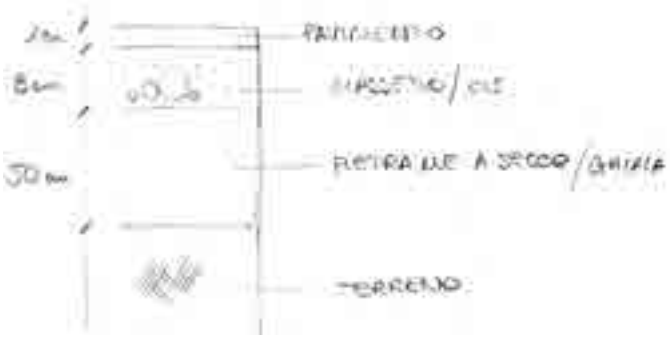


Fig. 2.39 – Sezione solaio controterra dell'edificio in Via L. Ariosto 13d.

La particolarità della divisione tra abitazione e laboratorio si riflette anche nel solaio controterra poiché i livelli zero dei due ambienti sono differenti. Mantenendo fisso lo zero al Piano Terra dell'abitazione, si nota che il pavimento del laboratorio si trova a quota -0,17 m, mentre il marciapiede esterno che cinge l'edificio è posizionato a -0,20 cm.

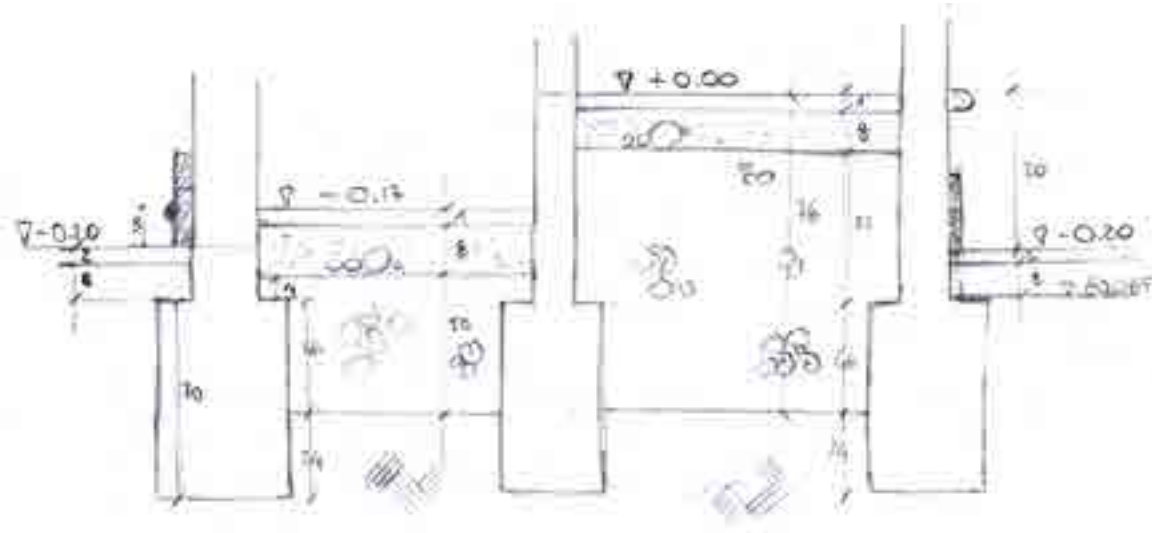


Fig. 2.40 – Sezione solaio controterra e riferimento marciapiede esterno.

A.Solai Interpiano

Nell'edificio sono presenti due solai interpiano con continuità lineare per tutta l'estensione della sagoma; in aggiunta nella parte del laboratorio è presente un ulteriore solaio che genera un piano ammezzato al di sopra soltanto del primo vano del laboratorio, raggiungibile tramite un apposito vano scala.

- Solaio interpiano PT/P1 ammezzato del laboratorio: spessore totale 14 cm.

- Solaio interpiano PT/P1 + controsoffitto: spessore totale 109,5 cm.

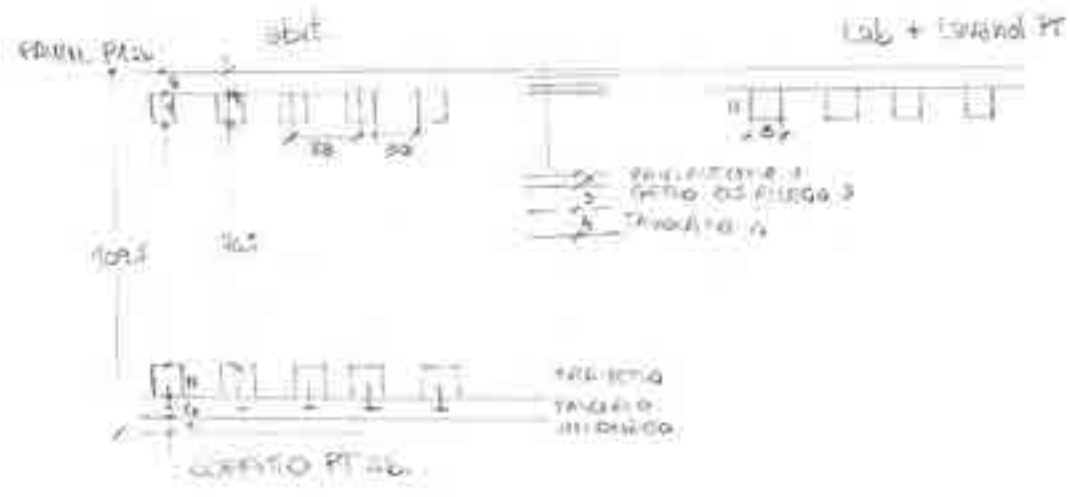


Fig. 2.41 – Sezione solaio interpiano Piano Terra e Piano Primo con controsoffitto.

- Solaio Interpiano P1/P2 + controsoffitto: spessore totale 50 cm.

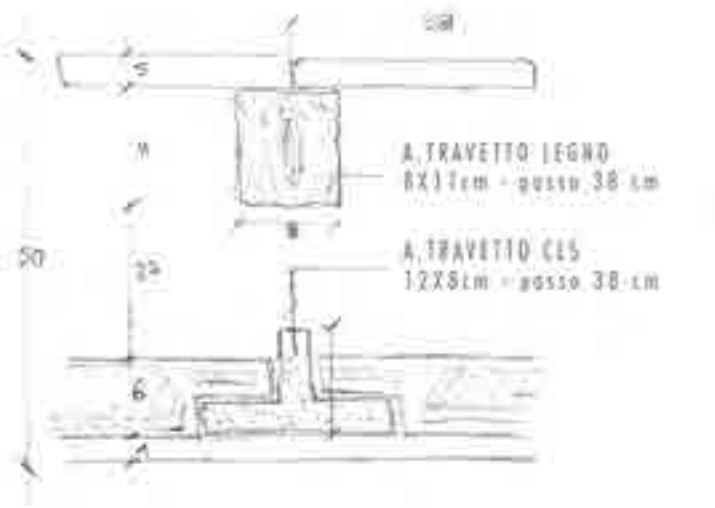


Fig. 2.42 – Sezione solaio interpiano Piano Primo e Piano Secondo con controsoffitto.

A. Copertura

Analizzando il sistema di travi e travetti disposto su 4 falde si è ricavato lo spessore totale della copertura pari a 57 cm.

Fig. 2.43 – Stratigrafia degli elementi della copertura dell'edificio in Via L. Ariosto 13d.

2.2.2.6 Creazione legenda di riferimento

Per organizzare il lavoro di restituzione al meglio e procedere ordinatamente è stato necessario creare una legenda per raggruppare le tipologie di elementi creati e rinominati secondo una classificazione strutturata per accogliere tutte le informazioni necessarie all'identificazione.

Procedendo poi con la restituzione e la creazione di elementi la catalogazione è stata utile anche per riconoscere elementi simili o con parametri comuni da cui partire come base per la generazione di famiglie o elementi più complessi.

Come per i livelli, anche qui l'organizzazione per rinominare ha seguito una distribuzione ascendente, contraddistinguendo innanzitutto l'edificio di riferimento, poi la tipologia e infine le dimensioni specifiche.

La compilazione ha riguardato le fondazioni, i muri portanti esterni ed interni, le tramezze, i solai, i pavimenti, rivestimenti verticali, le porte e le finestre.

2.2.3 Procedura di restituzione grafica

La procedura di restituzione mediante l'utilizzo del software Autodesk Revit ha permesso di ricreare ogni elemento presente nel comparto dell'ex Cantina di Carpi, racchiudendo nella propria tridimensionalità tutte le informazioni proprie: colore, materiale e proprietà chimico-fisiche.
Partendo dalle impostazioni definite al paragrafo precedente, sono stati inseriti e rinominati in ordine ascendente tutti i livelli cardine a cui fare riferimento, modificata l'organizzazione del browser e stabilito l'orientamento del Nord reale e di progetto.

2.2.3.1 Considerazioni preliminari per la restituzione

Revit è strutturato per progettare. Le famiglie e i tipi di elementi che si posso creare sono standardizzati e rispettano un modulo di riferimento; il software tende a "modulare" il più possibile, rimanendo dentro ai limiti dell'oggetto sia per contenuto che per dimensioni/spessori.
Facendo un esempio, si possono creare infiniti tipi di elementi muro, con svariati spessori e materiali; nel caso di una villetta storica in muratura il tamponamento perimetrale portante è realizzato con due teste di mattoni pieni, per uno spessore totale 28 cm. Il progetto consiste nella creazione di un elemento muro di spessore 28 cm, per poi utilizzarlo per tutti i muri perimetrali, i quali risulteranno in ogni punto di spessore 28 cm esatti.
Nella rappresentazione di rilievo si incontra una problematica: per quanto possa essere realizzato con precisione, il muro perimetrale nella realtà non risulta essere del medesimo spessore in ogni suo punto, ne è perfettamente rettilineo (imbarcamenti, rigonfiamenti dell'intonaco, punti in cui è stata stesa più malta). Queste imprecisioni nel disegno 2D possono essere tranquillamente trascurate, mentre nel disegno tridimensionale anche le piccole imperfezioni sono da considerare per continuità e collegamento tra gli elementi.
Dunque nell'applicativo è necessario utilizzare un altro tipo di muro nel caso lo spessore variasse anche solo di 0,5 cm o generasse dei riempimenti/svuotamenti non coerenti con la realtà. Il muro farà sempre parte della stessa tipologia muri perimetrali e avrà la stessa struttura principale, ma presenta modifiche nel tipo.
In un edificio moderno queste variazioni sono molto ridotte e si posso trascurare; in un edificio storico degli anni '20 le variazioni possono essere considerevoli e portare ad errori/scostamenti dell'ordine di 2-3 cm.
Per essere rigorosi bisognerebbe creare un tipo di muro diverso o inserire spessori in aggiunta in ogni punto in cui queste imprecisioni risultano importanti. Cosi facendo però si perderebbe il vero significato dell'utilizzo di Revit: la categorizzazione in base al contenuto e al riferimento modulare degli elementi.

2.2.3.2 Procedura di restituzione per l'edificio in Via E. De Amicis 1

Nel seguito si elencano i passaggi compiuti per la restituzione dell'edificio in Via E. De Amicis 1, inserendo le annotazioni e le problematiche incontrate nelle fasi di disegno:

- *Muri Piano Terra*: utilizzando la planimetria importata da Autocad come base di riferimento, si è proceduto alla creazione delle diverse tipologie di muri perimetrali e di spina, inseriti nello spazio in riferimento al livello del piano zero.

- *Fondazioni*: seguendo la traccia dei muri del piano terra sono stati creati i muri di fondazione secondo le tipologie asserite in precedenza ed inserite alla giusta profondità.

  Problematica 1: la discordanza tra progetto architettonico e strutturale insita nell'applicativo. Nella costruzione infatti la struttura in muratura dei muri portanti è collegata alle fondazioni e ha quindi una base di aggancio inferiore a quello che è il pavimento interno dell'edificio. Si rende dunque necessario allacciare la base dei muri portanti al livello delle fondazioni, garantendo così continuità strutturale. Nelle stratigrafie dei muri creati è presente anche il rivestimento di intonaco calce-cemento degli ambienti interni, il quale però non raggiunge le fondazioni ma inizia al di sotto dello spessore del pavimento.
  All'interno delle proprietà del tipo è possibile modificare in sezione la stratigrafia del muro indicando la quota di partenza e di arrivo di ciascun materiale, risolvendo così la necessità di stratigrafie non allineate. Data la complessità della costruzione, le variazioni nei rivestimenti sono parecchie, richiedendo la creazione di innumerevoli tipi di muri, vanificando l'idea di raggruppare per tipologia gli elementi creati. L'utilità di fruire di un applicativo come Revit viene meno dovendo creare molteplici variazioni dello stesso oggetto soltanto per gestire la finitura interna. Per un edificio ricco di particolari e dettagli seguire il metodo sopraindicato genererebbe una mole di lavoro eccessiva da organizzare e gestire per ogni tipologia di famiglia di sistema.
  La metodologia per risolvere la problematica prevede la differenziazione per funzione tra elementi strutturali, architettonici e di finitura. Sono state duplicate le tipologie di muri ed eliminate le finiture dalle copie ottenute, in modo da avere solo la parte strutturale della muratura per colmare le lacune e dare graficamente continuità strutturale tra fondazioni e muri portanti fuori terra. Quest'ultimo metodo però presenta problemi dal punto di vista sia concettale che pratico: il muro è il medesimo e necessita di continuità strutturale, la parte portante è la stessa in tutta la sua elevazione; così invece si genera una moltitudine di muri, i quali non sono vincolati tra loro in pianta: nel caso di spostamento in pianta è necessario modificare la posizione di tutti i muri sovrapposti per avere continuità.
  Un ulteriore metodo utilizzato prevede la creazione di muri mono strato (solo muratura, solo intonaco, solo rivestimento), affiancabili direttamente nello spazio di disegno, potendo gestire per ognuno di essi la quota di partenza, di arrivo e le dimensioni in prospetto.
  Entrambi i metodi presentano problemi nel collegamento, nelle ripiegature, nelle intersezioni e nelle aperture, motivo per cui a seconda del caso è stato seguito quello che garantiva meno problematiche, permettendo una restituzione il più esatta possibile.

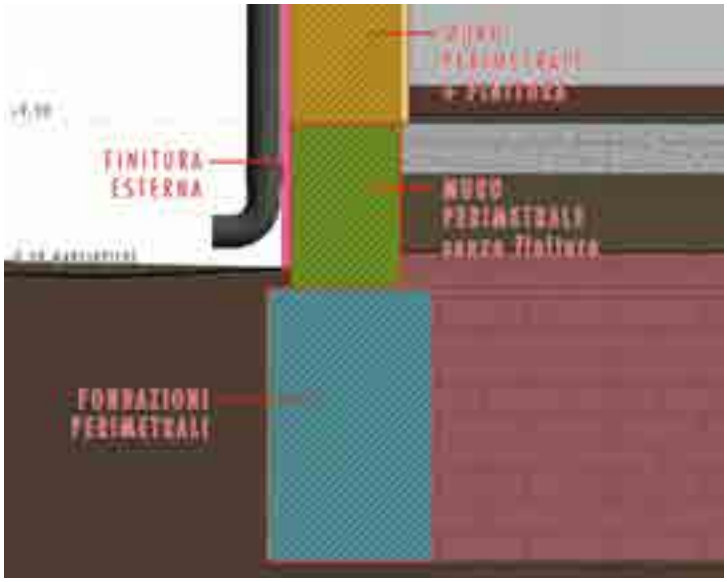


Fig. 2.44 – Particolare sezione fondazioni e muri esterni portanti.

- *Tramezze*: sono state inseriti i muri interni non portanti realizzati sia in muratura che in cartongesso.

  Problematica 2: le tramezze realizzate negli anni successivi la costruzione dell'edificio, specialmente quelle in cartongesso, non sono collegate strutturalmente ai muri di spina o perimetrali; ovvero la struttura delle tramezze non si collega con la struttura del nucleo dei muri originari: l'intonaco dei muri portanti non è stato eliminato nei punti in cui la tramezza si collega.
  Revit non permette di collegare l'elemento tramezza al muro portante senza che questi non si leghino tra loro nella struttura e nelle finiture.
  Lo stesso accade nei pavimenti: il cartongesso è stato realizzato e agganciato direttamente sopra il pavimento originale. In questo caso Revit permette la sovrapposizione senza collegare la struttura delle parti.

- *Porte e aperture interne piano terra*: prima di inserire il solaio controterra sono state inserite le porte e create le aperture nei muri interni. È stata creata una famiglia esterna per ogni tipologia di porta, parametrizzata secondo le misure variabili dell'apertura, considerando le dimensioni del telaio e lo spessore della soglia. Ogni porta è stata restituita nei minimi particolari, tenendo conto dei materiali, delle cerniere e del sistema di chiusura.

- *Solaio controterra*: in base alla stratigrafia prestabilita è stato realizzato il solaio controterra in tutti i locali del Piano Terra, rispettando sempre la differenziazione tra struttura e finitura.

  Problematica 3: per le strutture orizzontali è bene tener separata la parte strutturale da quella di finitura, ovvero il pavimento vero e proprio. Per risolvere il problema di sovrapposizione del pavimento con le tramezze e le soglie delle porte (ove presenti) è necessario creare due elementi di solaio controterra: il primo che forma la vera parte strutturale fino al massetto

di allettamento, il secondo di finitura con soltanto la pavimentazione. Questo metodo risolve anche le problematiche legate alle sovrapposizioni di pavimenti presenti in vari ambienti.

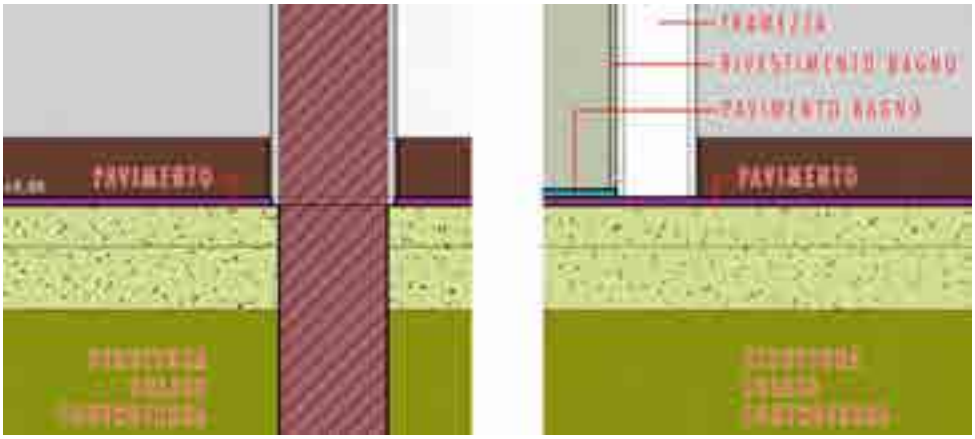


Fig. 2.45 – Sezione solaio controterra e pavimentazione in corrispondenza di muri portanti e tramezze.

- *Portone principale e porta sul retro*: alla stregua delle porte interne, sono state create famiglie esterne per l'inserimento di tutti i particolari del portone di ingresso principale e della porta finestra in acciaio e vetro sul retro. Utilizzando la modellazione tridimensionale di forme libere sono stati creati tutti gli elementi architettonici e di dettaglio, inserendo materiali e proprietà annesse, creati appositamente per gli elementi della famiglia. È stata curata minuziosamente la resa grafica realistica, basandosi sulle fotografie scattate dal vero.

Fig. 2.46 – Particolare portone principale inserito nel prospetto e nelle viste tridimensionali.

- *Finestre al piano terra*: tutte le finestre sono state realizzate all'interno di famiglie esterne al progetto, curando ogni dettaglio sia interno che esterno. Data la complessità dei particolari, le finestre della facciata principale non sono state parametrizzate, ma create con la modellazione di elementi fissi. Le finestre sulle altre facciate sono state in parte raggruppate in un'unica tipologia e parametrizzate nelle dimensioni.

Problematica 4: gli elementi creati in famiglie esterne che rappresentano aperture su un altro elemento (come porte e finestre) necessitano di un host di riferimento. L'host deve essere unico per ogni apertura. La presenza di svariate tipologie di muri host affiancati l'uno all'altro ha complicato l'inserimento delle aperture, dovendo garantire continuità di un unico host in corrispondenza delle finestre.

2.47 – Vista esterna ed interna della bifora al piano terra della facciata principale e vista interna della finestra con sguincio presente al piano terra sui prospetti secondari.

- *Arredi e rivestimenti piano terra*: prima di procedere al piano successivo sono stati inseriti i rivestimenti verticali e gli arredi fissi, quali termosifoni, sanitari, lavabo e mensole, tutti creati in famiglie esterne di modello generico. Per terminare sono stati inseriti i battiscopa in legno.

- *Muri piano primo*: sono stati prolungati i muri del piano terra per garantirne la continuità, rispettando le dimensioni dei vani indicate dalla planimetria di piano importata da Autocad.

- *Solaio interpiano*: è stato creato il solaio interpiano seguendo le stratigrafie stabilite. Il procedimento ha previsto la creazione di un sistema di travi in acciaio (i cui profili sono stati creati in una famiglia apposita) e l'inserimento di un solaio di riempimento senza finitura superiore. Come per il solaio controterra, anche qui il pavimento è stato inserito a parte, garantendo la suddivisione tra struttura e finitura.

  Problematica 5: la famiglia di sistema che permette la creazione di un solaio/pavimentazione permette l'inserimento di stratigrafie continue per tutta l'estensione e non elementi ripetuti ad interasse costante o variabile.
  Questo ha implicato la creazione del solaio attraverso la creazione di diversi elementi scollegati tra loro. Le volterrane comprese tra un travetto e l'altro sono state rappresentate come un unico strato continuo in laterizio forato: soluzione accettabile dal punto di vista grafico/visivo, insoddisfacente per computi e misurazioni.

- *Porte piano primo*: alla stregua delle aperture del piano terra, sono stati create tutte le porte in famiglie esterne basate su host e inserite nel progetto, controllando sempre la posizione delle soglie e degli spessori di telaio.

- *Finestre piano primo*: alla stregua delle aperture del piano terra, sono stati create tutte le finestre in famiglie esterne basate su host e inserite nel progetto, controllando sempre la posizione dei davanzali e degli spessori di telaio. Anche la finestra del vano scala rientra nella stessa tipologia.

2.48 – Vista esterna ed interna della bifora al piano primo della facciata principale e vista esterna della finestra con sguincio presente al piano terra sui prospetti secondari.

- *Vano scala*: data la natura articolata della scala che collega il Piano Terra al Piano Primo si è scelto di procedere utilizzando una famiglia esterna di tipo generico e modellando le estrusioni per tipo di materiale.

2.49 – Vista assonometrica della scala che collega il piano terra con il piano primo.

- *Secondo solaio interpiano*: è stata rispettata la stratigrafia stabilita procedendo come per la struttura del primo solaio con sistema di travi in acciaio e strato di riempimento, omettendo però la parte del massetto di allettamento e la pavimentazione.

- *Scala retrattile*: inserita nel foro presente nel secondo solaio, la scala in acciaio retrattile costruita all'interno di una famiglia di tipo generico collega il piano primo al secondo del sottotetto.

2.50 – Viste assonometriche della scala retrattile in acciaio che collega il piano primo con il secondo.

- *Copertura*: la complessità della copertura ha richiesto l'utilizzo di famiglie multiple di varie tipologie, nidificate l'una nell'altra per alleggerire le dimensioni dei file di lavoro. Stabilite le pendenze delle quattro falde, sono state inserite le travi e i travetti strutturali in legno mediante un sistema di travi su piano inclinato, tagliato in pianta secondo le dimensioni delle falde. Per realizzare le falde in tavelle di laterizio e coppi di copertura è stata utilizzata la modellazione su misura in una famiglia esterna. Si sono create dapprima le quattro falde in base alle inclinazioni delle travi, controllando le dimensioni in pianta di sporgenza e lo spessore; per la creazione del manto in coppi sono state nidificate famiglie contenenti il singolo elemento già inclinato e ripetuto come modulo. Ogni elemento non modulare con particolari misure e dimensioni è stato ricreato su misura per la propria funzione, aumentando il numero di famiglie nidificate, senza appesantire il file di lavoro. Sono poi stati aggiunti i comignoli e l'insegna in muratura nella falda Sud, inseriti sempre come famiglie nidificate. La copertura è stata completata con l'inserimento dei dettagli e accessori come gronda e guarnizioni.

2.51 – Vista assonometrica della copertura.

2.52 – Vista assonometrica dall'alto della copertura.

- *Impianti e arredi esterni*: per completare la restituzione sono stati inserite famiglie esterne contenenti i cornicioni decorativi, i pluviali, le tubazioni di gas e gli impianti esterni di illuminazione e raffrescamento.

2.2.3.3 Procedura di restituzione per l'edificio in Via L. Ariosto 13d

Nel seguito si elencano i passaggi compiuti per la restituzione dell'edificio in Via L. Ariosto 13d, inserendo le annotazioni e le problematiche incontrate nelle fasi di disegno:

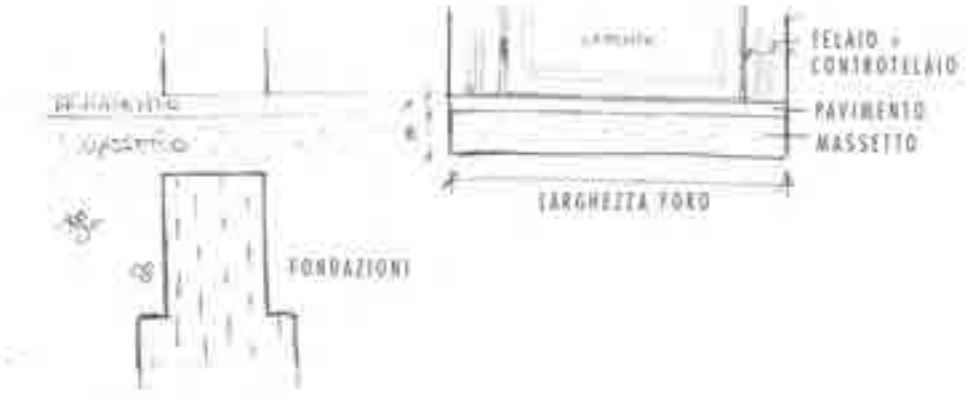
- *Creazione viste e riferimenti*: sono state create le viste in pianta ruotate rispetto al Nord di Progetto in modo da poter lavorare ortogonalmente alla pianta. Anche le viste di prospetto sono state create appositamente rispetto alle inclinazioni dei muri esterni, attraverso l'inserimento di sezioni rinominate come prospetti.

- *Muri Piano Terra*: utilizzando la planimetria importata da Autocad come base di riferimento, si è proceduto alla creazione delle diverse tipologie di muri perimetrali e di spina, inseriti nello spazio in riferimento al livello del piano zero.

- *Fondazioni*: seguendo la traccia dei muri del piano terra sono stati creati i muri di fondazione secondo le tipologie asserite in precedenza ed inserite alla giusta profondità. Le problematiche riscontrate già nel primo edificio restituito sono state risolte con la stessa metodologia utilizzata in precedenza.

- *Tramezze*: sono state inseriti i muri interni non portanti realizzati in muratura.

- *Porte e aperture interne piano terra*: prima di inserire il solaio controterra sono state inserite le porte e create le aperture nei muri interni. Si è concentrata l'attenzione sulle soglie delle porte per evitare la sovrapposizione con la pavimentazione e generare una apertura congrua con quella creata dalla famiglia su host: nell'apertura è stato necessario lasciare lo spazio per il massetto e la soglia, garantendo continuità al solaio controterra e pavimentazione. Per questo motivo si è reso necessario conoscere la posizione esatta di ogni porta e lo spessore del telaio e controtelaio.



2.53 – Vista di sezione trasversale e prospetto per l'inserimento delle porte.

- *Solaio controterra*: in base alla stratigrafia prestabilita è stato realizzato il solaio controterra in tutti i locali del Piano Terra, rispettando sempre la differenziazione tra struttura e finitura.

Problematica 1: a causa della particolarità della divisione tra abitazione e laboratorio con piani terra a livelli sfalsati, si sono suddivisi gli strati del solaio controterra in tanti tipi di pavimentazioni, poi sovrapposti per raggiungere le quote esatte.

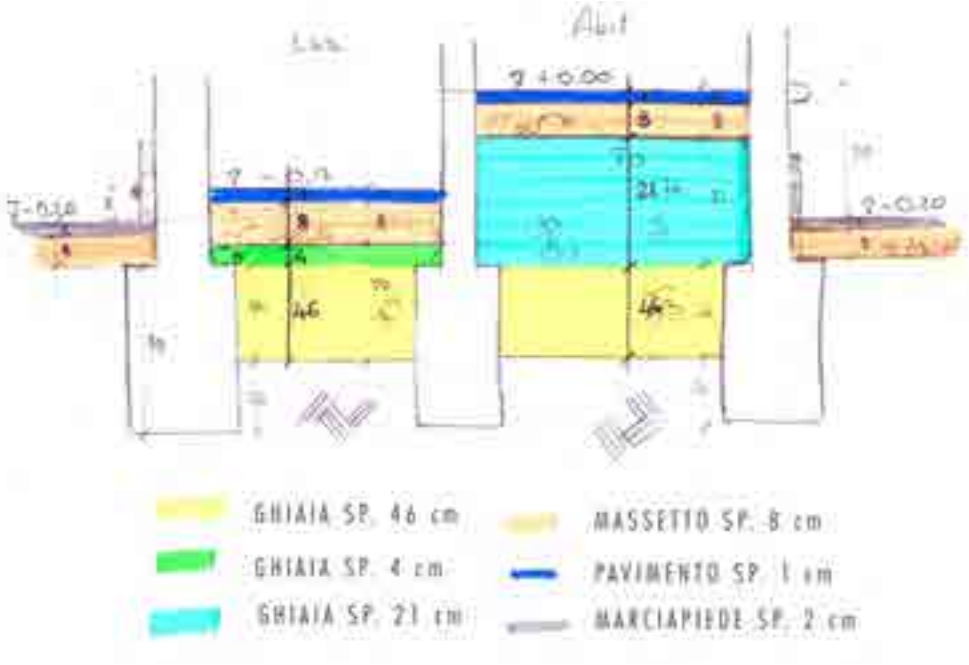


Fig. 2.54 – Sezione della stratigrafia dei diversi tipi di elementi del solaio controterra.

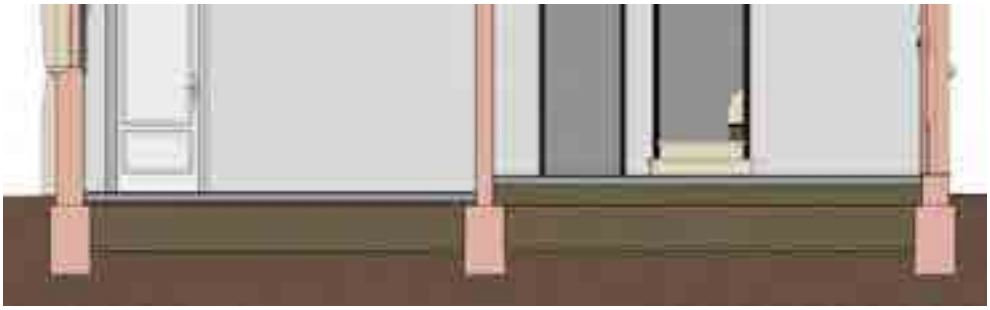


Fig. 2.55 – Sezione della stratigrafia dei diversi tipi di elementi del solaio controterra.

- *Portone principale*: alla stregua delle porte interne, sono state create famiglie esterne per l'inserimento di tutti i particolari del portone di ingresso principale. Utilizzando la modellazione tridimensionale di forme libere sono stati creati tutti gli elementi architettonici e di dettaglio, inserendo materiali e proprietà annesse, creati in famiglie generiche esterne per poi essere nidificati. È stata curata minuziosamente la resa grafica realistica, basandosi sulle fotografie scattate dal vero.

  Problematica 2: gli elementi creati all'interno di famiglie esterne di tipo generico non vengo visualizzate correttamente in pianta, poiché l'altezza della linea di sezione che li taglia deve essere impostata all'interno della famiglia originaria. Per ogni famiglia è necessario inoltre nascondere nelle viste in pianta tutti gli elementi al di sopra della linea di sezione, lasciandoli visibili in prospetto, in sezione e nel caso in cui vengano tagliati dalla linea di sezione.

Fig. 2.56 – Particolare portone principale inserito nel prospetto e nelle viste tridimensionali.

- *Finestre al piano terra*: anche le finestre sono state realizzate all'interno di famiglie esterne al progetto, curando ogni dettaglio sia interno che esterno. Le finestre sono state in parte raggruppate in un'unica tipologia e parametrizzate nelle dimensioni. La bifora del vano scale al Piano Terra nella facciata principale è stata invece modellata su misura poiché le scale attraversano trasversalmente le aperture. Anche la bifora murata è stata modellata su misura.

2.57 – Vista esterna ed interna della bifora al piano terra dei prospetti Est e Sud.

- *Arredi e rivestimenti piano terra*: prima di procedere al piano successivo sono stati inseriti i rivestimenti verticali e gli arredi fissi, quali termosifoni e sanitari, tutti creati in famiglie esterne di modello generico.

2.58 – Vista esterna ed interna della bifora al piano terra nel vano scala.

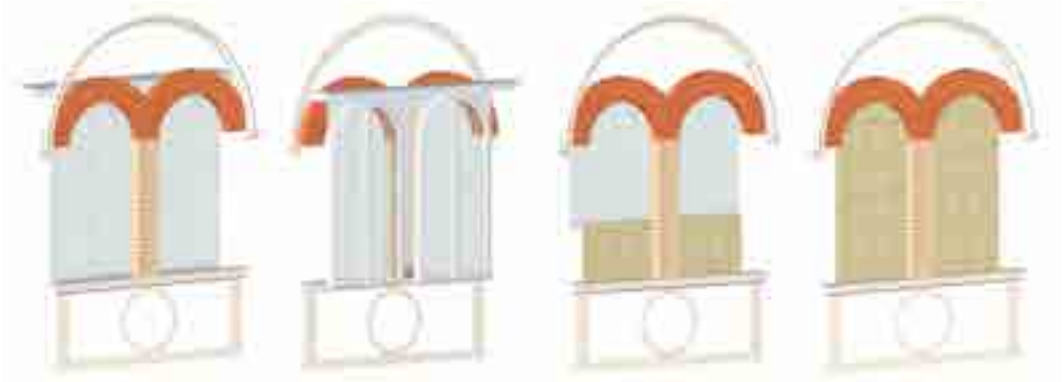
- *Solaio interpiano del laboratorio*: sulla base dei livelli creati in principio è stato inserito il solaio interpiano presente nel laboratorio realizzato mediante un sistema di travi in legno e una stratigrafia con tavolato, getto di completamento e controsoffitto.

- *Solaio interpiano*: è stato creato il solaio interpiano seguendo le stratigrafie stabilite. Il procedimento ha previsto la creazione di un sistema di travi in legno (i cui profili sono stati creati in una famiglia apposita) e l'inserimento al di sopra di un solaio con tavolato in legno, getto di allettamento e pavimentazione. Come per il solaio controterra, anche qui il pavimento è stato inserito a parte, garantendo la suddivisione tra struttura e finitura. Il controsoffitto è presente soltanto negli ambienti dell'abitazione, sempre realizzato con travetti in legno.

- *Muri piano primo*: sono stati prolungati i muri del piano terra per garantirne la continuità, rispettando le dimensioni dei vani indicate dalla planimetria di piano importata da Autocad. L'aggiunta delle tramezze in muratura ha richiesto la creazione di ulteriori tipi di muri con spessori differenti.

- *Porte piano primo*: alla stregua delle aperture del piano terra, sono stati create tutte le porte in famiglie esterne basate su host e inserite nel progetto, controllando sempre la posizione delle soglie e degli spessori di telaio.

- *Finestre piano primo*: alla stregua delle aperture del piano terra, sono stati create tutte le finestre in famiglie esterne basate su host e inserite nel progetto, controllando sempre la posizione dei davanzali e degli spessori di telaio. La finestra del vano scala è stata modellata su misura; anche la finestra squadrata inserita nel prospetto Sud è stata modellata direttamente in una famiglia non parametrizzata.



2.59 – Vista esterna ed interna della bifora al piano primo nei prospetti Est e Sud, vista esterna della finestra del vano scala e vista esterna delle finestre murate.

- *Vano scala*: data l'architettura articolata e la struttura a volte rampanti della scala si è scelto di procedere utilizzando una famiglia esterna di tipo generico e modellando le estrusioni per tipo di materiale.

2.60 – Viste assonometriche della scala a volte rampanti.

- *Secondo solaio interpiano*: è stata rispettata la stratigrafia stabilita procedendo con sistema di travi in legno intervallate da pianelle in laterizio, omettendo però la parte del massetto di allettamento e la pavimentazione, non presenti all'ultimo piano.

- *Porte e aperture del piano secondo*: sono state inserite le porte del piano secondo mediante famiglie esterne non parametrizzate poiché le porte sono tutte differenti e quindi modellate su misura.

- *Copertura*: la complessità della copertura ha richiesto l'utilizzo di famiglie multiple di varie tipologie, nidificate l'una nell'altra per alleggerire le dimensioni dei file di lavoro. Stabilite le pendenze delle quattro falde, sono state inserite le travi e i travetti strutturali in legno mediante un sistema di travi su piano inclinato, tagliato in pianta secondo le dimensioni delle falde. Per realizzare le falde in tavelle di laterizio e coppi di copertura è stata utilizzata

la modellazione su misura in una famiglia esterna. Si sono create dapprima le quattro falde in base alle inclinazioni delle travi, controllando le dimensioni in pianta di sporgenza e lo spessore; per la creazione del manto in tegole sono state nidificate famiglie contenenti il singolo elemento già inclinato e ripetuto come modulo. Ogni elemento non modulare con particolari misure e dimensioni è stato ricreato su misura per la propria funzione, aumentando il numero di famiglie nidificate, senza appesantire il file di lavoro. Sono poi stati aggiunti i comignoli, l'abbaino nella falda Est e il lucernario nella falda Nord, modellati su misura. La copertura è stata completata con l'inserimento dei dettagli e accessori come gronda e guarnizioni.

2.60 – Vista assonometrica della copertura.

2.61 – Vista assonometrica dall'alto della copertura.

Impianti e arredi esterni: per completare la restituzione sono stati inserite famiglie esterne contenenti i cornicioni decorativi, i pluviali e la struttura reticolare in acciaio.

2.2.3.4 Procedura di restituzione dell'intero comparto

Una volta creati tridimensionalmente gli edifici si è proceduto alla restituzione di tutto il contorno e tutti gli elementi presenti all'interno del comparto dell'ex Cantina di Carpi.

- *Recinzione*: sulla base della planimetria generale di tutto il lotto si creata la recinzione in muratura, modellando su misura ogni sua parte in una famiglia esterna. Si è concentrata l'attenzione soprattutto nel rispetto delle variazioni di quota delle curve di livello, in particolar modo in Via E. De Amicis, dove la strada presenta una pendenza non trascurabile.

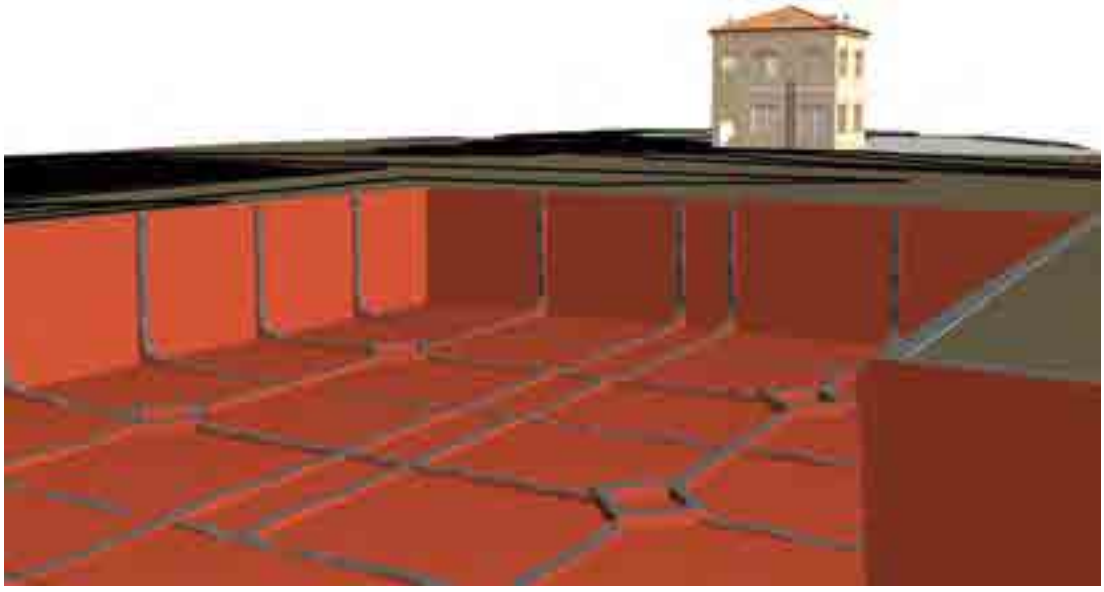
2.62 – Recinzione completa e particolare cancello carraio Nord su Via G. Maggi.

2.62 – Particolare recinzione e cancello carraio Est su Via L. Ariosto.

- *Cabina elettrica*: collegata alla recinzione è stata realizzata la cabina della società elettrica che da sulla strada, a ridosso della centrale di trasformazione interna al comparto. Anche queste struttura sono state modellate su misura all'interno di una famiglia esterna, con altre famiglie nidificate contenenti parti della struttura quali finestre, cornicioni, copertura in coppi, gronde e pluviali.

2.63 – Cabina della società elettrica e centrale di trasformazione interna all'ex Cantina.

- *Cisterne vinarie*: seppur non visibili e rilevabili direttamente, sono state realizzate anche le vasche interrate in cemento armato e rivestite con piastrelle, oggi riempite di terra. Facendo riferimento alle piante pre-demolizione sono state individuate la posizione e la profondità di ciascuna vasca e restituite attraverso l'utilizzo di muri e porzioni di paramenti parzialmente demoliti.



2.64 – Particolare cisterne vinarie parzialmente demolite.

- *Antiche mura*: anche il ritrovamento archeologico è stato restituito mediante l'utilizzo di muri modificati nel profilo secondo i riferimenti fotografici e della relazione archeologica, definendo la posizione e profondità in base ai documenti tecnici presentati alla soprintendenza.

2.65 – Ritrovamento archeologico delle fondazioni delle antiche mura di Carpi.

- *Superficie topografica*: cercando di rispettare le curve di livello è stata realizzata la superficie topografica interna, dividendola in tante porzioni per seguire al meglio gli andamenti delle zone ancora pavimentate, rimaste integre dopo la demolizione.

2.2.4 Elaborati grafici

La redazione degli elaborati grafici riguardante il rilievo dello stato di fatto dell'area dell'ex Cantina di Carpi è stata completata attraverso l'utilizzo coordinato dei software Autodesk e Adobe fino alla stampa finale.

2.2.4.1 Metodo di redazione delle tavole

La planimetria generale è stata estratta da Revit attraverso l'esportazione di un'immagine raster ombreggiata nella scala corrispondente a quella di stampa, in modo da rendere l'idea della volumetria delle strutture secondo un'illuminazione solare realistica. La quercia e la rigogliosa vegetazione presente nell'area sono state inserite successivamente attraverso l'applicativo Photoshop per sovrapposizione di livelli, curando particolarmente le luci e le ombre secondo l'inclinazione solare impostata su Revit. Il manto erboso spontaneo che attualmente ricopre tutta la superficie del comparto non è stato rappresentato per permettere l'individuazione della posizione delle vasche in cemento armato e della distribuzione delle aree ancora asfaltate o ghiaiate all'interno della recinzione. Il ritaglio dell'immagine è stato successivamente importato su Autocad, scalato ed inserito nel contesto del contorno attualmente presente, ricavato da un estratto catastale della zona. Inseriti gli edifici, le aree di pertinenza, i confini con la linea ferroviaria e le strade, la planimetria è stata impaginata nella Tavola 17, di seguito riportata.
La restituzione grafica si è poi concentrata sui due edifici di valenza storica presenti nell'area attraverso la rappresentazione dei classici elaborati tecnici: piante, sezioni verticali e prospetti.
Per quanto riguarda le piante sono state estratte da Revit mediante l'esportazione vettoriale in DWG, posizionando il piano di taglio ad una altezza dal pavimento che permettesse la miglior lettura dell'edificio, sezionando più elementi possibili (ciascuna pianta ha riportato a fianco il riferimento del piano di taglio). Le sezioni orizzontali importate da Revit sono state quindi scalate e ripulite dalla sovrabbondanza di dettagli, retini di riempimento ed elementi superflui derivanti dall'esportazione. Semplificata la rappresentazione degli infissi e delle porte interne, le piante sono state quotate ed inserite in tavola, modificando il controllo delle proprietà dei layer per tipi di linea e spessori.
Oltre al classico rilievo geometrico, è stato possibile rappresentare il rilievo tematico-materico grazie all'esportazione dei modelli tridimensionali da Revit. Orientando la vista 3D dall'alto con visualizzazione realistica rispetto alle piante e sezionando il modello all'altezza desiderata mediante la regione di taglio si sono ottenute le rappresentazioni delle piante, da cui è possibile apprezzare tutti i materiali che compongono gli elementi sezionati e in vista. Per dare il senso della profondità sono state inserite le ombreggiature in riferimento all'altezza del piano rappresentato.
Le immagini raster sono poi state importate in Autocad, scalate ed intavolate, dove sono stati aggiunti i riferimenti alle pavimentazioni interne, con gli elementi modulari che formano la trama quotati e classificati.
Simile procedura è stata seguita per la rappresentazione delle sezioni verticali e dei prospetti. Orientata la vista del modello 3D secondo le sezioni verticali o i fronti dell'edificio, sono stati eseguiti i render con illuminazione naturale esterna ed esportati come immagini raster con qualità di output in base alla scala di rappresentazione. Le immagini da cui è possibile apprezzare la stratigrafia dei materiali degli elementi in sezione e le superfici di quelli in vista, sono state importate

in Autocad, scalate, quotate altimetricamente ed intavolate con il riferimento del piano di taglio verticale rispetto alla pianta.
Per conferire maggior chiarezza alla lettura dell'edificio e della distribuzione dei vani interni, sono state redatte tavole aggiuntive in cui si riportano i render assonometrici degli spaccati tridimensionali del modello, tagliati lungo le sezioni verticali, su cui si riportano i riferimenti ai particolari di dettaglio delle intersezioni tra solai e muratura, rappresentati vettorialmente bidimensionali, quotati e classificati per materiale.

2.2.4.2 Descrizione stato di fatto

Sulla base degli elaborati riportati nel seguito, si descrive lo stato di fatto dell'area e dei due edifici in esame.
Il comparto dell'ex Cantina di Carpi si presenta ad oggi una proprietà interamente abbandonata, se non per gli occasionali interventi di potatura delle piante e rampicanti spontanei che invadono il marciapiede e la pista ciclabile che attorniano la recinzione lungo Via L. Ariosto e Via E. De Amicis durante il periodo primaverile/estivo.
Come si può notare dalla planimetria generale la zona è composta da un'ampia superficie libera che separa i due fabbricati vincolati di valenza storica, perdurati alla demolizione assieme alla cabina della società elettrica. Si sottolinea la presenza della grande quercia quasi secolare anch'essa vincolata, situata nella parte più a Nord, ancora prosperosa nonostante le assenti cure e manutenzioni di potatura. Le ex vasche vinarie in cemento armato, oggi riempite con terre di riporto, si notano a malapena tra la folta malerba e le piante spontanee di pioppi cresciuti velocemente negli ultimi anni, soprattutto in corrispondenza delle vasche. La restante pavimentazione è una spiantata di ghiaia mista pressata con porzioni di asfalto e gettate di calcestruzzo nelle zone adiacenti l'interno della recinzione, rimaste parzialmente intatte dopo la demolizione. La zona attorno alla quercia si presenta come una sorta di rotatoria attorno all'albero fino a raggiungere la villetta e l'accesso su Via L. Ariosto. L'intero comparto è cinto da cinque imponenti cancelli in ferro e da una recinzione in muratura nella parte Sud-Ovest e nel tratto non rettilineo lungo Via L. Ariosto; la restante recinzione è formata da muratura e reti in ferro ripetute regolarmente.

L'edificio ex sede della Cantina Sociale di Carpi sito in Via E. De Amicis, 1 presenta il prospetto principale lungo la linea della recinzione, affacciandosi direttamente sulla ciclabile e marciapiede, in corrispondenza dell'intersezione ortogonale tra le due carreggiate di Via E. De Amicis e Via F. Petrarca. Come si nota dagli elaborati l'accesso principale si trova nel fronte Sud, attraverso l'imponente portone a doppio battente in legno massello. Gli elementi decoro sono innumerevoli, concentrati soprattutto attorno alle bifore del piano terra e piano primo con trame e materiali differenti. La facciata principale è suddivisa orizzontalmente in due parti dal marcadavanzale che corre attorno a tutto il fabbricato: la parte inferiore presenta una superficie articolata dalla alternanza della muratura a vista e di elementi in pietra chiara posti irregolarmente; la parte superiore invece è intonacata e pitturata con elementi modulari di decoro che si intervallano alle tre bifore in linea con quelle del piano inferiore, il tutto chiuso da un cornicione decorato in rilievo

che raggiunge quasi l'intersezione con la copertura. L'unica unità del prospetto principale visivamente deteriorata dagli agenti atmosferici è il paramento in muratura che svetta oltre la copertura in coppi, con funzione di insegna, riportante la scritta "Cantina Sociale di Carpi", ormai quasi illeggibile causa disgregazione dell'intonacatura.
Gli altri fronti si presentano molto più scarni e privi di elementi architettonici rilevanti: si mantiene la suddivisione orizzontale e una distribuzione delle aperture regolare e simmetrica.
Il fronte Est presenta i segni rimasti dalla demolizione dello stabilimento che si collegava ad esso nello spigolo più a Nord; sono rimasti parzialmente intatti gli impianti di illuminazione, pensiline di copertura e le tubazioni per la fornitura di gas.
Sul fronte Nord si notano maggiormente i segni lasciati dalla demolizione: parte della facciata presenta dei rivestimenti sovrapposti piastrellati e intonacati di interni dello stabilimento che si collegava al fabbricato attraverso un accesso laterale nella parte più a Est; anche nella fascia sopra al marcadavanzale (l'unica delle quattro non decorata sin dalla costruzione, poiché non visibile dall'esterno), si nota l'impronta di una copertura oggi demolita.
Il prospetto Ovest porta con se traccia della superfetazione demolita assieme allo stabilimento, una sorta di cantina/ripostiglio che si collegava all'interno dello stabile tramite un portoncino nel sottoscala, oggi murato; nella muratura sono rimasti i fori di appoggio per i travetti della copertura, la pensilina di collegamento, l'intonaco bianco, l'impianto di illuminazione e l'apertura che dà nel sottoscala.
Analizzando le sezioni verticali e orizzontali si può comprendere la distribuzione interna dei vani.
La suddivisione lineare sviluppata attorno al corridoio centrale che in origine attraversava tutto l'edificio è stata parzialmente mantenuta in tutti i piani.
Al piano terra, subito dietro al portone principale, si trova un ampio disimpegno, che presenta aperture simmetriche verso due spaziose stanze. Il corridoio centrale che suddivide l'edificio si interrompe all'altezza del vano scala sulla sinistra, separato da esso tramite una tramezza in cartongesso non ortogonale alla pianta, formando un ulteriore disimpegno per permettere l'accesso alla spaziosa stanza che dà sul retro. Sono presenti due bagni con relativo antibagno, ricavati nella parte a Nord-Est.
Anche al piano superiore i vani si sviluppano attorno al grande disimpegno/corridoio centrale: le aperture simmetriche permettono l'accesso a tre stanze/camere da letto, una cucina, una sala da pranzo e un esiguo bagno ricavato in fondo al disimpegno.
È importante sottolineare che alcune aperture verso l'esterno sono state murate, così come si può notare dalle piante del piano terra e piano primo, lasciando però all'esterno, dove possibile, la presenza degli scuri in legno per conservare la cadenza regolare dei prospetti.
L'accesso all'ultimo piano avviene tramite una scala retrattile in acciaio installata in un'apertura dell'ultimo solaio: il sottotetto privo di finiture sia verticali che orizzontali mantiene la suddivisione degli ambienti imposta dai muri di spina che sorreggono la copertura. I travetti in acciaio a vista intervallati dal completamento in calcestruzzo formano il solaio interpiano, mentre la copertura presenta una struttura portante in legno, disposta su quattro falde, conservata in ottimo stato. La mancanza di finiture del sottotetto ha facilitato molto il processo di individuazione della stratigrafia delle strutture portanti sia verticali che orizzontali, permettendo un rilievo completo ed approfondito.

In generale dal punto di vista qualitativo le strutture sono robuste, gli interni dell'edificio sono ben conservati e le pavimentazioni sono in buono stato. Le alterazioni più evidenti si notano negli infissi delle finestre e dalla portafinestra sul retro al piano terra, nella porzione di muratura in corrispondenza della canna fumaria con infiltrazioni di acqua piovana e negli angoli a Nord-Ovest delle murature esterne con muffe da umidità.

L'altro edificio presente all'interno della proprietà si mostra in uno stato decisamente peggiore.
Il prospetto principale posto a Nord è quello meglio conservato: il portone di accesso in legno massello a doppio battente presenta danni al sistema di chiusura, così come tutte le aperture del piano terra, aumentando il grado di possibili danni e deterioramenti dovuti alle intemperie. La distribuzione della facciata è molto simile a quella dell'altro edificio, seppur più scarna e spoglia di dettagli e decori: al piano inferiore bifore ad arco ribassato murate o parzialmente murate poste simmetricamente a lato del portone centrale; il marcadavanzale evidenzia la parte superiore composta da bifore ad arco a tutto sesto anch'esse murate o parzialmente murate, disposte in linea con le aperture sottostanti; i pochi disegni di decoro in rilievo si appoggiano alla muratura in mattoni a vista che si trova in tutti i fronti.
La suddivisione tra la fascia inferiore e superiore è presente anche negli altri fronti, riprendendo la stessa tipologia anche nelle aperture disposte in linea. Al di sotto della gronda perimetrale si trova una merlettatura in mattoni che funge da decoro della copertura, cingendo tutto il fabbricato.
Il prospetto Est, visibile direttamente dalla strada, è in buona parte nascosto da una pianta spontanea di fico, cresciuta a ridosso della muratura perimetrale. Nel fronte sono presenti le bifore disposte simmetricamente rispetto ad una incisione riportata su una targhetta di marmo, posta al centro della facciata: "Alla memoria del dott. cav. Alfredo Molinari primo presidente di questa cantina sociale che alla illuminata e feconda operosità di lui deve la sua vita e il suo prospero inizio nel decimo anno dalla fondazione. I soci riconoscenti. MCMXIII"
Il fronte Sud mostra i segni dei capannoni demoliti che si collegavano al fabbricato nella parte a Sud-Ovest attraverso il passaggio con il laboratorio al piano terra. A ridosso della facciata è ancora presente una struttura reticolare in ferro per il sostegno dei silos di deposito, un tempo stoccati in quella zona. Nella parte più a Ovest si nota in rilievo la sagoma della muratura che intersecava il muro perimetrale, suddividendo verticalmente la facciata: l'apertura vicino all'angolo non presenta alcuna porta poiché fungeva da collegamento con lo stabilimento; la finestra rettangolare soprastante interrompe la simmetria e l'armonia del motivo ad arco delle bifore originali, parzialmente murate anch'esse a seguito dei collegamenti coi capannoni industriali. La muratura stessa presenta svariati danni, aperture e mancanze di mattoni in vari punti, dovute proprio alla demolizione, che ha trascinato con sé tutti gli elementi collegati alle strutture dello stabilimento.
L'armonia lineare del marcapiano continuo e la ripetizione regolare delle bifore si interrompe completamente nel prospetto Ovest, dove si trova una accozzaglia di elementi rimasti parzialmente intatti dalla demolizione.
Il fronte Ovest è quello che presenta maggiori danni e deterioramenti, completamente ricoperto dai rivestimenti interni degli ambienti dei capannoni demoliti: la parte più a Sud presenta una sovrapposizione di piastrellature verticali, oggi rovinate dalle intemperie. Nella fascia centrale sono presenti aperture senza infissi che si collegavano ai capannoni. Anche su questo fronte sono presenti

i segni della copertura e della muratura oggi demolite, che separano la parte più a Nord della facciata in cui si trova una apertura al piano terra priva di porta circondata da intonaci di colori diversi. Anche la merlettatura di decoro è parzialmente danneggiata o completamente assente.

Analizzando le piante si può comprendere al meglio la distribuzione interna degli ambienti. Il muro di spina che attraversa l'edificio in direzione Est-Ovest divide il laboratorio dall'abitazione. Dal portone principale a Nord si apre un disimpegno che dà su un ufficio dismesso, su un corridoio che termina in un vano cieco e sul vano scala. Dall'apertura sud invece si accede direttamente al vano scala del laboratorio, composto da due stanze consecutive e dal magazzino/deposito posto al piano ammezzato. Dall'angusta apertura priva di porta vicino allo spigolo Nord-Ovest si accede ad un piccolo bagno di servizio ricavato dal sottoscala, interamente danneggiato dagli agenti atmosferici e dalla vegetazione spontanea rampicante.
L'intera superficie del piano primo è adibita ad abitazione: dal pianerottolo del vano scala si accede direttamente al salone del soggiorno, che si collega alla angusta cucina e alla sala da pranzo mediante un piccolo disimpegno e al corridoio che termina con una apertura senza infissi, da cui si accede all'unica stanza da letto. Gli infissi e le porte a vetro presentano un alto livello di deterioramento, completamente inefficaci permettono alle intemperie di gravare anche negli ambienti interni. Lo stato di conservazione della cucina e del corridoio è pessimo, presentando danni alle pavimentazioni, ai rivestimenti e ai controsoffitti.
Il sottotetto al secondo piano è sprovvisto di finiture sia orizzontali sia verticali, alla stregua dell'altro edificio. La distribuzione dei locali si compone attorno al pianerottolo di arrivo della scala: anche qui la posizione dei muri di spina che portano la copertura impone la suddivisione in vani, implementata con tramezze per ricavare ripostigli e depositi. La copertura realizzata tramite un sistema di travi in legno e tavelle forate, ricoperte da tegole, si conserva in un pessimo stato, presentando in particolar modo numerosi danni da infiltrazioni che hanno gravato a loro volta sui solai e controsoffitti del piano inferiore. Il solaio è realizzato con travetti in legno e pianelle in laterizio mentre i controsoffitti con travetti in calcestruzzo e tavelle sottili. I comignoli e l'abbaino giacciono in uno stato precario, anch'essi fortemente danneggiati dagli agenti atmosferici.
Dal punto di vista qualitativo le strutture sono pressoché robuste; gli interni dell'edificio invece sono mal conservati e non tutte le pavimentazioni sono in buono stato. Le alterazioni più evidenti si notano in corrispondenza delle aperture prive di infissi e nei punti in cui è stata parzialmente rimossa la muratura.

PLANIMETRIA GENERALE
rapp. 1:500

0m 20m 40m 60m

N

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PLANIMETRIA

TAVOLA
17

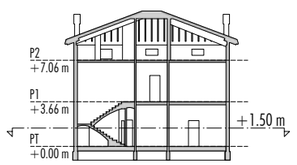
PIANTA PIANO TERRA

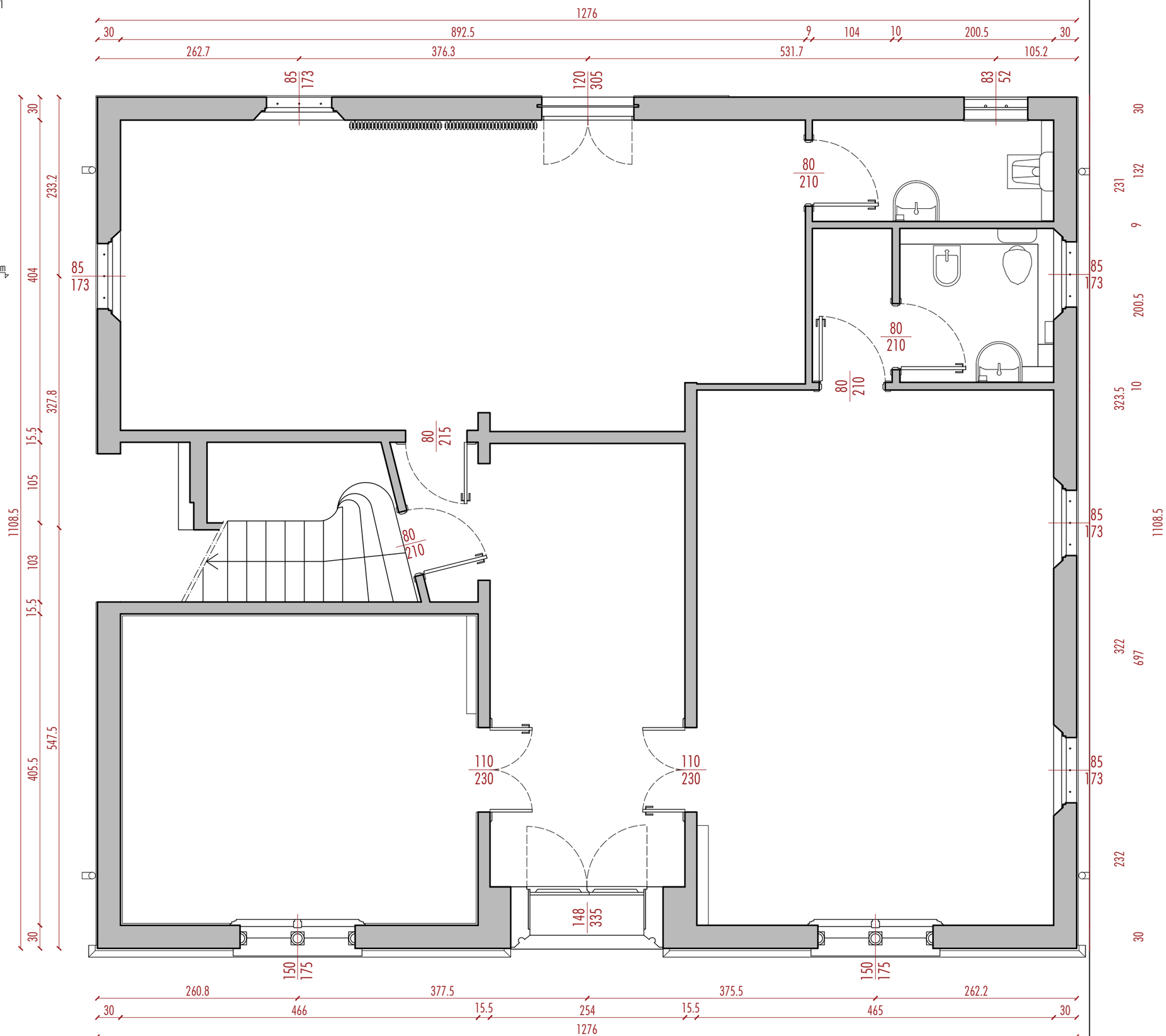
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
18

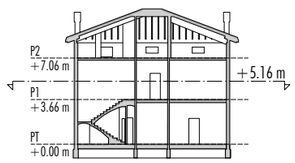
PIANTA PIANO PRIMO

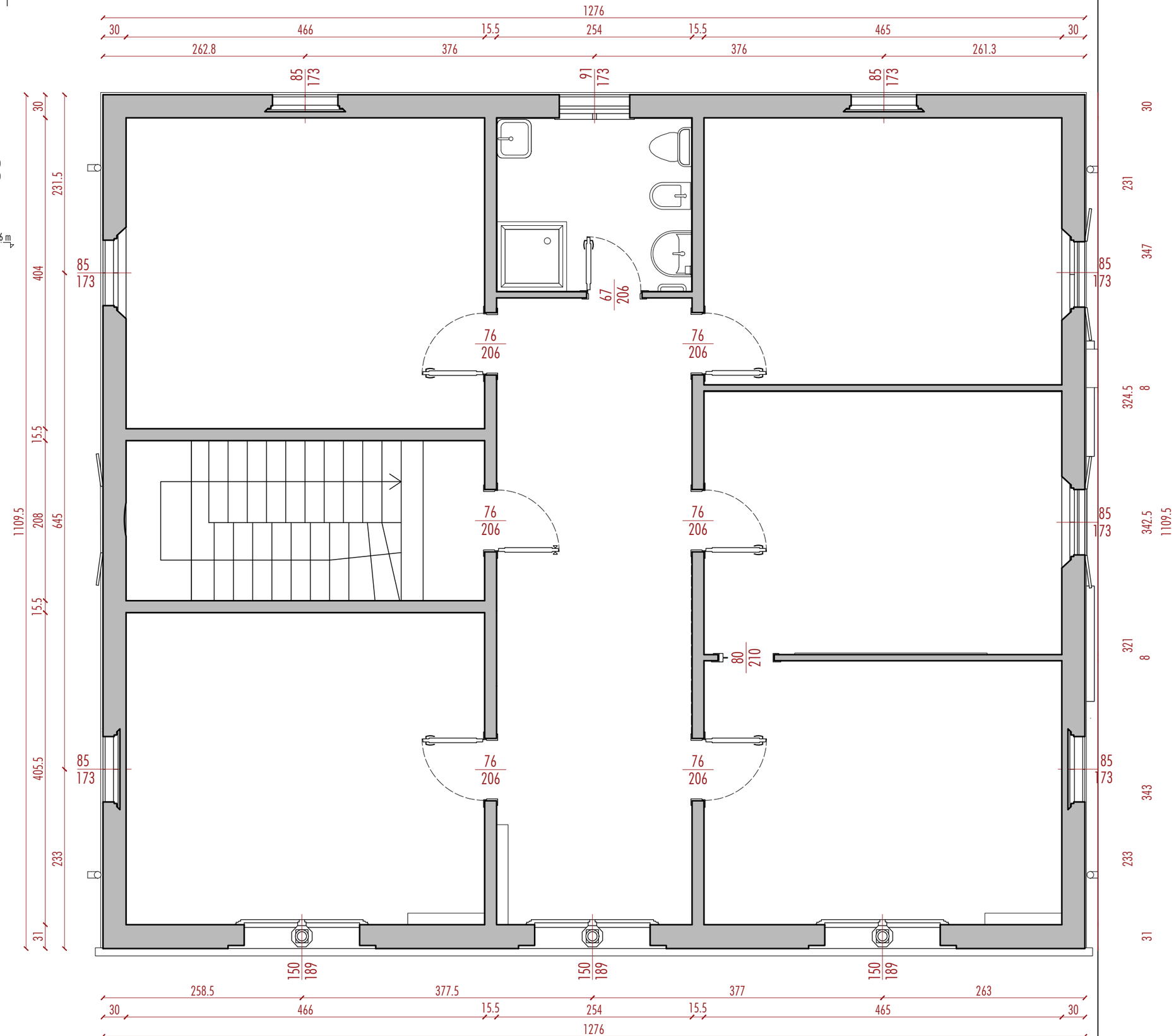
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
19

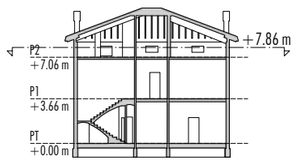
PIANTA PIANO SECONDO

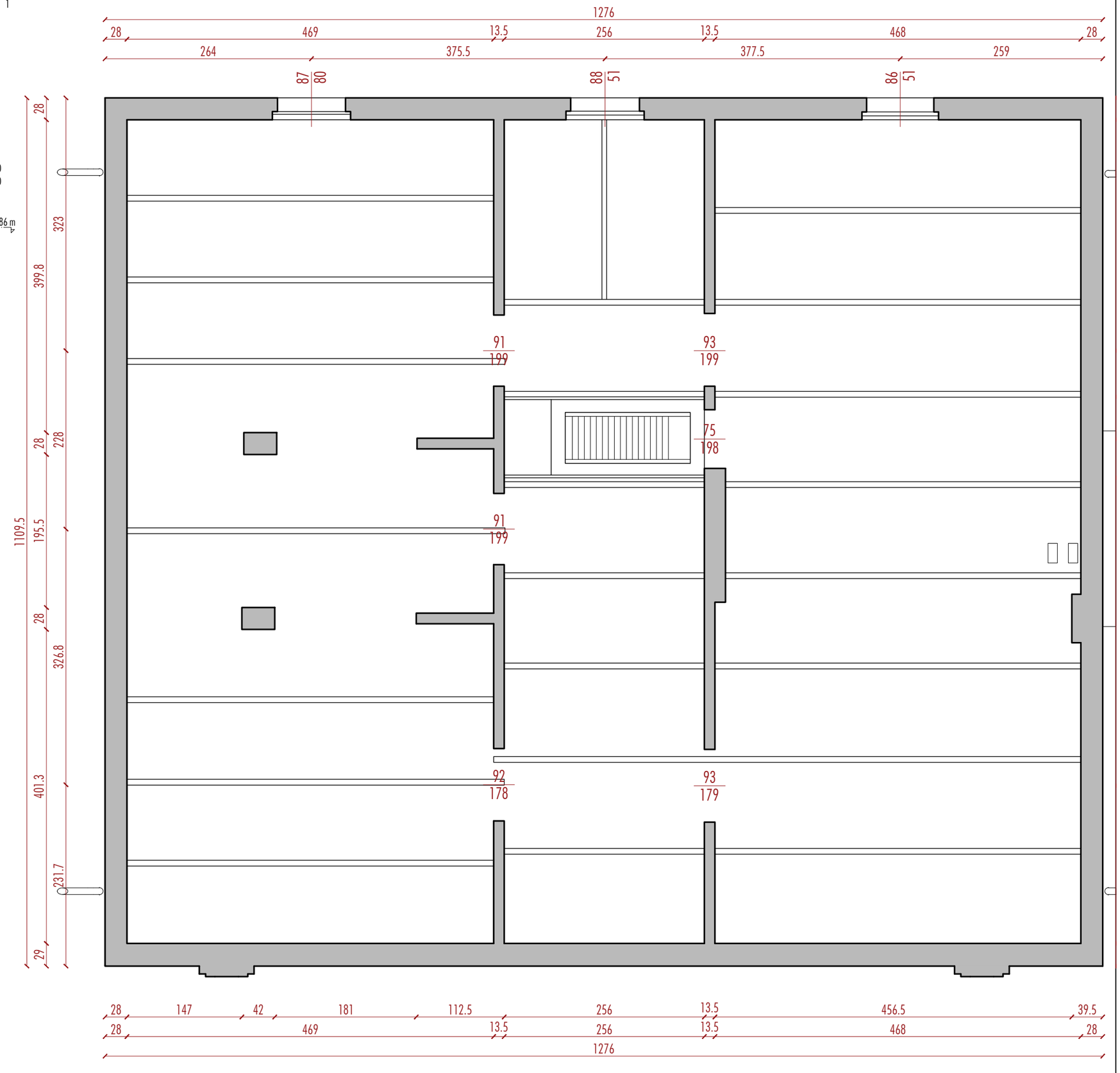
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
20

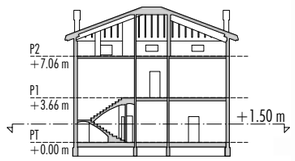
PIANTA PIANO TERRA

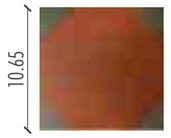
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

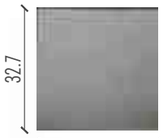
0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA

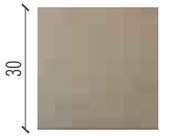




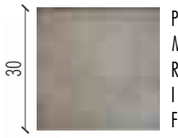
PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 0mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 3mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm

PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

21

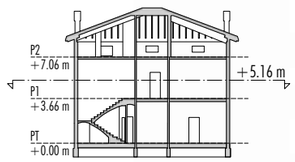
PIANTA PIANO PRIMO

VIALE E. DE AMICIS, 1

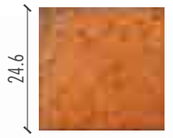
rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

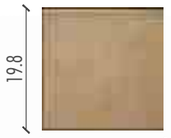
RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO



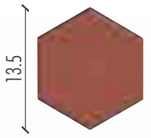
PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA CON SFALSAMENTO ALTERNATO DI 15cm E CON FUGHE DI 2mm



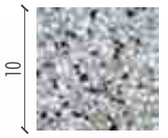
PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm



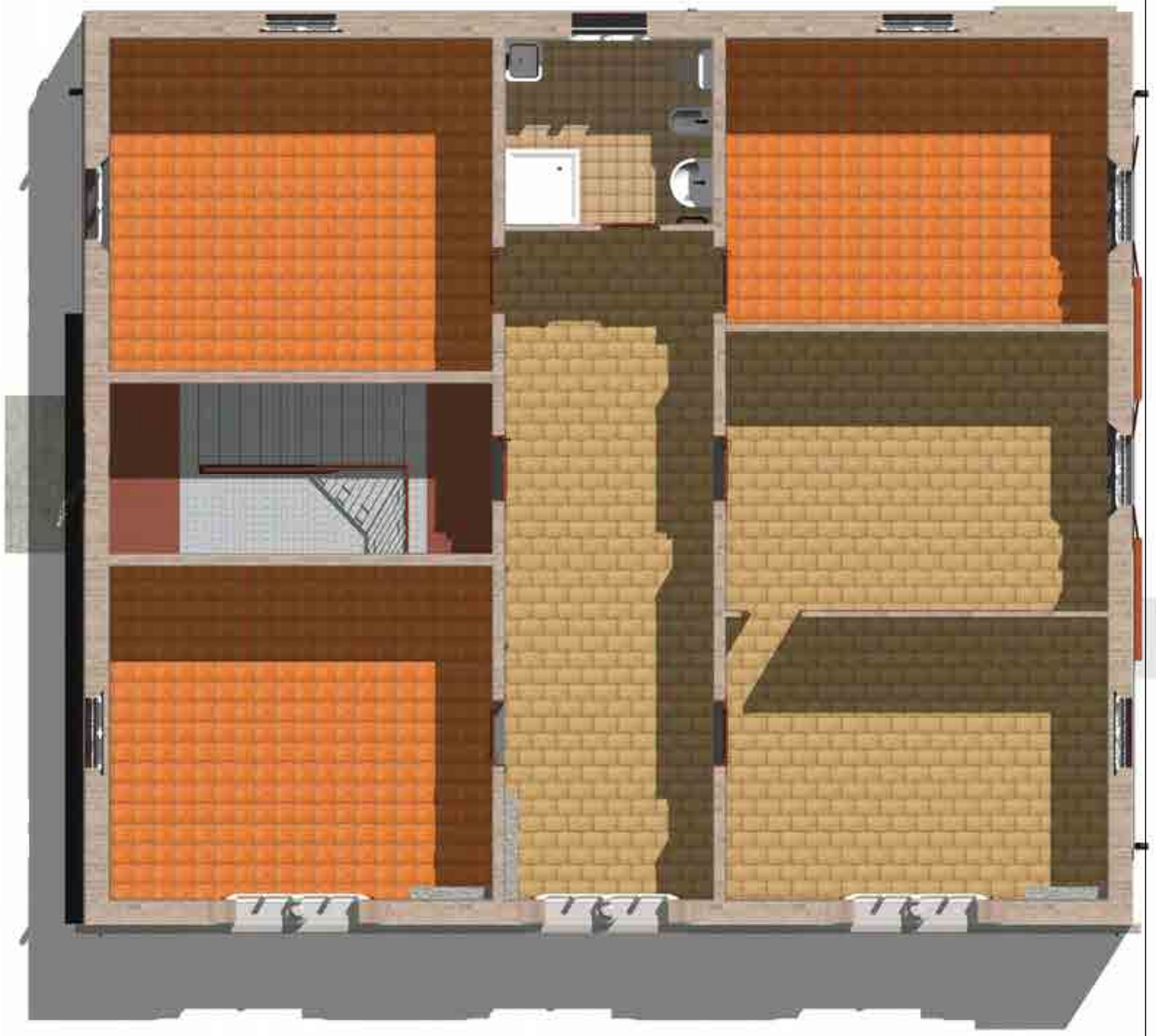
PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 1mm



PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
22

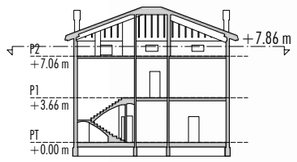
PIANTA PIANO SECONDO

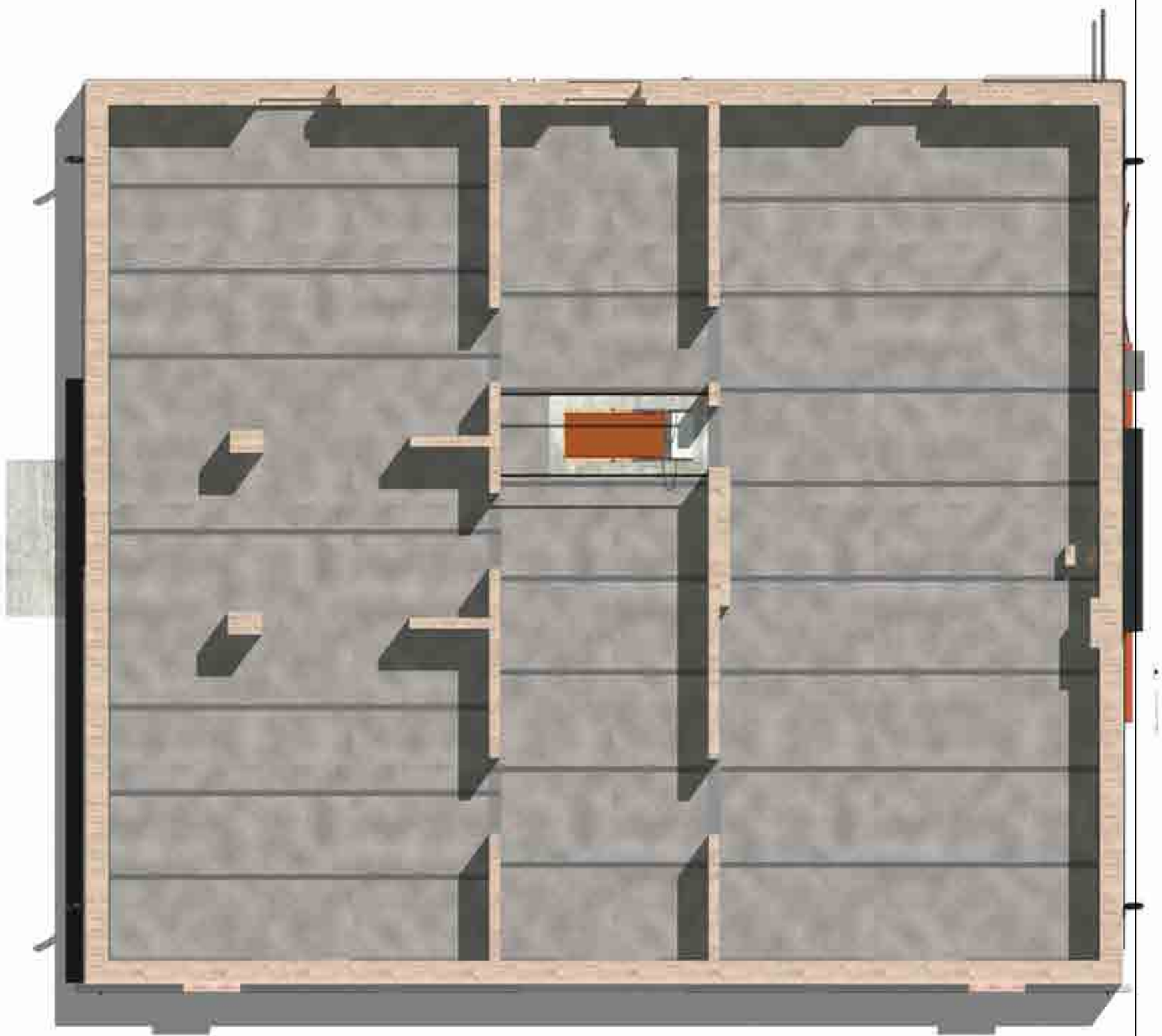
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
23

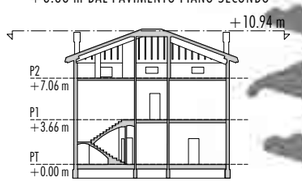
PIANTA PIANO SECONDO

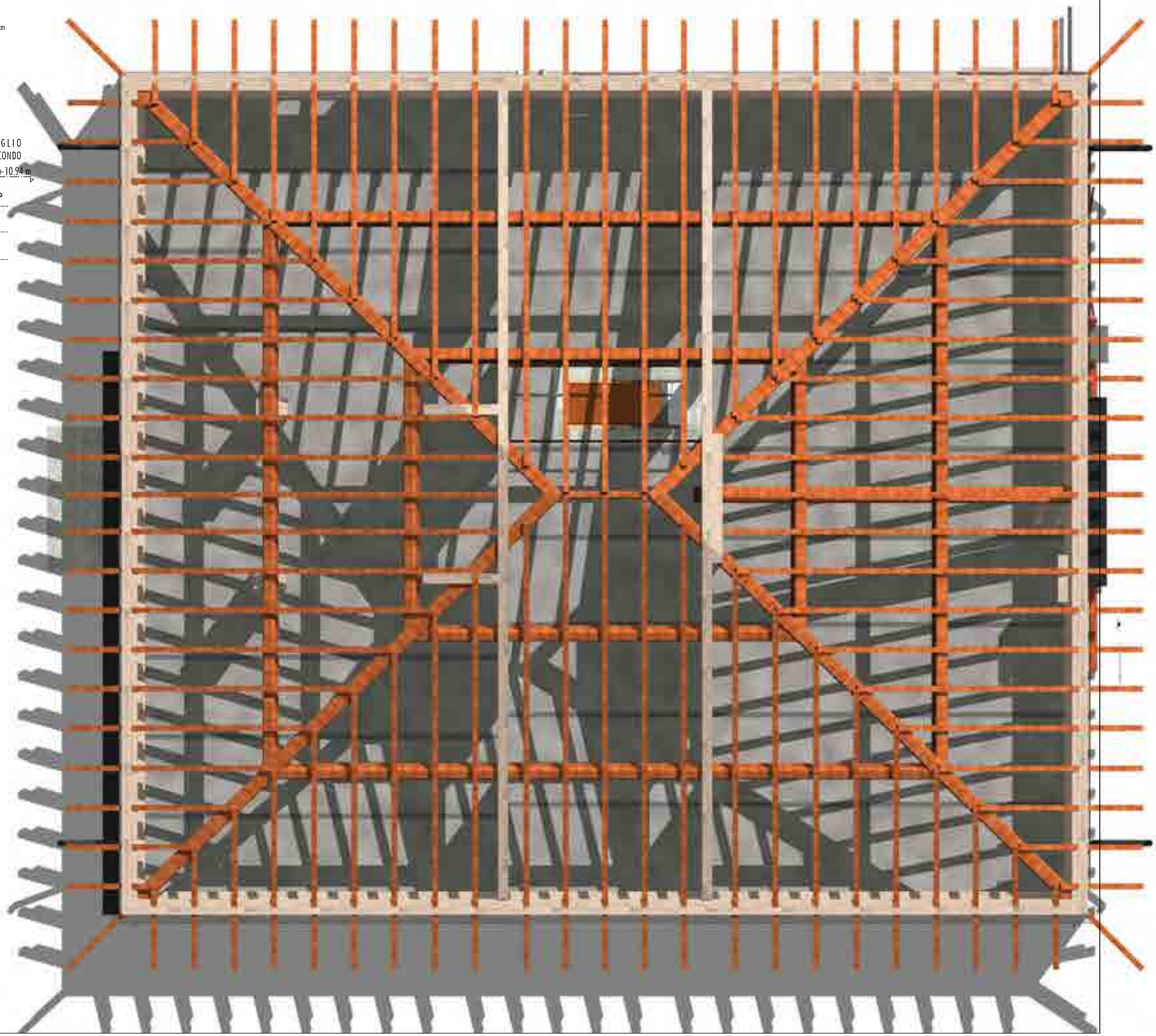
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+3.88 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
24

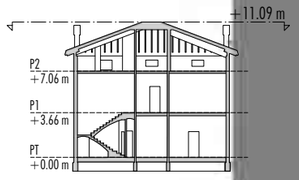
PLANIMETRIA COPERTURA

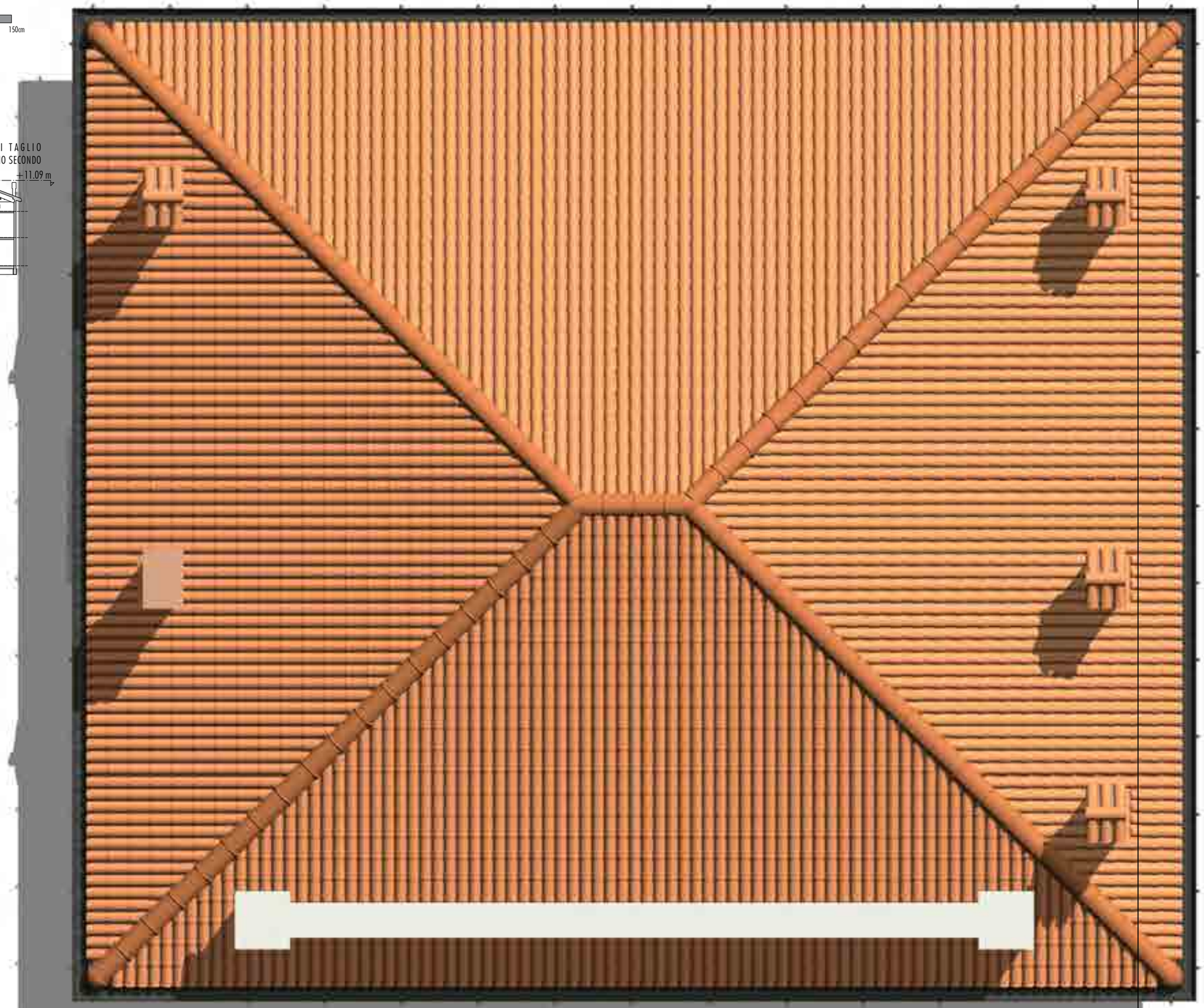
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+4.03 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
25

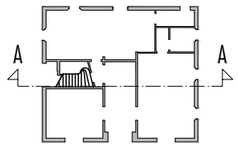
SEZIONE VERTICALE A-A

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

26

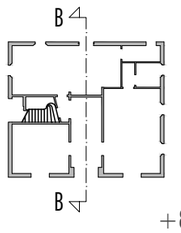
SEZIONE VERTICALE B-B

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

27

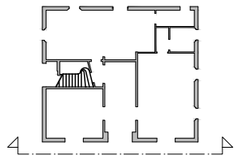
PROSPETTO SUD

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

TAVOLA
28

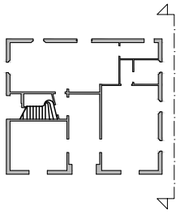
PROSPETTO EST

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

TAVOLA
29

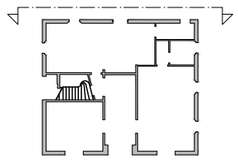
PROSPETTO NORD

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

TAVOLA
30

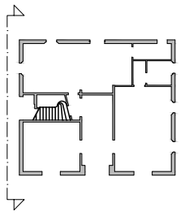
PROSPETTO OVEST

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

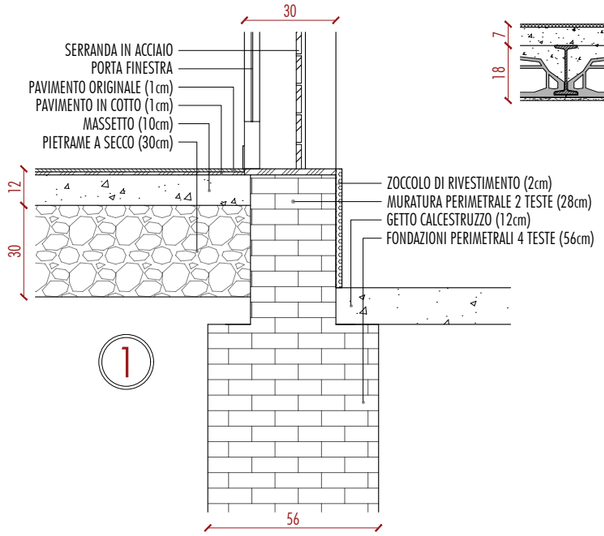
TAVOLA
31

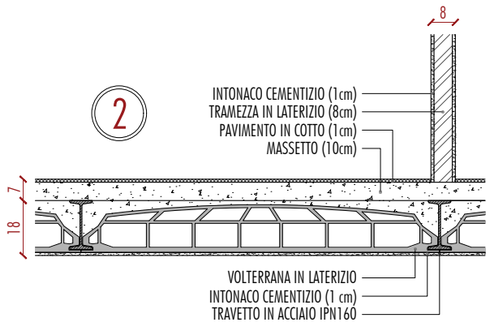
PARTICOLARI E SPACCATI ASSONOMETRICI

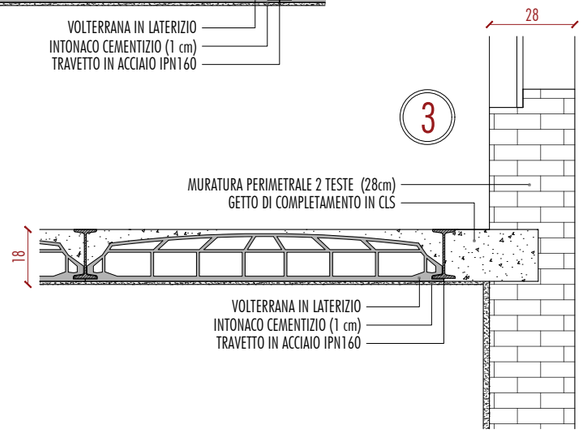
VIALE E. DE AMICIS, 1

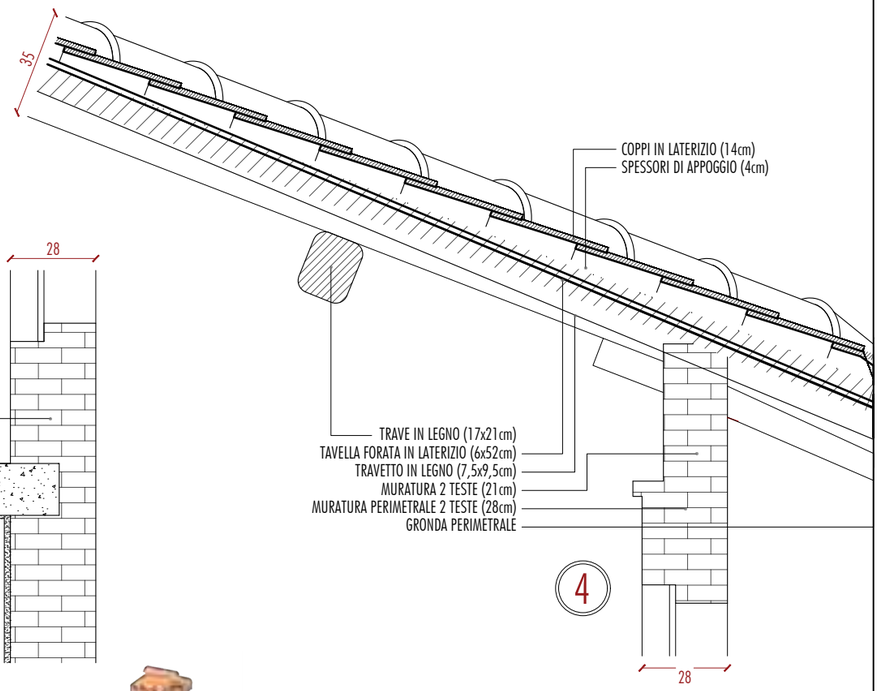
rapp. 1:20

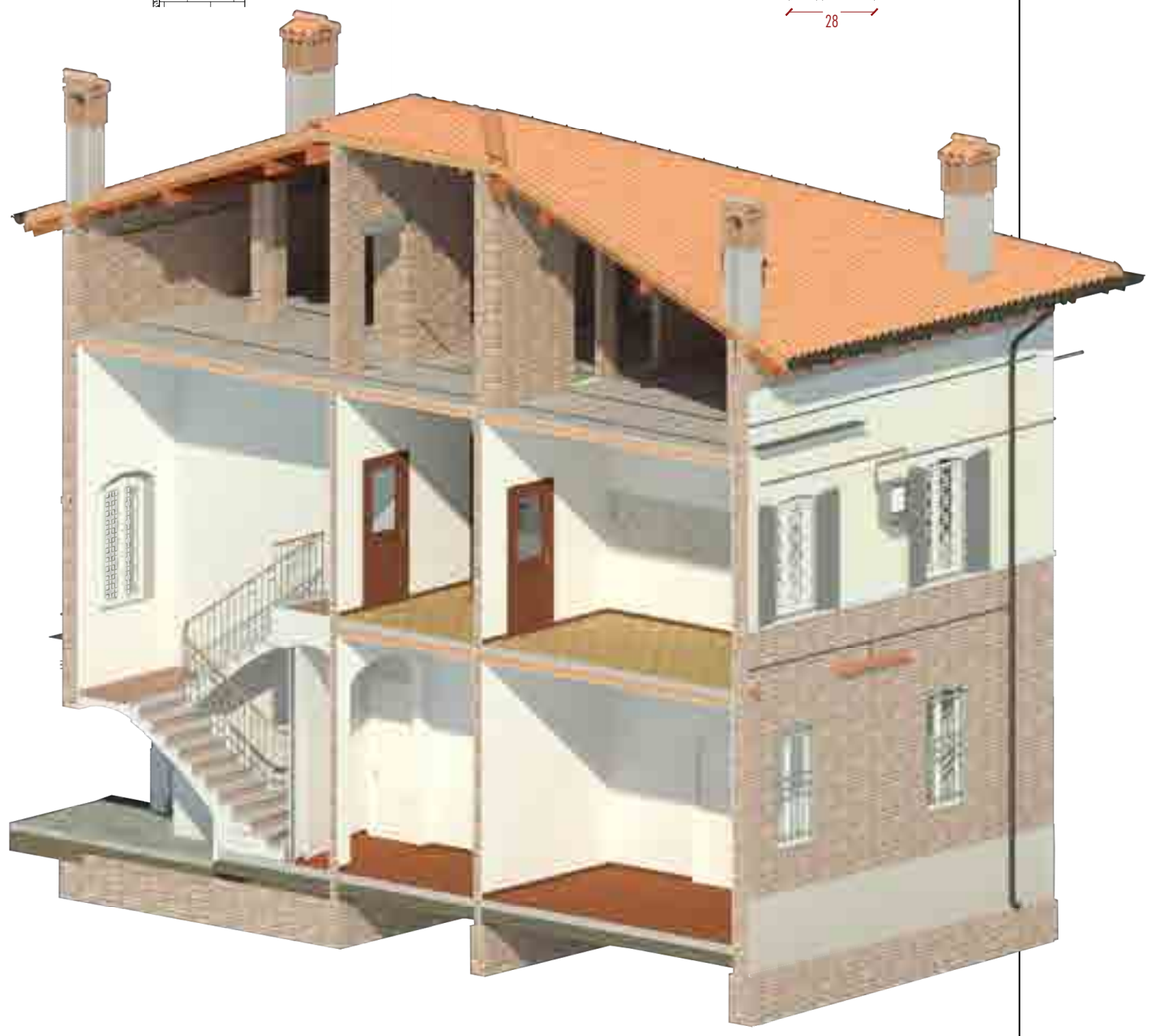
0m 20cm 40cm 60cm











UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PARTICOLARI + 3D

TAVOLA
32

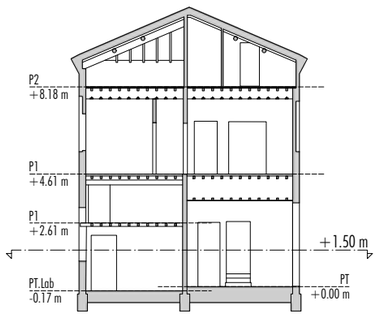
PIANTA PIANO TERRA

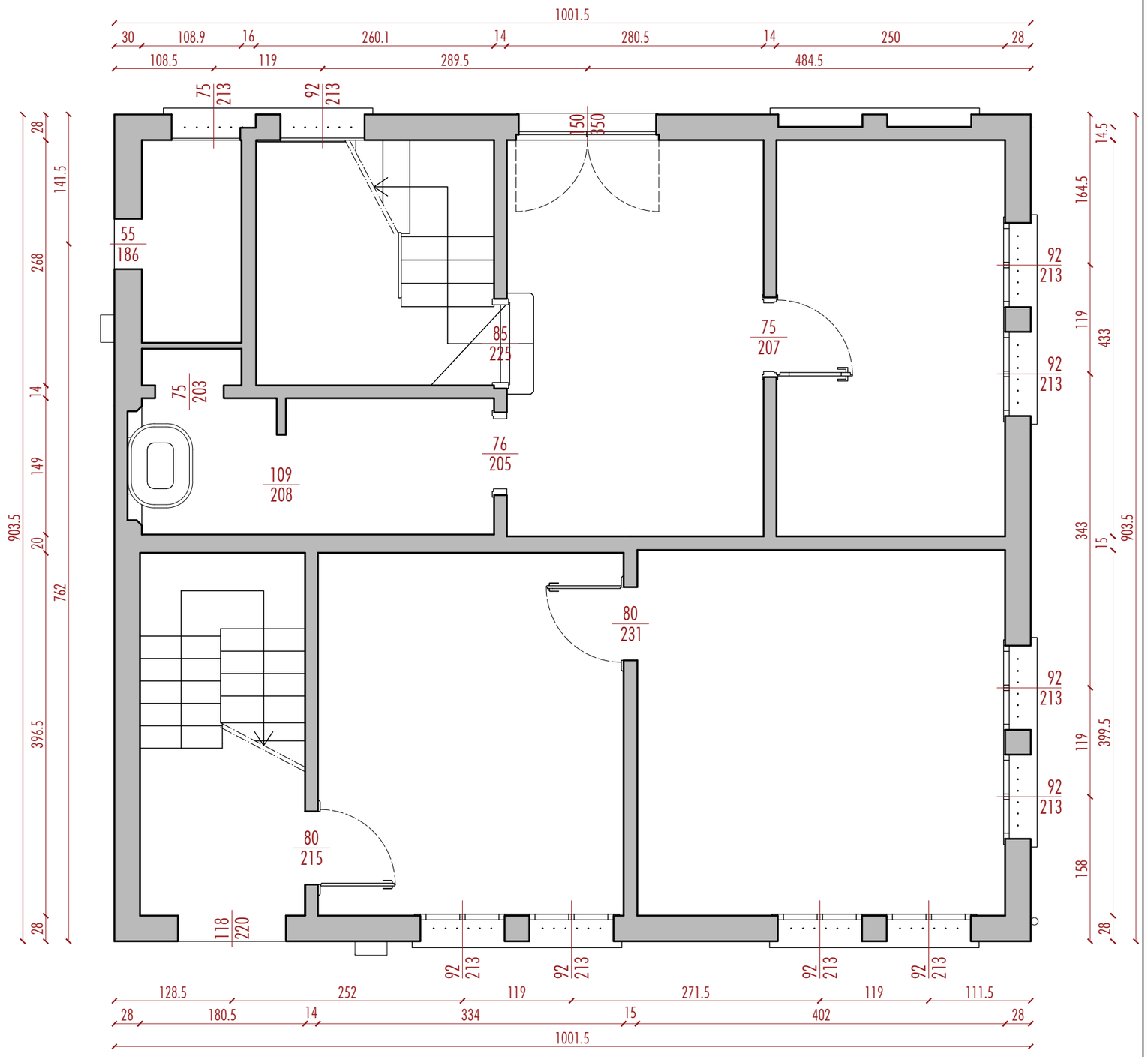
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

33

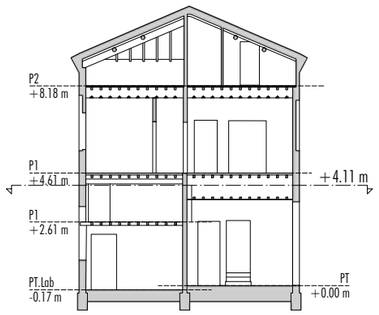
PIANTA PIANO PRIMO LABORATORIO

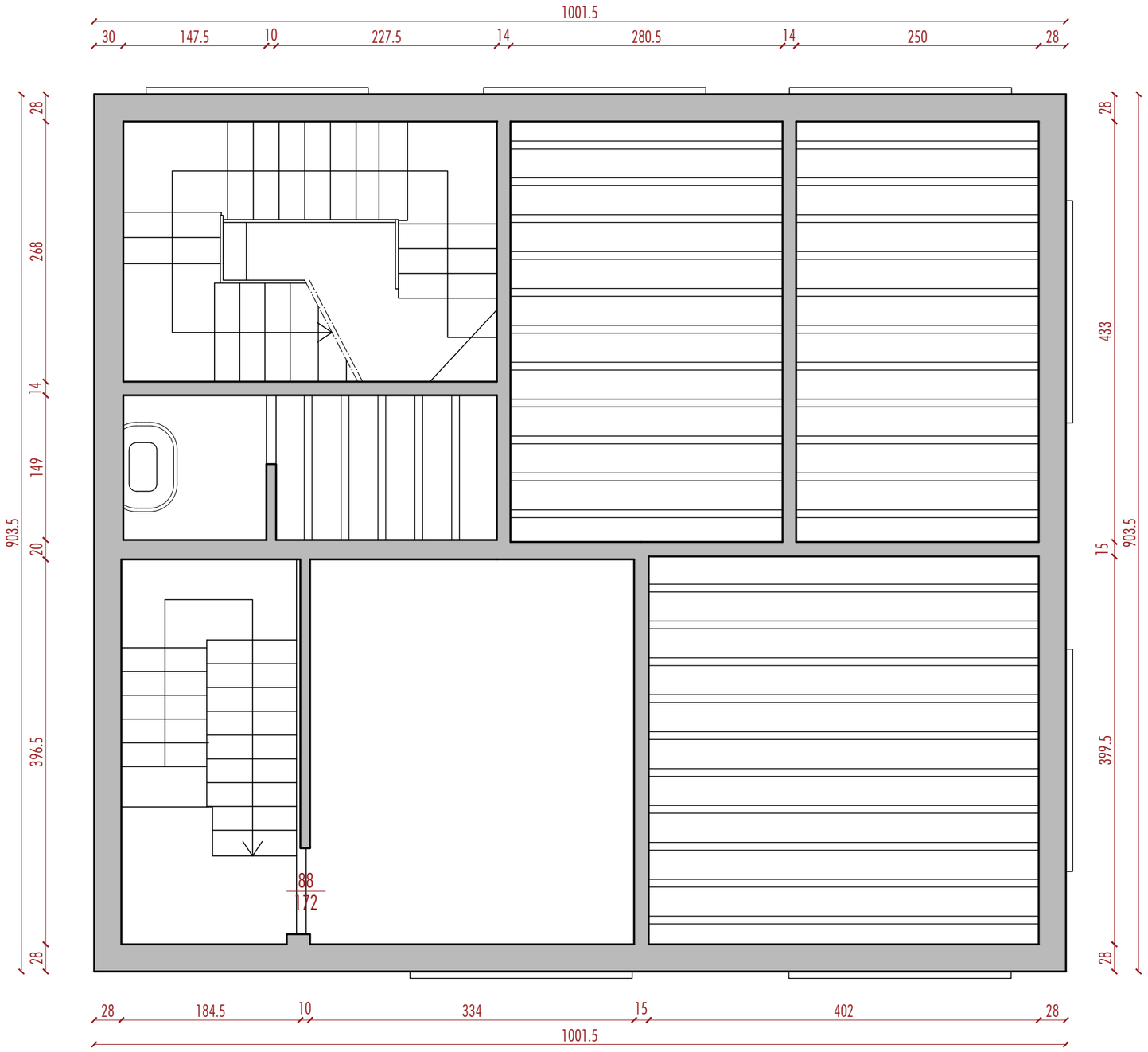
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO LABORATORIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

34

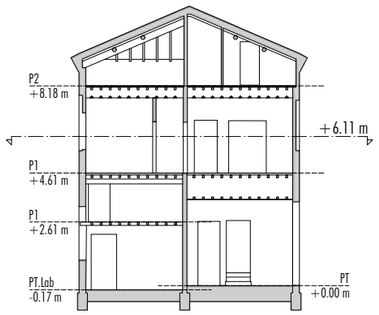
PIANTA PIANO PRIMO

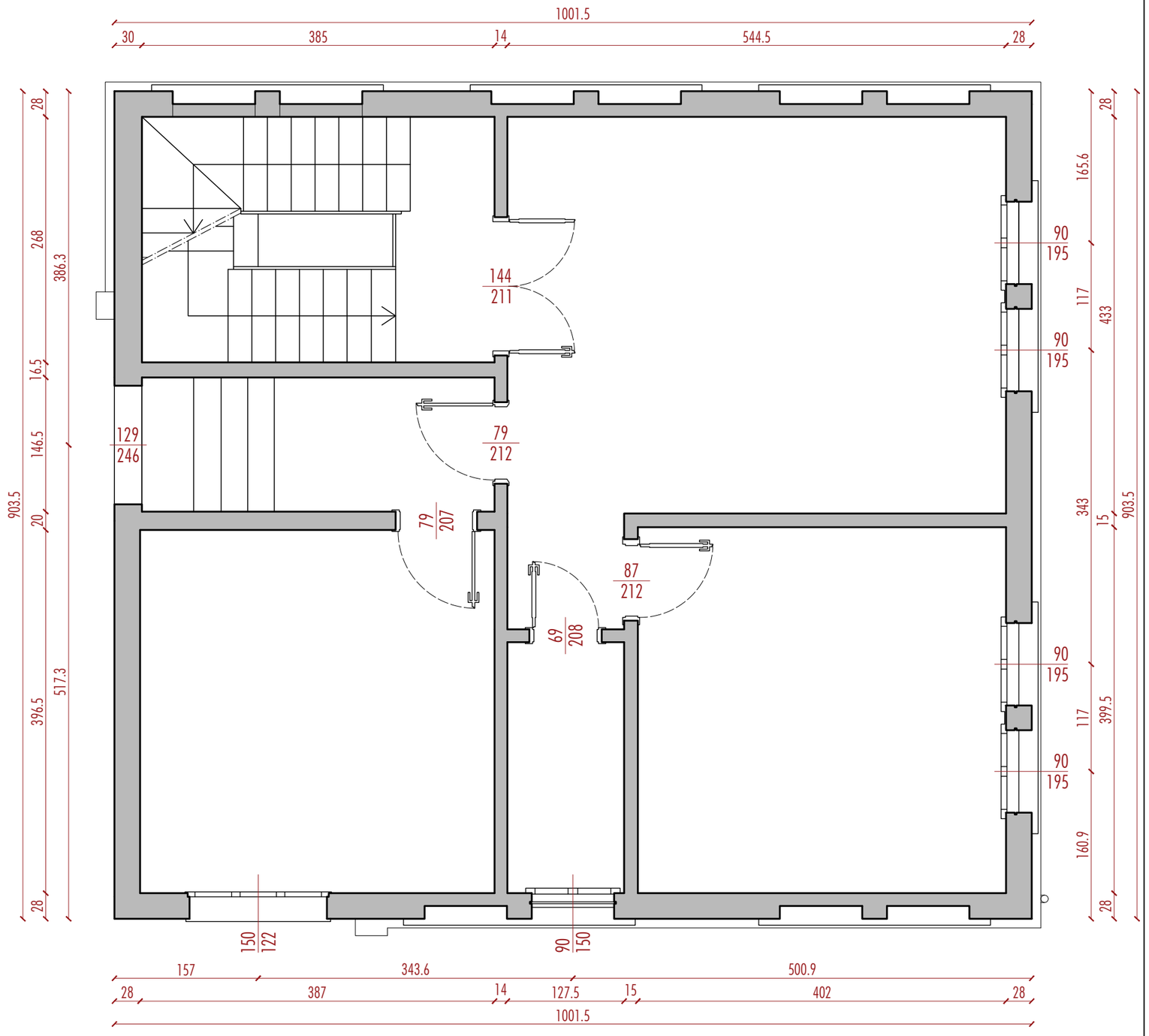
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

35

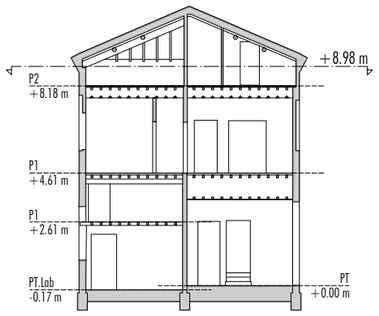
PIANTA PIANO SECONDO

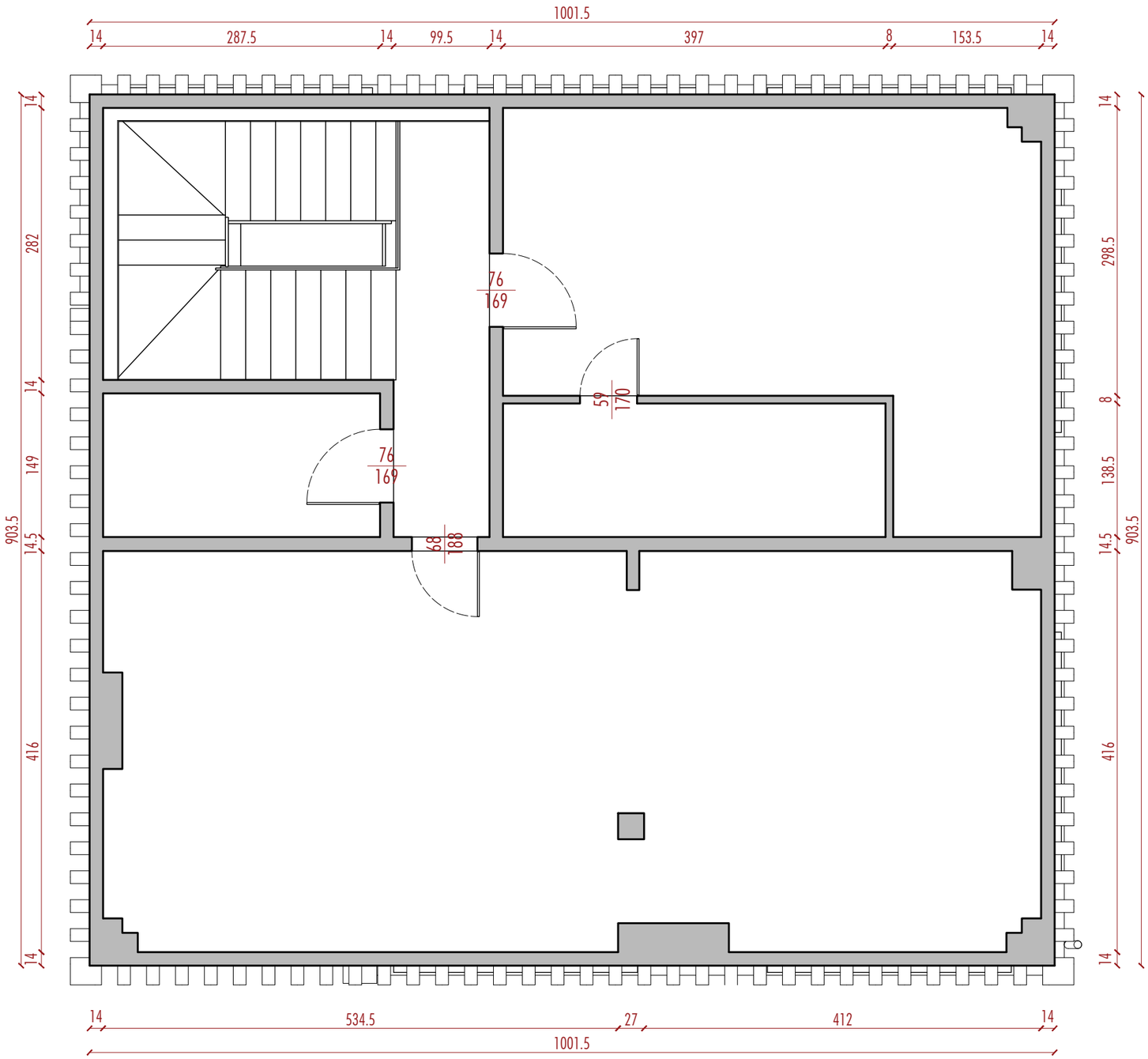
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
36

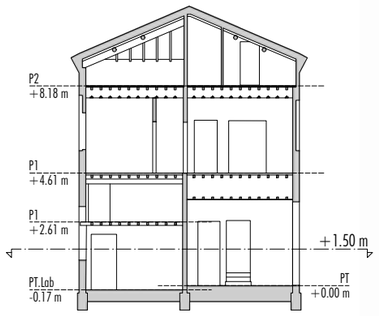
PIANTA PIANO TERRA

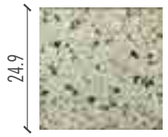
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

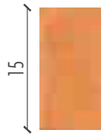
0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA

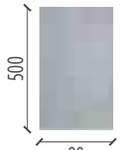




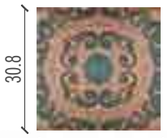
PIASTRELLE MODULARE RIPETUTE IN LINEA FUGHE 1mm



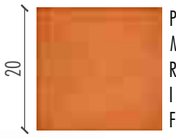
PIASTRELLA RIPETUTA CON DISPOSIZIONE A LISCA DI PESCE SFALSAMENTO DI 75mm E FUGHE DI 2mm



LASTRE DI CALCESTRUZZO LEVIGATO CON SPOLVERO



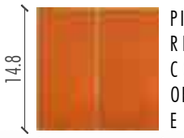
PIASTRELLE MODULARI RIPETUTE IN LINEA FUGHE 1mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 1mm

PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm

PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA CON SFALSAMENTO ALTERNATO DI 20cm E CON FUGHE DI 0mm



PIASTRELLE MODULARI RIPETUTE IN LINEA CON ROTAZIONE ORTOGONALE ALTERNATA E CON FUGHE DI 2mm

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

37

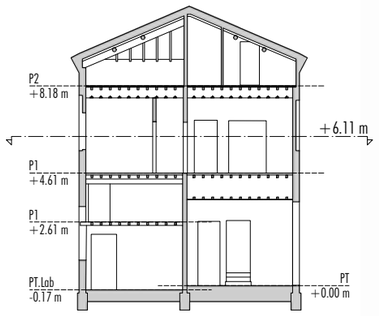
PIANTA PIANO PRIMO

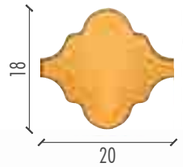
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

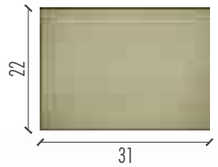
0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO

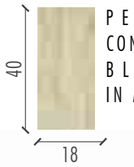




PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 3mm

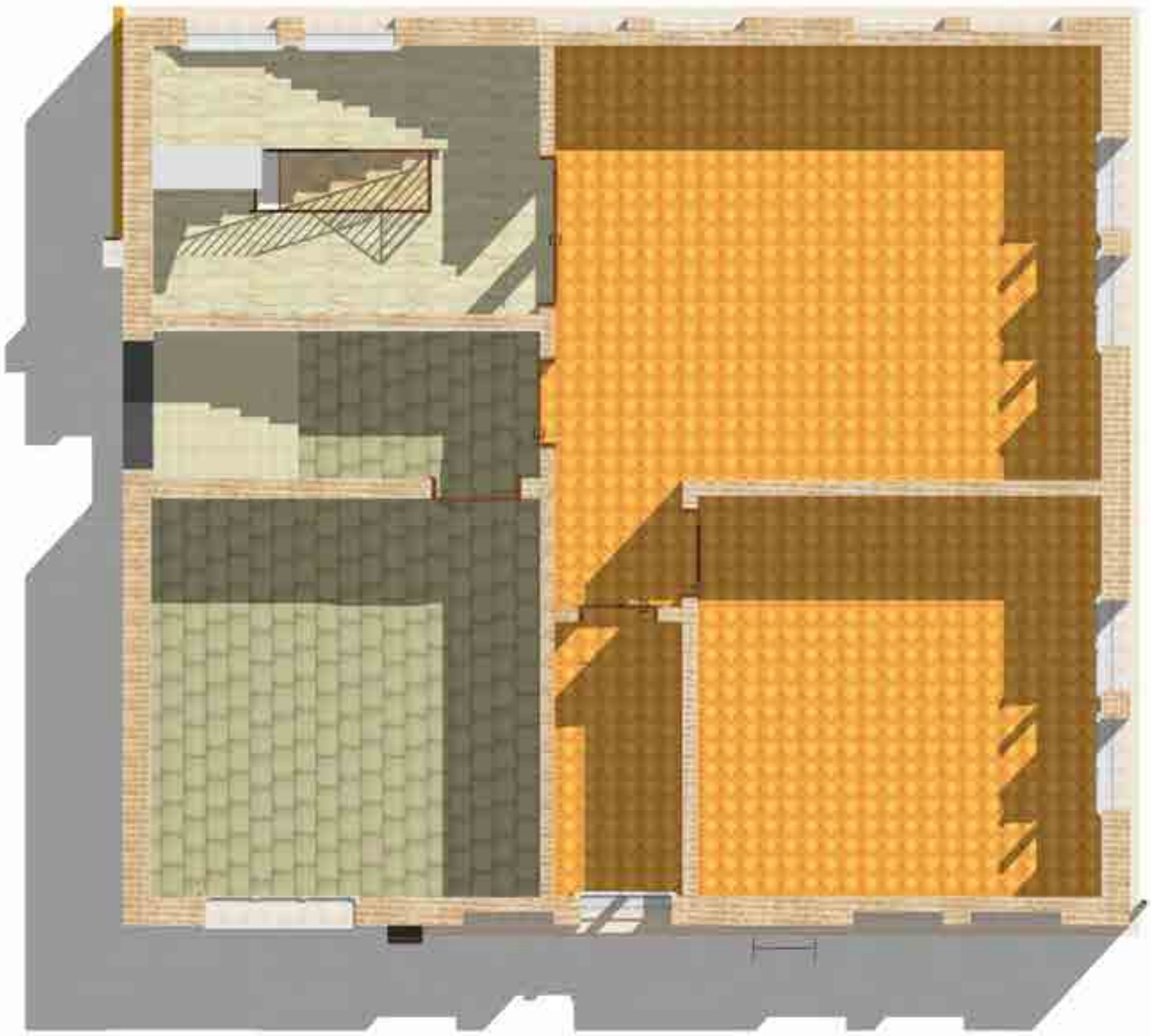


PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA CON SFALSAMENTO ALTERNATO VARIABILE E CON FUGHE DI 2mm



PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO

PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA CON SFALSAMENTO ALTERNATO DI 20cm E CON FUGHE DI 0mm



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

38

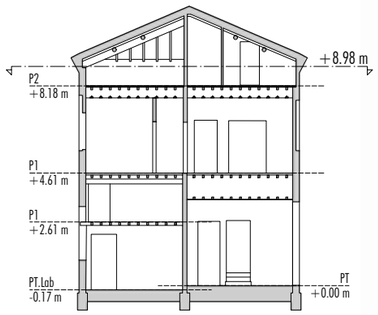
PIANTA PIANO SECONDO

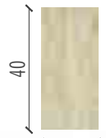
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

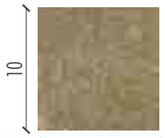
0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO



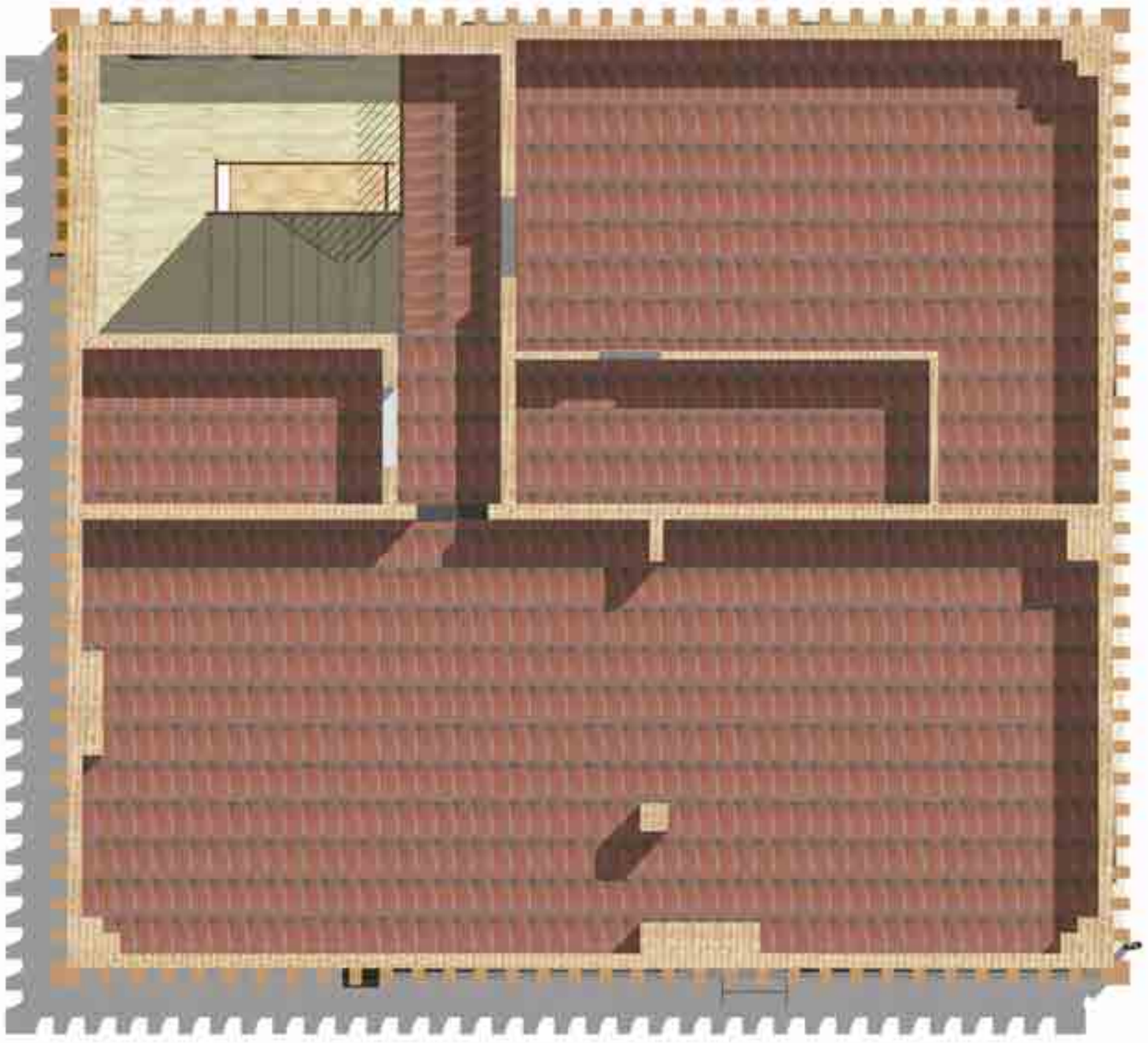


PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO



PEDATA CONTINUA GETTO IN CLACESTRUZZO

PIANELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 4mm



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

39

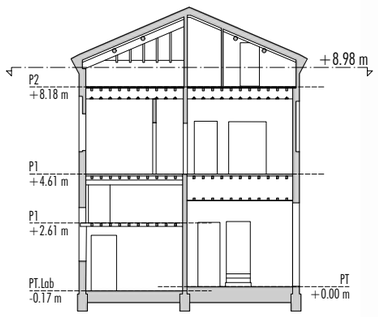
PIANTA PIANO SECONDO

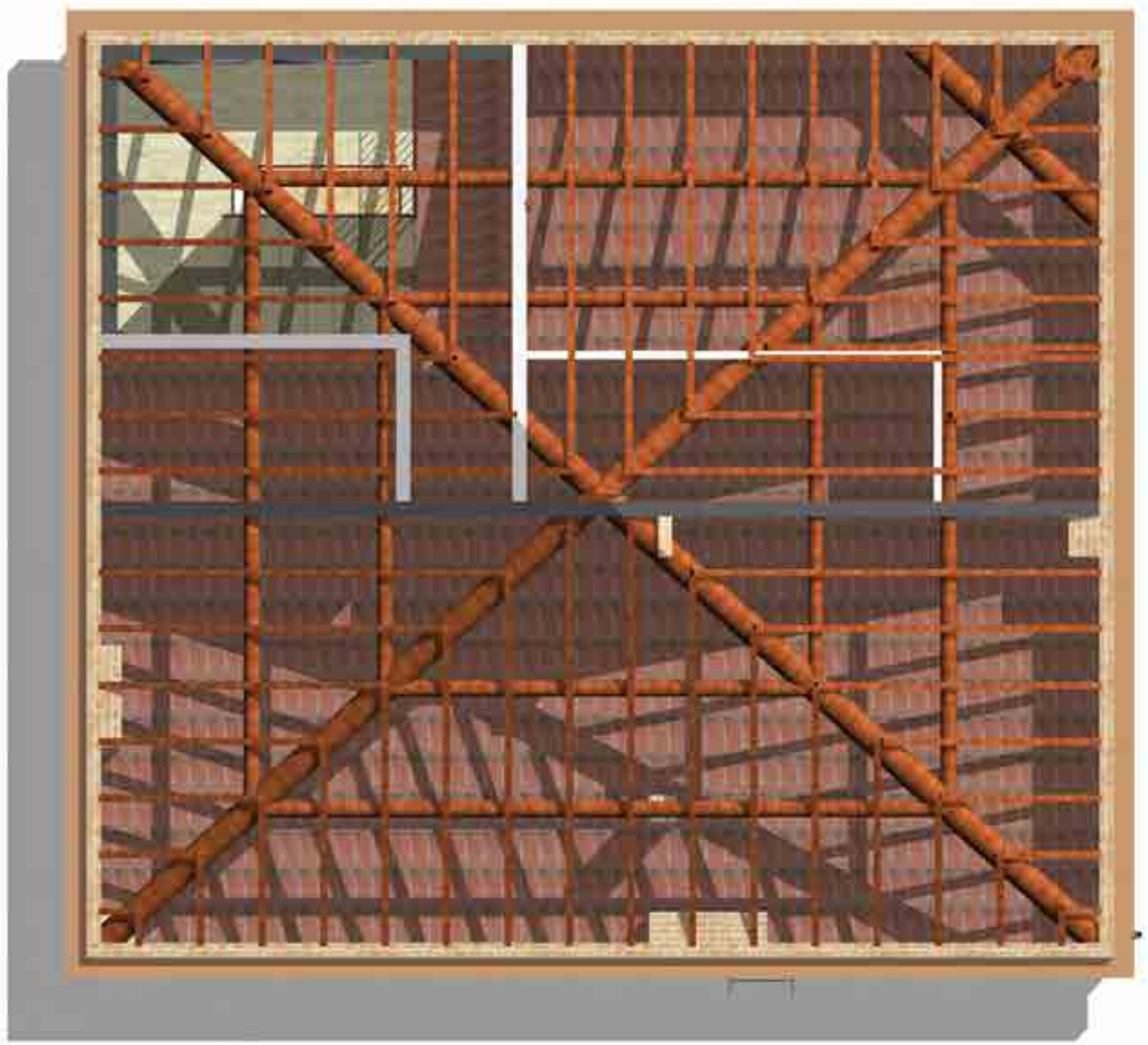
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
40

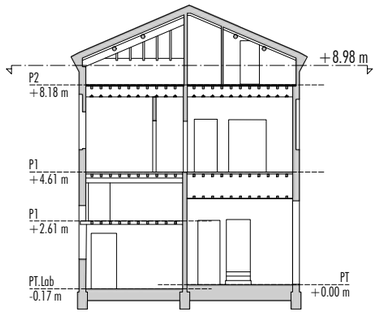
PIANTA PIANO SECONDO

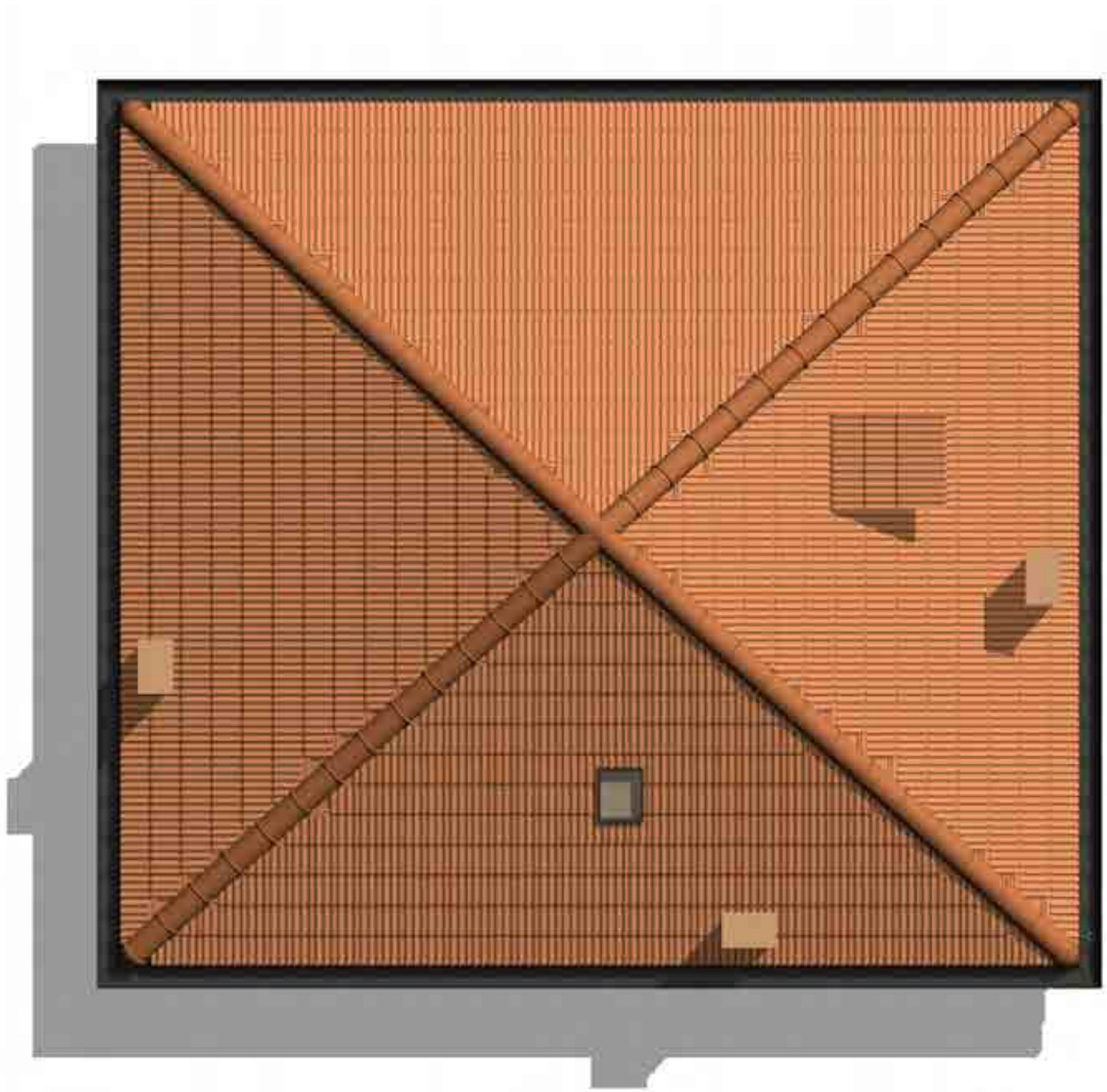
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

41

SEZIONE A'-A'

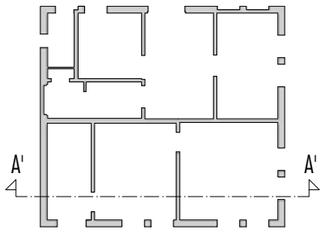
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

N

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

42

SEZIONE B'-B'

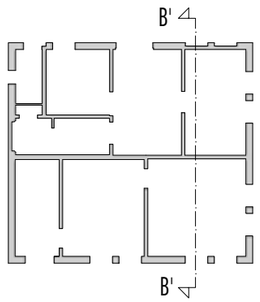
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

N

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

43

SEZIONE C'-C'

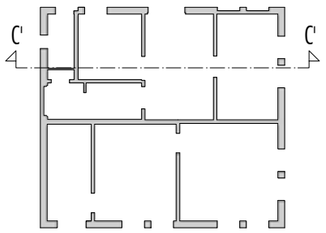
VIALE L. ARIOSTO, 13d

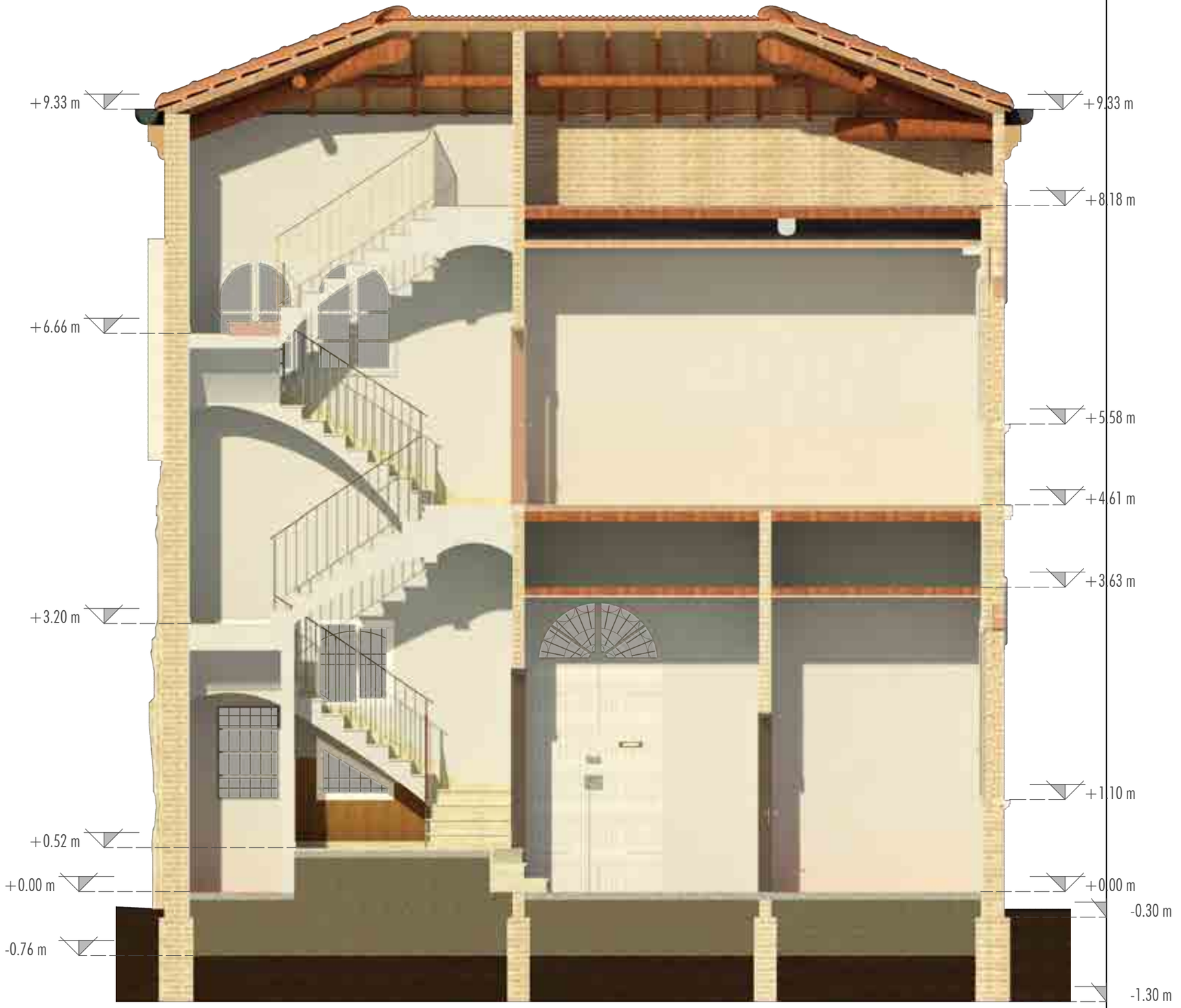
rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

N

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

44

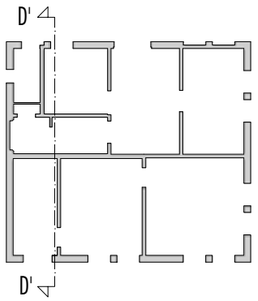
SEZIONE D'-D'

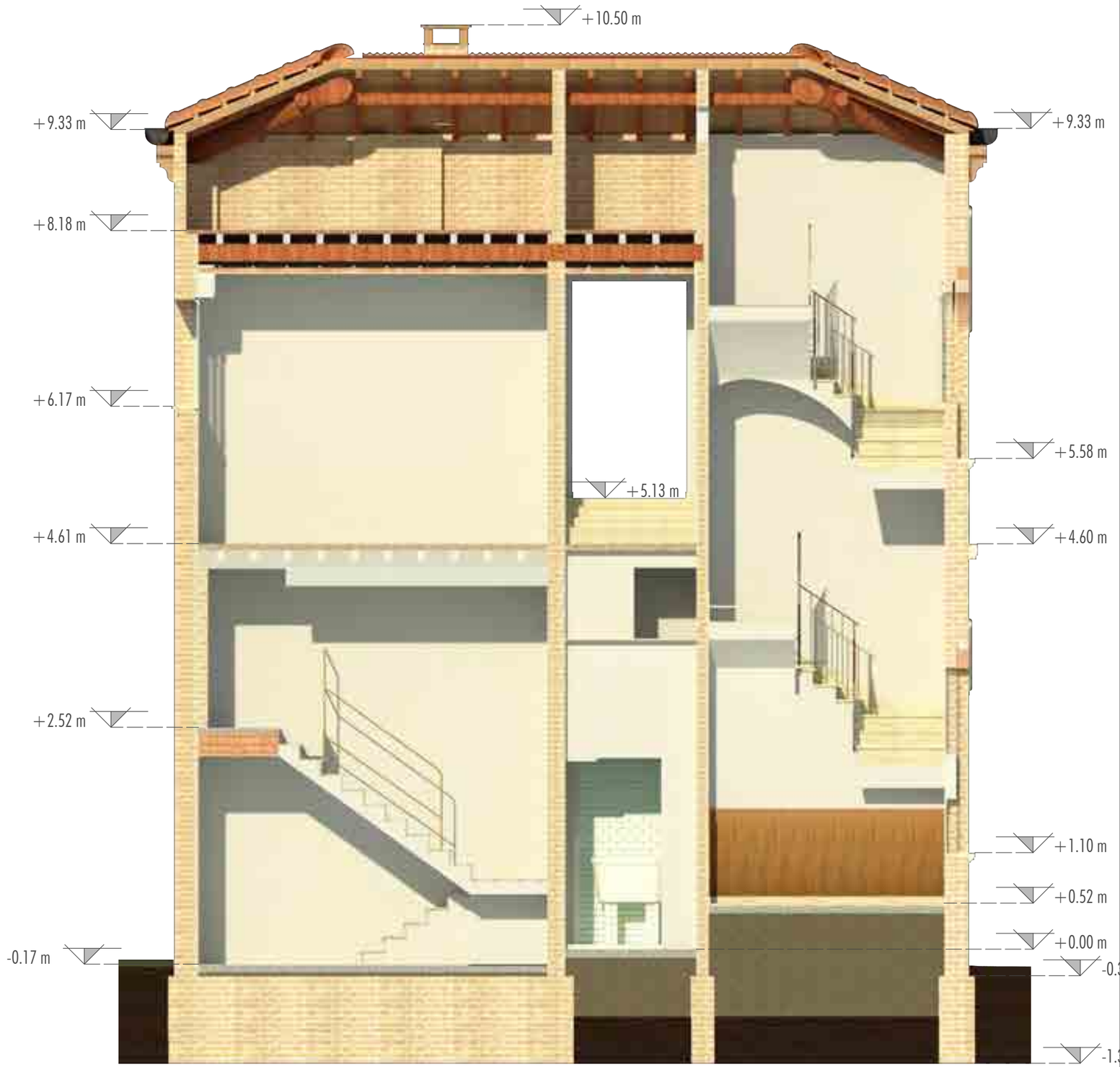
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

45

PROSPETTO NORD

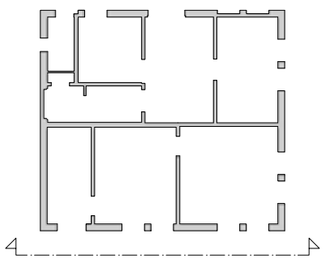
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

N

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

TAVOLA
46

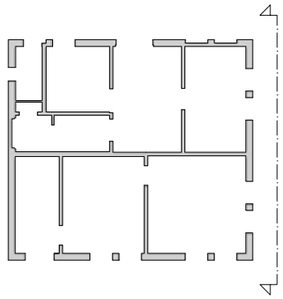
PROSPETTO EST

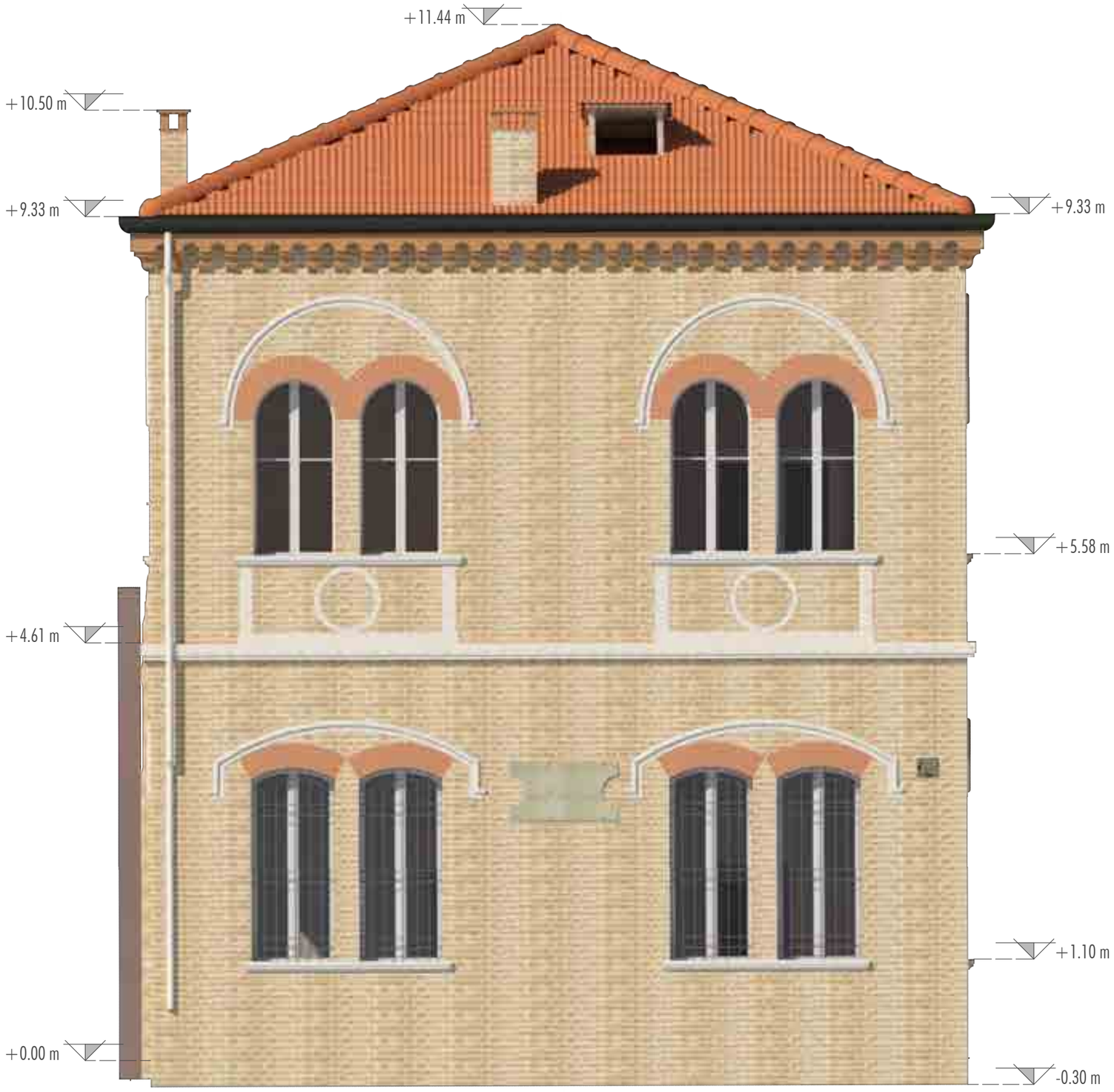
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

TAVOLA

47

PROSPETTO SUD

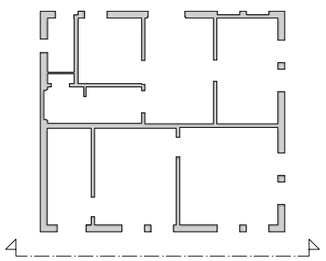
VIALE L. ARIOSTO, 13d

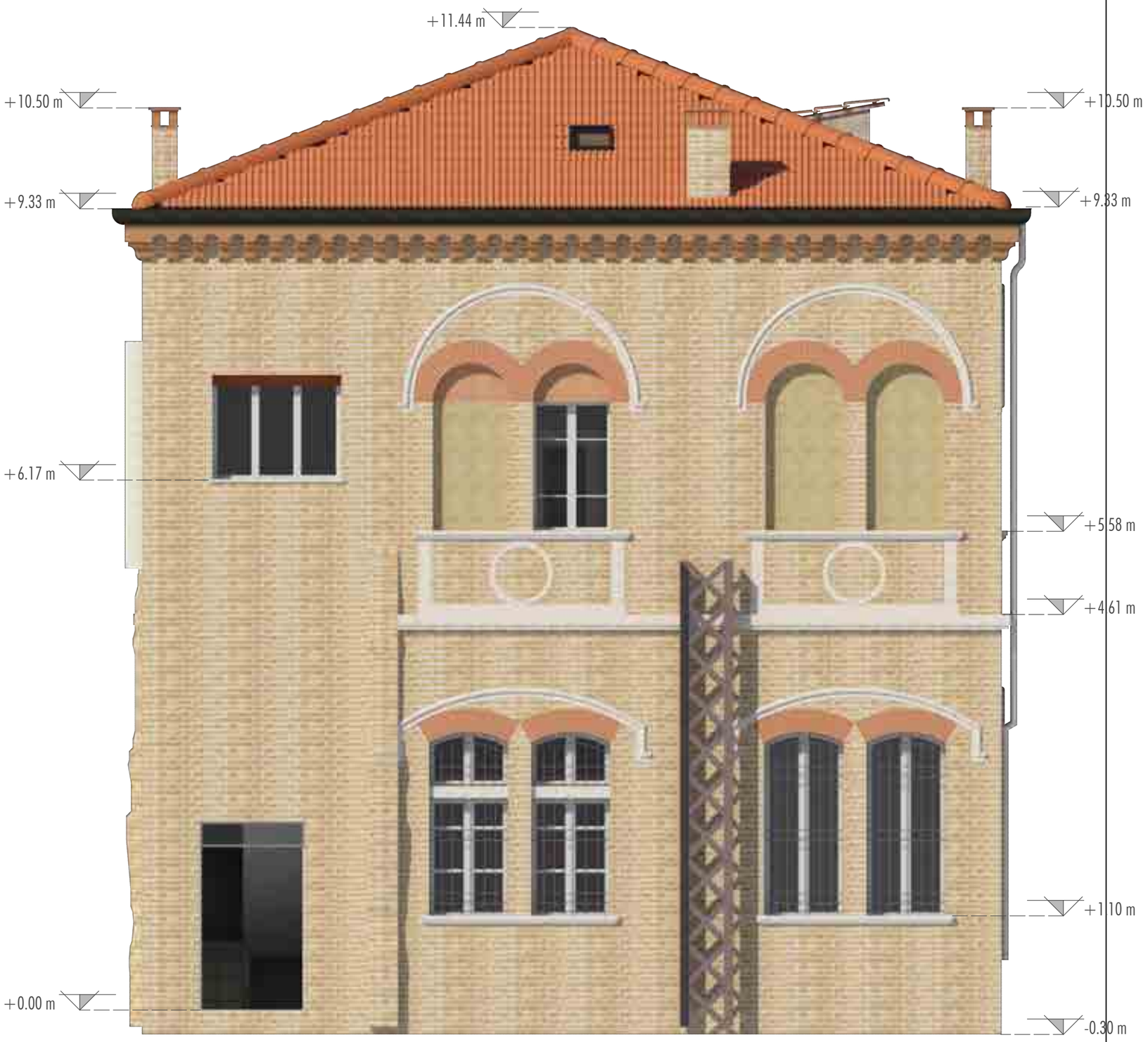
rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

N

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

TAVOLA
48

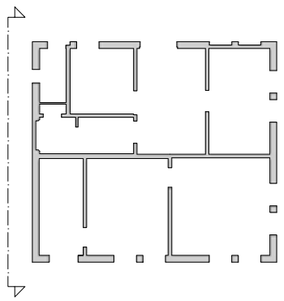
PROSPETTO OVEST

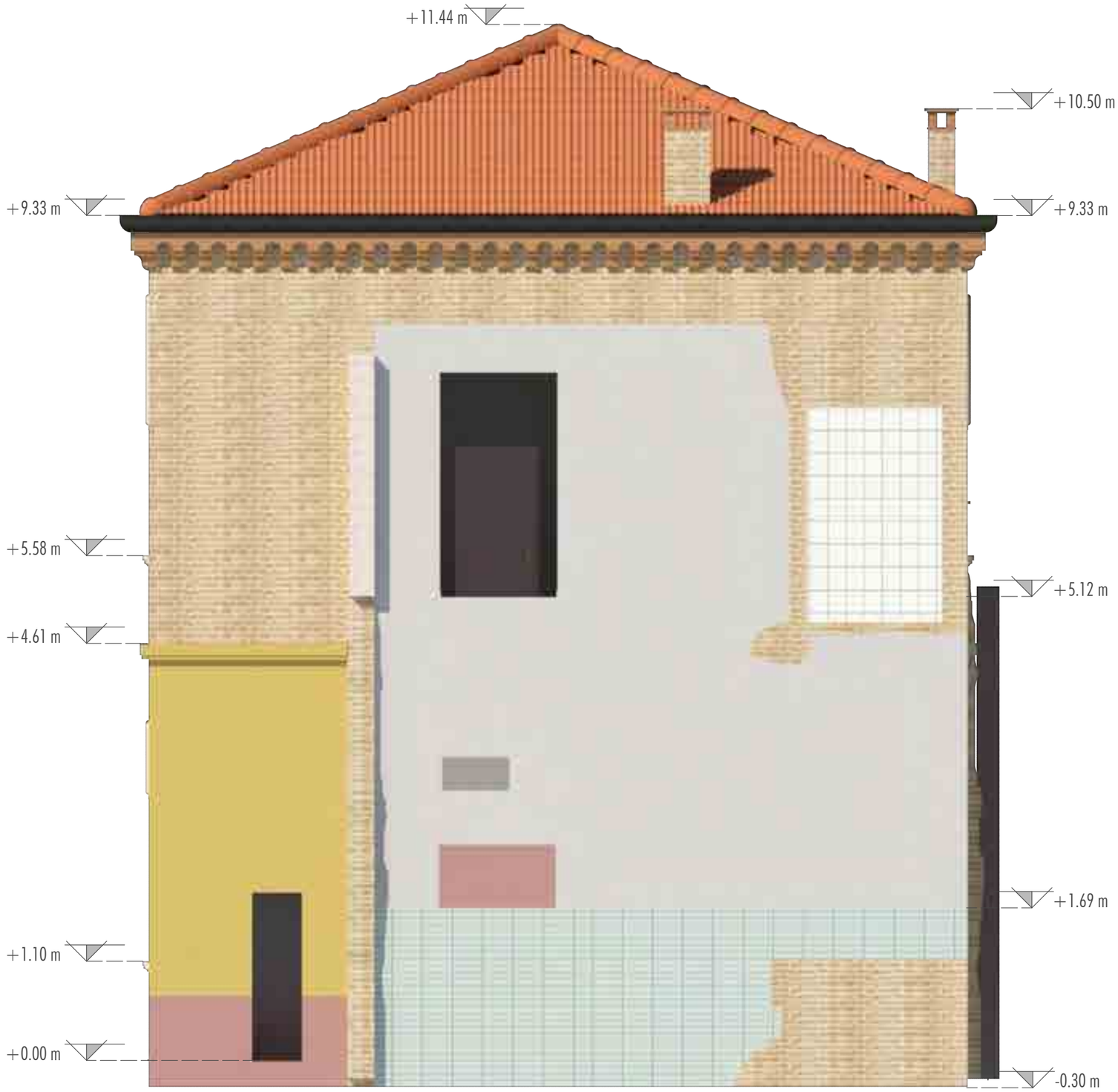
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTO

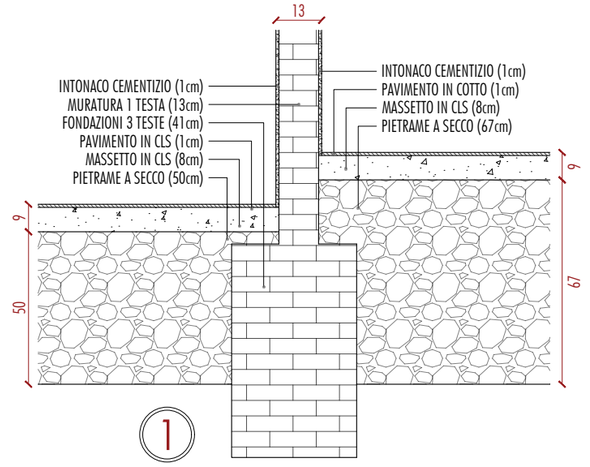
TAVOLA
49

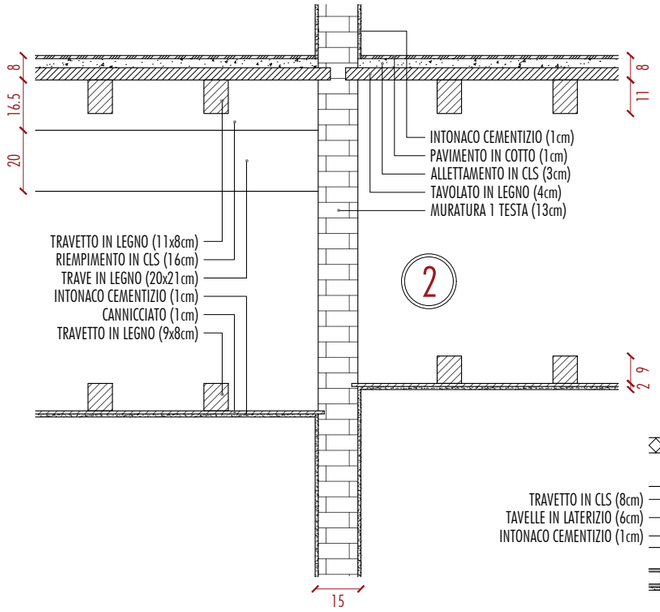
PARTICOLARI E SPACCATI ASSONOMETRICI

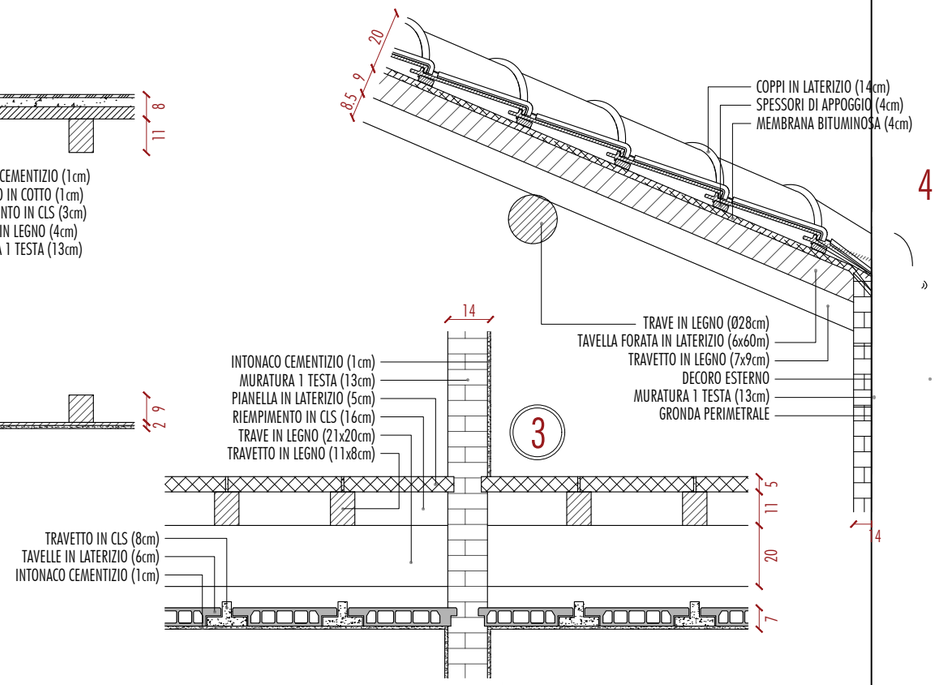
VIALE L. ARIOSTO, 13d

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm 60cm







UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PARTICOLARI + 3D

TAVOLA

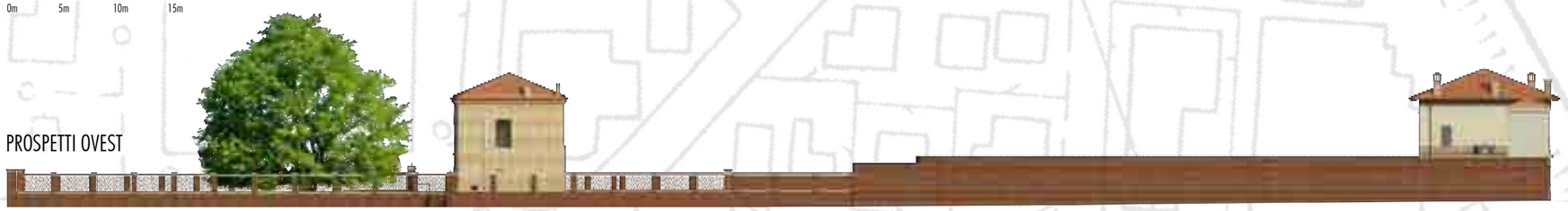
50

PROSPETTI E SEZIONE INTERO COMPARTO

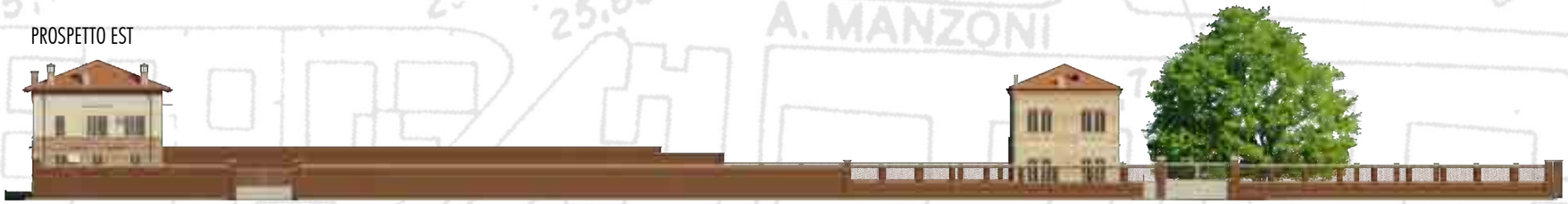
rapp. 1:500

0m 5m 10m 15m

PROSPETTI OVEST



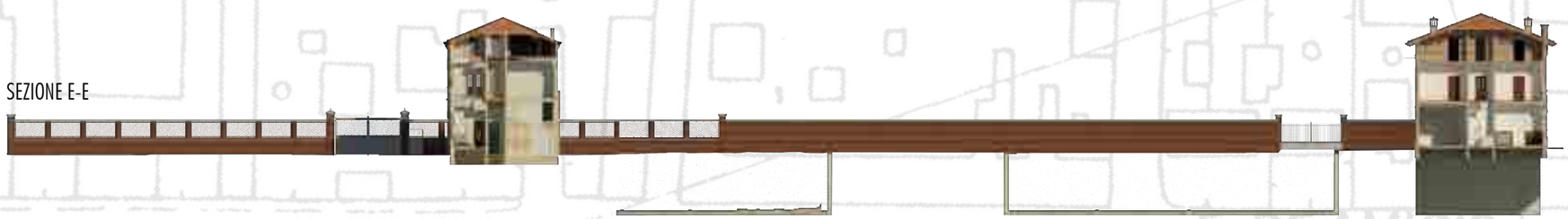
PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD

PROSPETTO SUD

SEZIONE E-E



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

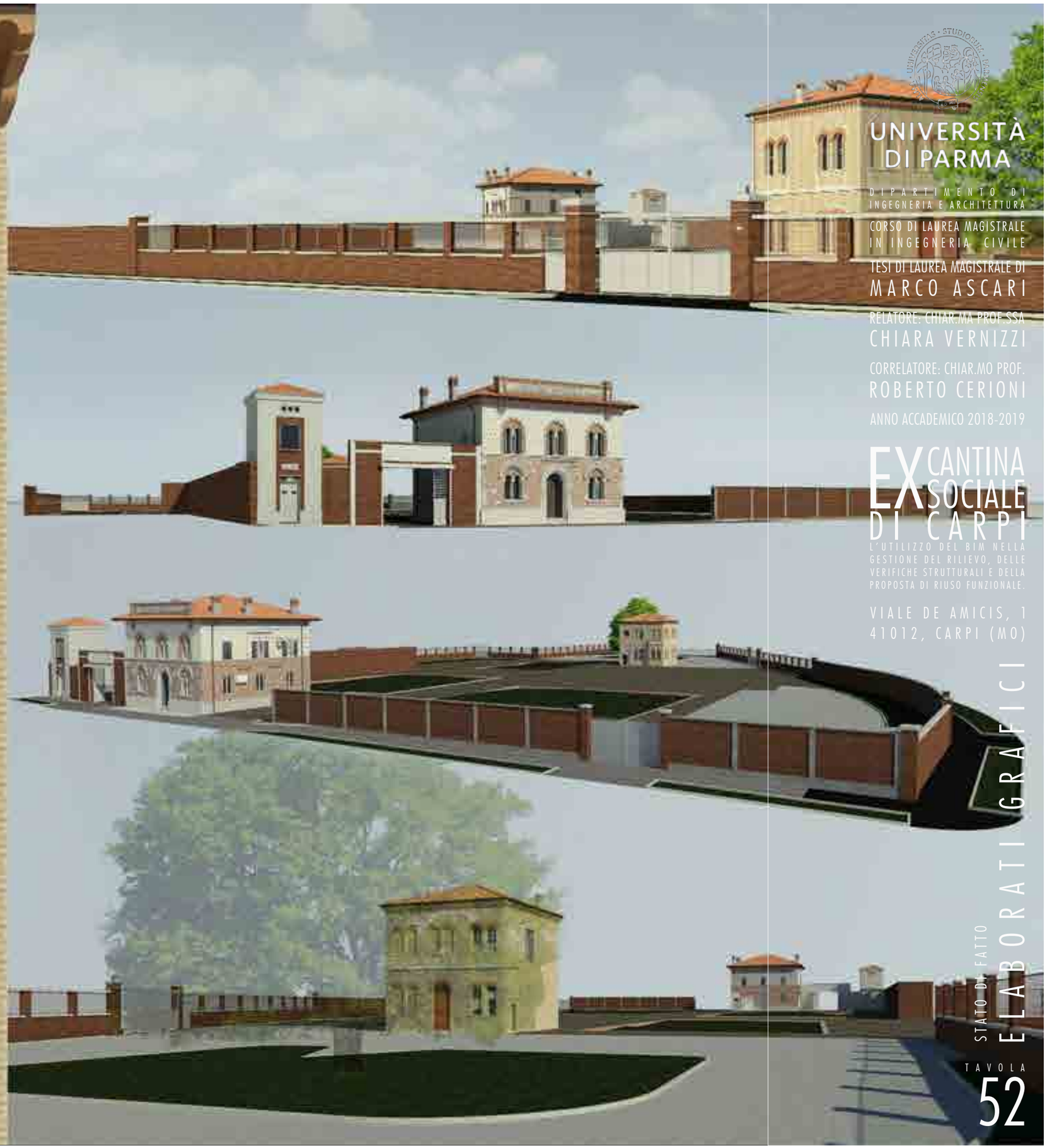
VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PROSPETTI E SEZIONI

TAVOLA

51



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

ELABORATI GRAFICI

TAVOLA

52

3 Il Progetto

3.1 Il progetto di intervento sull'edificio in Via E. De Amicis

Completato il rilievo in ogni suo aspetto ci si è concentrati sul progetto di trasformazione dell'edificio sito in Via E. De Amicis, 1, l'ex sede della Cantina di Carpi. L'intervento prevede il risanamento conservativo di tutto l'edificio, compresa l'area cortiliva corrispondente alla particella 170 del lotto in esame. In particolare, il progetto si concentra sulla redistribuzione dei piani terra e e primo, sulla trasformazione del sottotetto in uso abitativo mediante la realizzazione di un collegamento col piano inferiore più adeguato rispetto a quello in essere, la creazione di aperture e l'inserimento di impianti e finiture di completamento.

3.1.1 Risanamento conservativo

Il Comune di Carpi ha classificato l'edificio di interesse storico-architettonico e tipologico-testimoniale con vincolo di tipo A, limitando gli interventi alle prescrizioni particolari riportate nelle norme di attuazione.
Per edifici di tale valore, la normativa impone la valorizzazione, il restauro e ripristino degli elementi decorativi, quali cornici, riquadrature, cornicioni, cornici marcapiano e marcafinestre; la valorizzazione degli aspetti architettonici, con interventi di ripristino dei valori originali, mediante il mantenimento dell'impianto tipologico originario, quando conservato, il restauro ed il ripristino dei fronti esterni ed interni, la conservazione delle aree di pertinenza degli edifici ed il recupero o consolidamento delle strutture, senza modificare la posizione dei seguenti elementi strutturali originari: murature portanti sia interne che esterne, solai e volte, scale e tetto. È inoltre ammessa la realizzazione di nuovi corpi scala, per ragioni distributive e funzionali, nel rispetto dell'impianto tipologico e strutturale originario.
In aggiunta si impone l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio, l'inserimento degli impianti tecnologici e igienico-sanitari essenziali, la salvaguardia dell'assetto volumetrico originario, con esclusione per la realizzazione di elementi sporgenti dalla sagoma dell'edificio.

In base allo stato di fatto dell'edificio, gli interventi necessari per un completo risanamento sono numerosi, soprattutto riguardanti gli interni.
Dal punto di vista strutturale l'edificio si presenta robusto, privo di danni o punti critici dovuti al sisma o altri agenti esterni; al di là di verifiche puntuali sulla muratura, solai e copertura, non si richiedono particolari interventi strutturali di consolidamento. Nel capitolo successivo si analizzano nello specifico tutte le murature portanti, classificandole qualitativamente.
Gli interventi principali da effettuare sull'intero edificio riguardano i rivestimenti, le finiture, gli infissi e gli impianti.

3.1.1.1 Risanamento energetico

L'edificio non presenta alcun tipo di materiale isolante nelle stratigrafie delle tamponature e nella copertura. Per effettuare il risanamento conservativo sarà necessario implementare un isolamento

dell'edificio, possibile soltanto all'interno delle murature per conservare i decori, i rivestimenti architettonici e tutti gli articolati elementi di alta valenza storica. Tra le soluzioni tecniche da adoperare per non alterare il valore testimoniale delle murature effettuando un risanamento energetico dell'involucro disperdente si sceglie quella più consona al caso in esame.
L'approccio tecnico prevede due possibili modalità di intervento per l'applicazione di cappotto interno. Questo tipo di muro presenta una tessitura di conci regolari legati da malta cementizia, per i quali il restauro dei punti danneggiati consiste semplicemente nel consolidamento della sigillatura dei giunti. Un paramento di questo tipo ha un coefficiente di trasmittanza termica molto elevata, pari a circa sei volte gli attuali limiti di legge. Isolando il lato caldo di una parete in mattoni, vi è rischio di formazione di condensa interstiziale ogni qual volta si verifica l'abbassamento repentino della temperatura interna dei materiali, nella zona di contatto tra isolante e mattoni. È un problema che si riscontra tipicamente nella stagione fredda, occasionalmente e solo in alcuni mesi più critici.
Per isolare i muri disperdenti all'interno evitando la formazione di condensa interstiziale quando la temperatura raggiunge valori critici, va posata una barriera che contrasta la migrazione del vapore, costituita da teli sigillati tra loro in modo ermetico. Alternativamente si può isolare con un materiale che abbia nel contempo proprietà isolanti e proprietà impermeabili come il vetro cellulare in pannelli che garantisce la perfetta tenuta all'umidità. A prescindere dal tipo di materiale, in ogni caso la barriera al vapore deve presentare perfetta continuità.
Negli elaborati di progetto si riportano tutte le specifiche dimensionali e costruttive per quanto riguarda il sistema di isolamento del fabbricato.

Fig. 3.1 – Possibili soluzioni di isolamento interno con barriera al vapore o materiali impermeabili.

Per completare la sigillatura dell'involucro si prevede la sostituzione degli infissi e delle persiane degradate con telai di moderna concezione per garantire un isolamento completo, modellati su misura secondo la dimensione delle aperture e degli sguinci.
Per gli infissi si sceglie di adoperate telai in legno-alluminio di struttura robusta, sottoposta a test di resistenza al vento e alle intemperie, ottenendo la massima resistenza e isolamento termico, con conseguente riduzione dei costi di riscaldamento in inverno ed efficace protezione dal calore in

estate. I vetri a tripla vetrocamera a controllo solare contrastano il surriscaldamento degli ambienti, assorbendo e riflettendo l'energia solare. Tale soluzione offre ottime prestazioni anche in termini di isolamento acustico, grazie agli speciali vetri fonoisolanti e ai giunti dei telai, opponendo inoltre un'ottima resistenza ai tentativi di effrazione e scardinamento. Per completezza si predispone il fissaggio degli scuri in legno di rovere, molto duro e resistente nel tempo alle intemperie, con persiane orientabili, per regolare la quantità di luce in entrata.
Si prevede il recupero soltanto del portone di ingresso principale che si affaccia su Via E. De Amicis, per il quale di prevedere una sistemazione della superficie e una verniciatura opaca che rispetti il colore originale del legno.

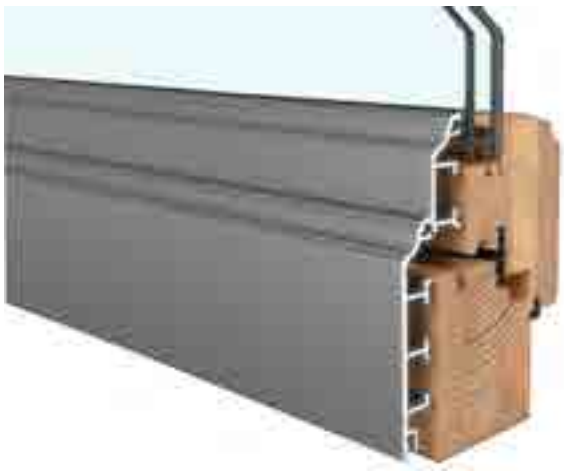


Fig. 3.2 – Particolare del telaio in legno-alluminio e doppia vetrocamera degli infissi.

3.1.1.2 Risanamento impianti

Per quanto riguarda gli impianti si prevede la rimozione dei sistemi presenti e la riprogettazione e installazione di impianti all'avanguardia, che si confacciano adeguatamente ai vincoli ed alle esigenze del caso.
Si prevede quindi la realizzazione di un nuovo impianto elettrico e di illuminazione interna, la cui installazione può avvenire senza alterare le murature perimetrali o di spina, potendo effettuare i collegamenti attraverso canaline passacavi non a vista, nascoste dai rivestimenti e dallo strato di isolamento perimetrale. Congiuntamente all'impianto elettrico si prevede il collegamento alla rete telefonica e rete internet.
Lo stesso ragionamento si applica anche all'impianto idraulico e di riscaldamento, per il quale si prevede l'installazione di una caldaia a condensazione a modulazione continua e classici radiatori.
Si prevede anche l'allacciamento alla rete del gas con installazione di sistemi e impianto di concezione moderna, secondo le attuali norme di legge.

3.1.2 Interventi di progetto

La trasformazione è stata progettata tenendo in considerazione l'impostazione originaria della planimetria, limitando al minimo gli interventi di demolizione e gravando il meno possibile sullo scheletro dell'edificio: le operazioni si circoscrivo allo spostamento di tramezze in laterizio,

costruzione di divisori in cartongesso, rimozione e sostituzione di pavimentazioni e finiture, riaperture di passaggi e finestre murate. L'intervento più impegnativo riguarda la rimozione di una porzione di solaio del piano secondo e la realizzazione di due rampe con annessi pianerottoli in continuità della scala esistente, per cui verranno svolte analisi e progetti strutturali più specifici nei capitoli successivi.

3.1.2.1 Operazioni previste per il Piano Terra

La proposta di riuso funzionale per l'ex sede amministrativa della Cantina Sociale di Carpi prevede di sfruttare l'ambito a cui era adibito il piano terra sin dall'epoca, ovvero ad uso ufficio e saloni per le assemblee di adunanza dei soci.
L'idea di base è quella di ricavare un ufficio privato con accesso direttamente dal portone principale su Via E. De Amicis, il tutto concentrato principalmente nella parte più a Sud che si affaccia sulla strada. Nella parte più a Nord invece si intendono ricavare vani ad uso abitativo con accesso dalla porta sul retro, permettendo il collegamento ai piani superiori tramite il vano scala già presente.
L'intervento è stato progettato cercando di limitare al minimo le operazioni di demolizione e costruzione, cercando di recuperare e riutilizzare il più possibile degli elementi.

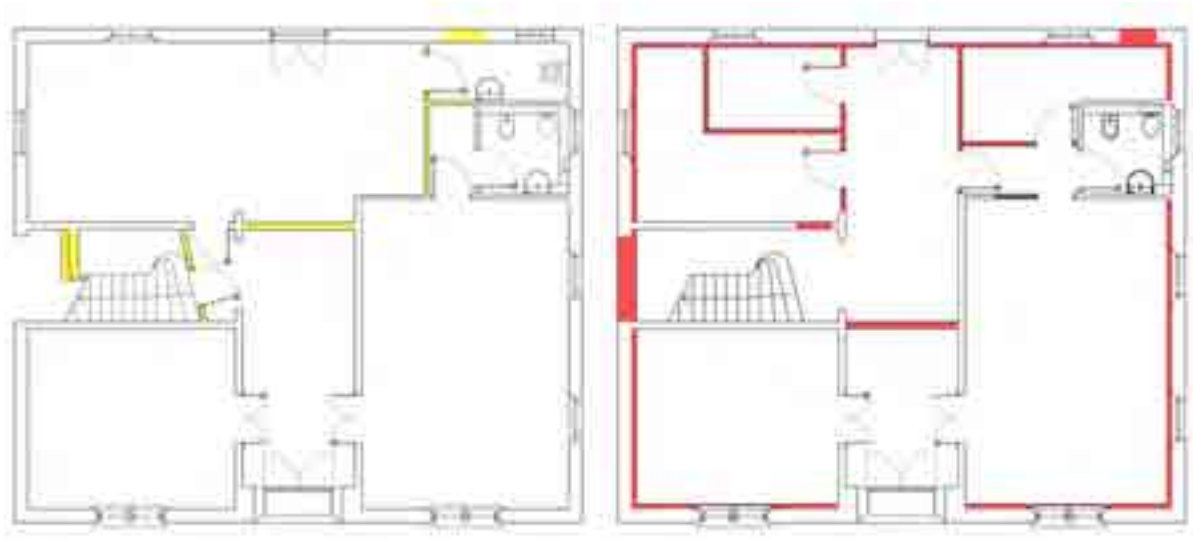


Fig. 3.3 – Stato di fatto della pianta del Piano Terra con indicate in giallo le parti da demolire e stato di progetto della pianta del Piano Terra con indicate in rosso le parti da realizzare.

Come si può notare dagli elaborati, la demolizione prevede la rimozione della tramezza in mattoni che posta in fondo al disimpegno di ingresso, la parete in cartongesso posta diagonalmente al vano scala che separa le scale dal corridoio, la porta murata del sottoscala, i pannelli in gesso dell'antibagno e del bagno nell'angolo a Nord-Est e la riapertura della finestra ad arco ribassato murata all'epoca del collegamento con lo stabilimento oggi demolito. Si prevede inoltre la rimozione delle pavimentazioni sovrapposte all'originale in tutti i locali, fatta eccezione per il bagno di recente realizzazione che si conserva nel progetto.
Il progetto prevede la realizzazione di una tramezza in muratura, in linea con il muro di spina del vano scala, e la tamponatura esterna di continuità per ripristinare l'originale assetto del sottoscala. Oltre ai rivestimenti di isolamento da applicare all'interno di tutti i muri perimetrali ed al tamponamento dell'apertura rettangolare nell'angolo Nord-Est, si prevede la realizzazione di pareti

in cartongesso per la distribuzione dei vani e la chiusura del passaggio tra il vano scala e il salone sul retro.
L'obiettivo finale del processo di trasformazione mira alla suddivisione del piano terra in due ambienti distinti: lo studio professionale composto dal disimpegno d'ingresso da cui si ricava una sorta di sala di attesa per i clienti, un'area con postazione di ricevimento e ampio ufficio open space, uno spazioso ufficio singolo separato, un disimpegno di collegamento con il bagno e con un ripostiglio/deposito documenti sul retro; la zona abitativa invece, con accesso dalla porta sul lato Nord, si sviluppa al piano terra nella parte Nord-Ovest dell'edificio, composta da un ampio disimpegno di ingresso, un ripostiglio, una zona lavanderia e il vano scala che permette i collegamenti con i piani superiori.

Fig. 3.4 – Stato di progetto della pianta del Piano Terra arredata.

3.1.2.2 Operazioni previste per il Piano Primo

Le operazioni di trasformazione del Piano Primo si limitano alla demolizione di una sottile tramezza in laterizi forati che separa la cucina dal soggiorno e alla creazione di due aperture lungo i muri di spina.
Oltre all'inserimento dello strato di isolamento all'interno di tutti i muri perimetrali, si progetta la realizzazione di una tramezza in laterizio che taglia trasversalmente il disimpegno centrale separando la zona giorno dalla zona notte. Un'altra tramezza viene prevista per ricavare un ampio bagno.
Si prevede inoltre la chiusura della porta della cucina e del piccolo bagno sul fondo del corridoio centrale.
Nella planimetria che indica le parti di nuova costruzione si nota evidenziata in rosso la prima rampa della scala che collega il piano primo con quello successivo. Il collegamento della nuova costruzione avviene direttamente agganciando le nuove strutture al pianerottolo di arrivo in cemento armato della scala esistente mediante tecnologie di fissaggio all'avanguardia, riportate nello specifico nel quinto capitolo.

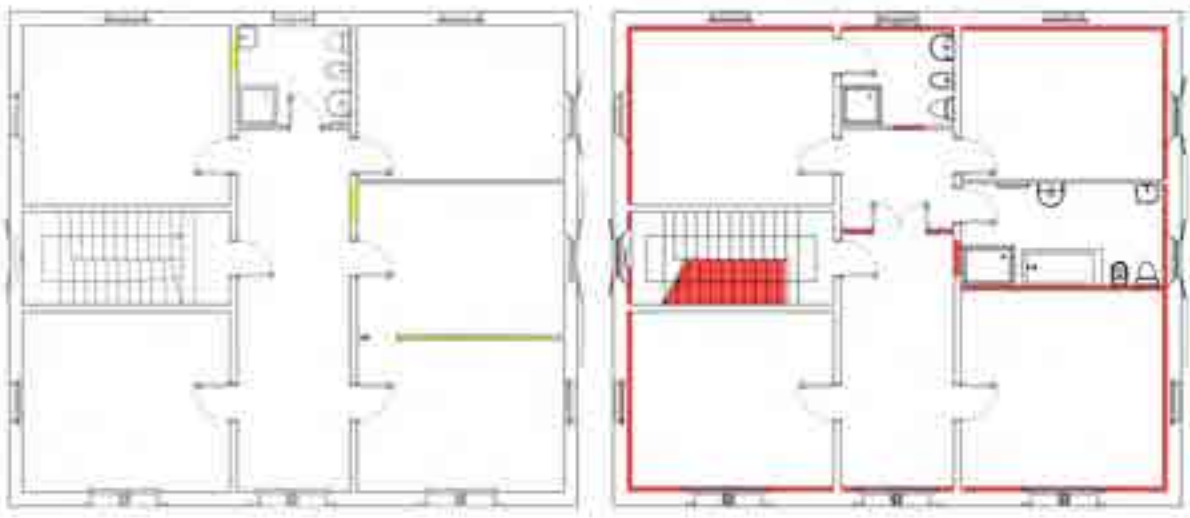


Fig. 3.5 – Stato di fatto della pianta del Piano Primo con indicate in giallo le parti da demolire e stato di progetto della pianta del Piano Primo con indicate in rosso le parti da realizzare.

I pochi interventi previsti dal progetto per il piano primo suggeriscono che l'obiettivo delle operazioni è quello di mantenere approssimativamente la stessa distribuzione dei vani, con la zona giorno nella parte Sud affacciata sulla strada e la zona notte sul retro. Si è reso necessario l'inserimento di un bagno più agevole e fruibile, date le dimensioni anguste e la mancanza di servizi di quello già presente.
La planimetria della zona giorno si sviluppa attorno al disimpegno centrale che si collega simmetricamente alla cucina abitabile molto spaziosa e al soggiorno.
La zona notte invece si compone di un disimpegno squadrato che si apre su una camera da letto padronale con bagno privato, una seconda camera da letto singola e un bagno spazioso e completo di tutti i servizi.

Fig. 3.6 – Stato di progetto della pianta Piano Primo arredata.

3.1.2.3 Operazioni previste per il Piano Secondo

Le operazioni di progetto per il Piano Secondo risultano molto più sostanziose rispetto ai piani inferiori data la mancanza di finiture sia orizzontali che verticali. Inoltre il collegamento con l'ultimo piano è del tutto inadeguato e inadatto considerando la trasformazione in ambiente ad uso abitativo, convertendo così il sottotetto in mansarda. Si richiede dunque una serie di interventi per rendere abitabili i vani, rispettando i limiti di legge e della normativa comunale per quanto riguarda i vincoli imposti.

Il progetto propone di realizzare il collegamento col piano inferiore sfruttando il vano scala ed inserendo ulteriori due rampe con relativi pianerottoli, seguendo l'impostazione architettonica delle due rampe esistenti per garantire continuità estetica, replicando e adattando gli elementi nel rispetto dei limiti e delle norme vigenti.

Questo intervento coinvolge la demolizione della porzione di solaio soprastante il vano scala compreso tra i due muri di spina. Poiché il solaio è formato da travetti in acciaio IPN intervallati da volterrane in laterizio e getto di completamento in calcestruzzo alleggerito ordito in direzione

Est-Ovest, la demolizione risulta agevole, coinvolgendo soltanto la rimozione del travetto posto centralmente e le due file di volterrane ai lati che raggiungono i muri di spina.

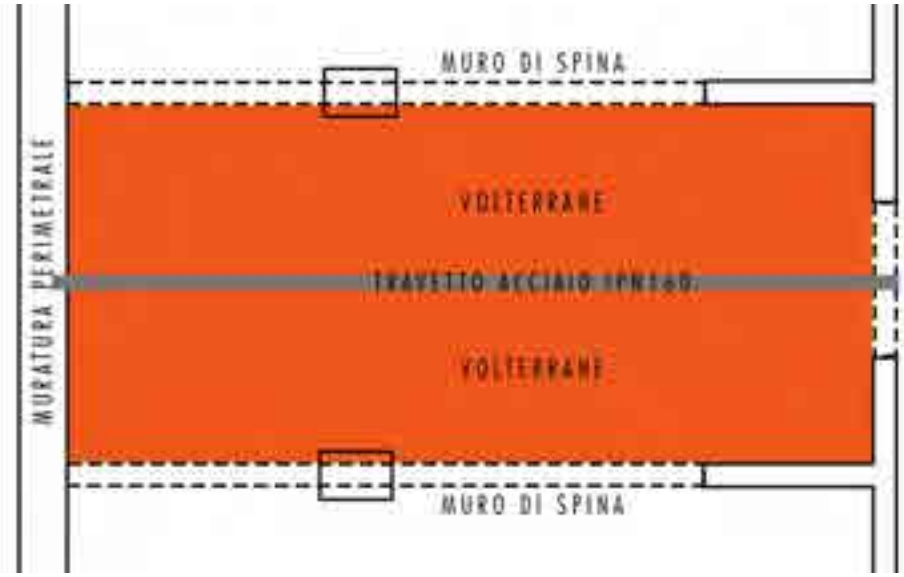


Fig. 3.7 – Vista in pianta del solaio del Piano Secondo con indicate le parti da rimuovere.

Il resto della demolizione comprende la rimozione dal solaio della cerchiatura in calcestruzzo armato nel corridoio centrale realizzato per creare il foro della scala retrattile, accompagnata dalla conseguente eliminazione della scala stessa e del sistema di contrappesi per il suo sostegno. Si prevede la risistemazione secondo l'orditura esistente, con inserimento di travetto IPN160 e conseguenti tavelle forate ai lati, completate da un getto in calcestruzzo alleggerito.
Si prevede inoltre la creazione di due aperture simmetriche lungo i muri di spina posti in direzione Nord-Sud per poter adeguare l'altezza delle porte, con inserimento di cerchiature di sostegno.
Per quanto riguarda la copertura si prevede l'apertura di lucernari per garantire un adeguato rapporto aeroilluminante tramite l'inserimento di lucernari.
Il progetto programma la realizzazione delle due rampe, del pianerottolo intermedio e relativo cordolo in cemento armato, del pianerottolo di sbarco e relativa cerchiatura con cordoli attorno al vano scala.
Come per il resto dell'edificio si prevede l'isolamento dell'involucro dall'interno: pannelli isolanti finitura con pannelli ingesso, in questo caso distaccati dalla più sottile muratura perimetrale, e collegamenti sigillati per le tre aperture rettangolari sul lato Nord per eliminare ponti termici. Anche la copertura viene rivestita con uno strato isolante posizionato tra i travetti portanti.
L'installazione dei lucernai prevede la costruzione di un sistema di travetti che permettano il sostegno dell'intero infisso: travetti trasversali che si agganciano a quelli longitudinali, portando così il peso del telaio del lucernaio e garantendo equilibrio statico ai travetti interrotti su cui poggiano le tavelle in laterizio e il manto di copertura in coppi.

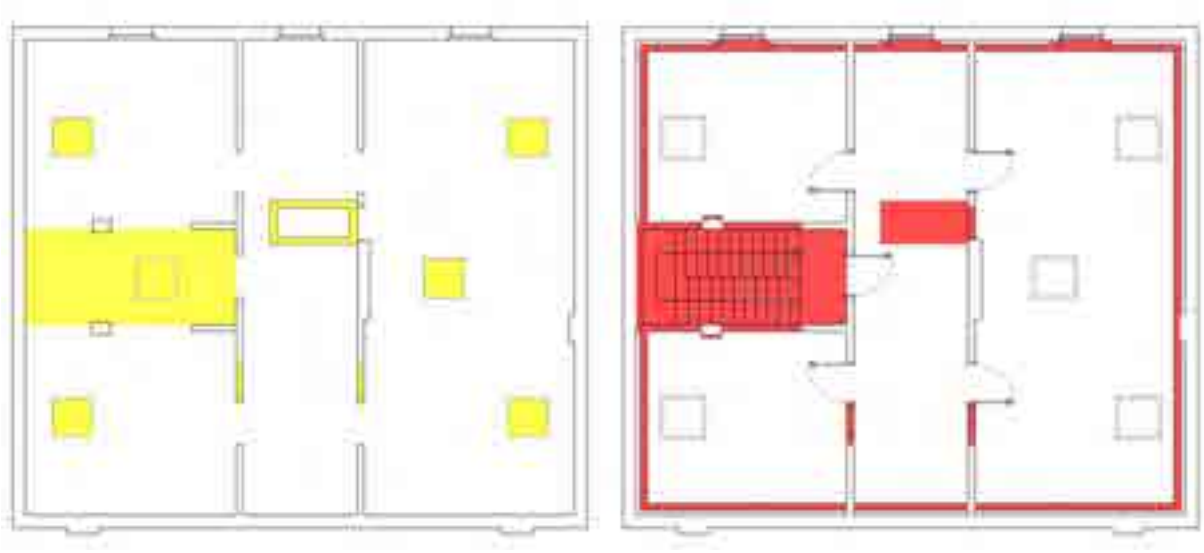


Fig. 3.8 – Stato di fatto della pianta del Piano Secondo con indicate in giallo le parti da demolire e stato di progetto della pianta del Piano Secondo con indicate in rosso le parti da realizzare.

3.1.2.4 Procedura di restituzione del progetto per il Piano Secondo

Si espone nel seguito la procedura seguita per completare il progetto del Piano Secondo, mediante l'utilizzo di Autodesk Revit.

- Definizione dello spessore di solaio al finito: facendo riferimento al solaio interpiano inferiore, si sono considerati i medesimi spessori, aggiungendo ai 18 cm attuali lo spessore necessario per l'inserimento del massetto da sottofondo per il pavimento in legno. Si è stabilito che il livello di piano progettuale sia 7 cm superiore a quello attuale. Da questo valore è stata ricavata la quota altimetrica da raggiungere con il pianerottolo di sbarco della scala.

- Creazione del modello di progetto della scala: dimensionamento delle alzate e delle pedate, delineamento dei profili e degli spessori, scelta dei materiali, progetto e calcolo della soletta armata (procedura estesa riportata al capitolo 5).

- Aggiunta di un livello di progetto: è stato creato un livello aggiuntivo a quelli già presenti a cui riferirsi per l'altezza della finitura del pavimento secondo la proposta di progetto. Il nuovo livello si posiziona 7 cm più in alto rispetto all'attuale quota del secondo solaio interpiano, posto a +7,06 m rispetto al pavimento interno del piano terra.

- Creazione nuovo solaio tipo: è stata implementata nel progetto la tipologia del nuovo solaio con spessore 24 cm, considerando 1 cm lo spessore di finitura del pavimento in legno, raggiungendo quota +7,13 m.

- Eliminazione della scala retrattile in acciaio e rimozione della cerchiatura in calcestruzzo armato nel solaio centrale, provvedendo al successivo riempimento del foro per continuità

di solaio con inserimento del travetto in acciaio IPN160 e del solaio di progetto di spessore 24 cm.

- Eliminazione della apertura nel paramento di spina in corrispondenza dello sbarco della scala retrattile.

- Traslazione dei muricci/pilastri in mattoni pieni a sostegno delle travi in legno della copertura, per garantire l'allineamento ai muri di spina del vano scala.

- Eliminazione del travetto IPN160 e delle parti di solaio coincidenti con il vano scala, ricavando così il foro necessario per inserire la scala di progetto.

- Definizione della distribuzione degli ambienti: si stabilisce come disporre i vani da ricavare tramite l'inserimento di tramezze in cartongesso.

- Inserimento dello strato isolante e pannelli in gesso di finitura all'interno di tutte le pareti perimetrali, con spessore totale di 15 cm, posto ad una distanza di 10 cm dalla muratura.

- Creazione di famiglie esterne su misura per le tre aperture rettangolari sul lato Nord: partendo dai modelli dello stato di fatto, è stata aggiunta una cerchiatura in materiale isolante che si colleghi ai pannelli isolanti del rivestimento interno. Si sono inseriti davanzali in legno che colmino la distanza tra la finitura interna e il posizionamento delle finestre con telaio in legno-alluminio e doppia vetrocamera.

- Inserimento isolante sulla copertura: è stato inserito uno strato di isolante a schiuma autoespandente e un pannello in gesso per la finitura, posto tra un travetto e l'altro, con spessore totale di circa 7 cm.

- Verifica della possibilità di inserire lucernai e quantità minime per il rapporto aeroilluminante: sono state analizzate le prescrizioni delle norme di attuazione del Comune di Carpi a riguardo, contenute nel Piano Strutturale Comunale.

  Al paragrafo 11.04.00 e 11.04.02 la norma prescrive che per edifici con vincolo di risanamento conservativo di tipo A, nel caso di recupero di locali in sottotetto, le aperture sul piano in falda non devono superare 1 mq di superficie e devono necessariamente essere inserite in linea con le aperture sui fronti corrispondenti. Non forniscono alcuna indicazione specifica sul rapporto aeroilluminante.

  La legge regionale n. 11 del 06/04/1998 indica i limiti da rispettare per i valori del rapporto areante e illuminante, ponendoli pari a 1/16 della superficie calpestabile del vano nel caso di sottotetti da recuperare a mansarda.

  Definita la distribuzione interna e ricavata la superficie calpestabile di ciascun vano, è stato possibile calcolare la minima superficie di aperture per rispettare i limiti di legge.

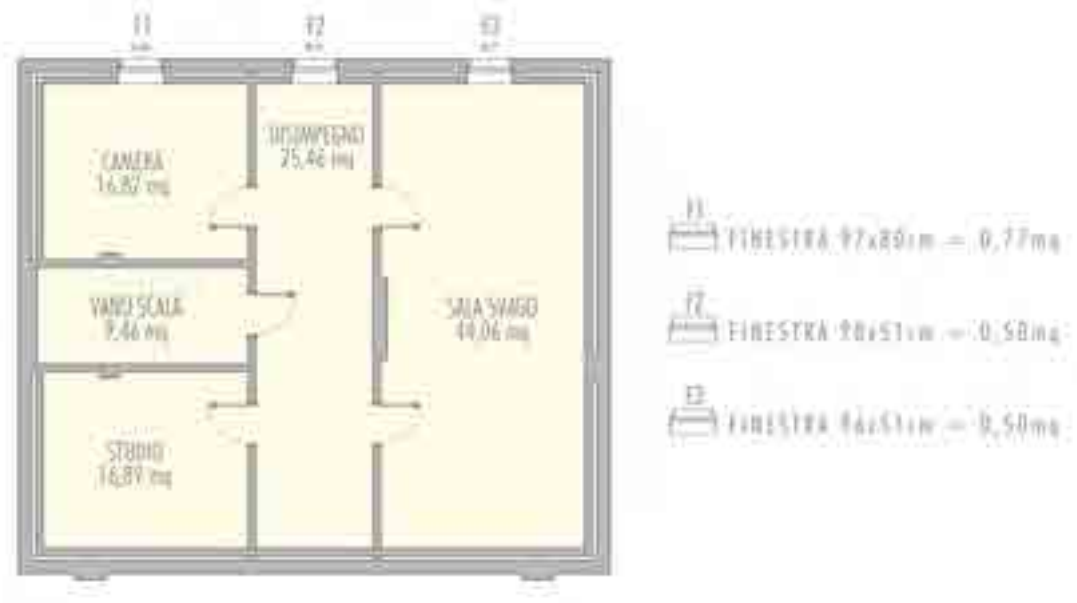


Fig. 3.9 – Stato di progetto della pianta Piano Secondo con indicata superfice vani e aperture.

Per il vano centrale non è necessario rispettare i limiti imposti da normativa poiché è considerato come disimpegno.

Calcolo dei minimi rapporti aeroilluminanti:

Vano	Superficie Vano	R. A. I. minimo	Superficie minima
CAMERA	16,82 mq	1/16	1,05 mq
STUDIO	16,89 mq	1/16	1,06 mq
DISIMPEGNO	25,46 mq	-	-
SALA SVAGO	44,06 mq	1/16	2,75 mq
VANO SCALA	9,46 mq	1/16	0,59 mq

Considerando la presenza delle finestre rettangolari sulla facciata Nord, si calcola di seguito la superficie minima da aggiungere per rispettare i minimi di legge.

Vano	Superficie minima	Superficie esistente	Superficie da creare
CAMERA	1,05 mq	0,77 mq	0,28 mq
STUDIO	1,06 mq	-	1,06 mq
DISIMPEGNO	-	0,50 mq	-
SALA SVAGO	2,75 mq	0,50 mq	2,25 mq

VANO SCALA	0,59 mq	-	0,59 mq

In base all'interasse dei travetti in legno che portano la copertura si sono dimensionati i lucernari da realizzare.

Vano	Superficie da creare	Lucernai	Superficie lucernaio
CAMERA	0,28 mq	1 x (96,5x110cm)	1,06 mq
STUDIO	1,06 mq	1 x (96,5x110cm)	1,06 mq
SALA SVAGO	2,25 mq	2 x (96,5x110cm) 1 x (90,5x100cm)	3,03 mq
VANO SCALA	0,59 mq	1 x (96,5x110cm)	1,06 mq

- Modifica del modello della copertura con inserimento lucernai: stabilita la dimensione e la posizione esatta dei lucernai, in base all'interasse dei travetti in legno, sono stati creati i fori nella copertura ed applicati i telai e le vetrocamere di chiusura, ridefinendo la posizione dei coppi e dei canali di scolo. Per la costruzione dell'elemento si prevede la sostituzione di travetti su misura e trasversi agganciati alle travi longitudinali.

- Sostituzione del nome presente sull'insegna in "Villa De Amicis".

- Creazione di famiglie su misura per le porte da installare, a battente in legno con trama che riprende i disegni dello zoccolo esterno dell'edificio.

- Spostamento delle porte simmetriche poste più a Sud per garantire un passaggio minimo di 210 cm di altezza a causa dell'inclinazione della copertura.

- Inserimento della finitura di pavimentazione in legno di spessore 1 cm in tutti i vani del piano. Si prevede congiuntamente il completamento di tutte le finiture, quali rivestimenti, battiscopa e arredi fissi.

La planimetria dell'ultimo piano trasformato in mansarda rispecchia la distribuzione dei piani inferiori mediante l'inserimento di pochi paramenti divisori. Entrando dal vano scala si accede ad un ampio disimpegno che attraversa l'intero edificio, presentando spazio per l'inserimento inserimento di armadi e scaffali a muro. Le aperture simmetriche rispetto al corridoio centrale permettono il collegamento con una camera da letto matrimoniale, un ampio ufficio singolo e un grande salone open space che occupa l'intera ala Est della planimetria.

Fig. 3.10 – Stato di progetto della pianta Piano Secondo arredata.

3.1.2.5 Progetto di Sistemazione area cortiliva

Per completare l'opera di risanamento e recupero si progetta la risistemazione della particella 170 in cui l'edificio è inserito, secondo i frazionamenti catastali.
I confini dell'area di intervento si estendono per circa 8,50 m a Ovest del fabbricato, circa 6,50 m a Sud e soltanto 2 m dalla facciata Est. L'estensione permette l'inserimento di un'entrata pedonale affiancata ad un passaggio carraio, con annesso uno spazio per il posteggio delle auto.
Riprendendo quindi la disposizione dei cancelli presenti nello stato di fatto, il progetto prevede la rimozione della parte superiore dell'accesso carraio e l'inserimento un'apertura per il cancello pedonale. I cancelli sono realizzati in ferro con una struttura interna che richiama il disegno delle bifore della facciata principale.
Si inserisce un marciapiede perimetrale all'edificio sul lato Ovest e Nord con la stessa trama e materiali di quello che delimita i percorsi ciclabili e pedonali all'esterno. Anche per il percorso carraio interno si prevede una pavimentazione con trama e materiali che riprendono quella della pavimentazione del marciapiede esterno, in modo da garantire continuità.

Negli spazi rimanenti si prevede la progettazione di aiuole e siepi divisorie sulle linee di confine.

Fig. 3.11 – Planimetria dello stato di progetto sezionata a +1,50 m dal pavimento del Piano Terra, con riferimento delle distanze dei confini dal fabbricato in esame.

3.1.2.6 Elaborati tecnici e grafici

Nel seguito si presentano gli elaborati tecnici, tematici e grafici del progetto di risanamento per l'edificio in esame.

Si riporta innanzitutto la tavola dei raffronti con la comparazione dello stato di fatto e dello stato di progetto, secondo il metodo dei gialli e rossi, indicando con il primo colore le parti da demolire e col rosso gli elementi in costruzione.

Si riportano successivamente le tavole tecniche delle piante complete della proposta di arredo e le tavole tematiche per lo studio delle stratigrafie dei materiali e delle pavimentazioni.

Alla stregua della procedura seguita per la restituzione del rilievo, si aggiungono le sezioni verticali e i prospetti dell'edificio risanato.

Infine si completa la restituzione del progetto con tavole grafiche riportanti gli elaborati renderizzati della planimetria generale e delle viste prospettiche con inserimenti fotorealistici e punti di presa

fotografica ad altezza d'uomo. Si riportano in aggiunta alcune viste dei vani interni dell'edificio risanato.

Fig. 3.12 – Vista prospettica centrale dello stato di progetto del fronte Sud con grafica realistica e trasparenza.

Fig. 3.13 – Vista prospettica centrale dello stato di progetto del fronte Nord con grafica realistica e trasparenza.

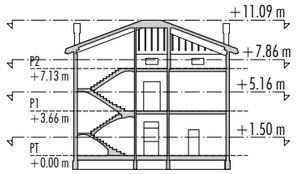
TAVOLA DEI RAFFRONTI

VIALE E. DE AMICIS, 1

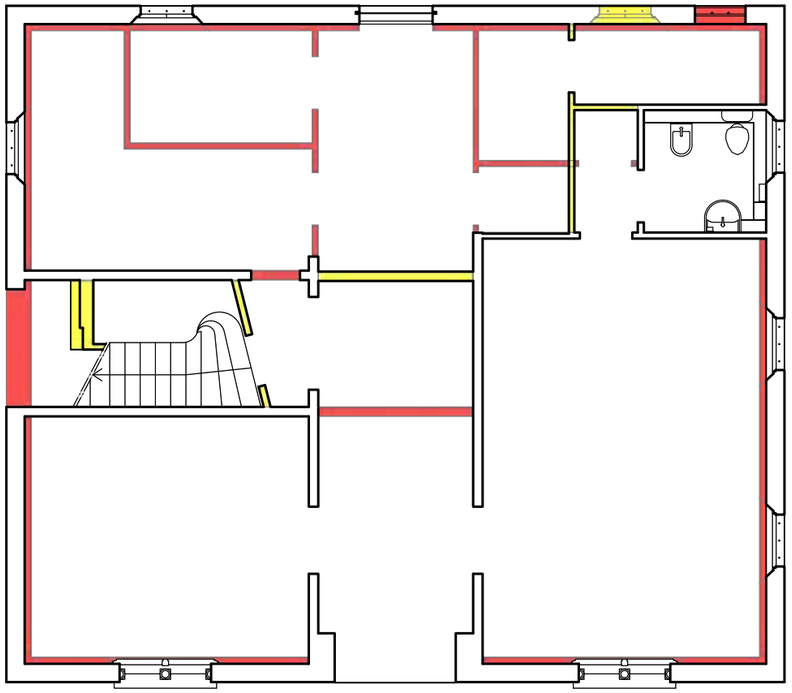
rapp. 1:100

0m 50cm 100cm 150cm

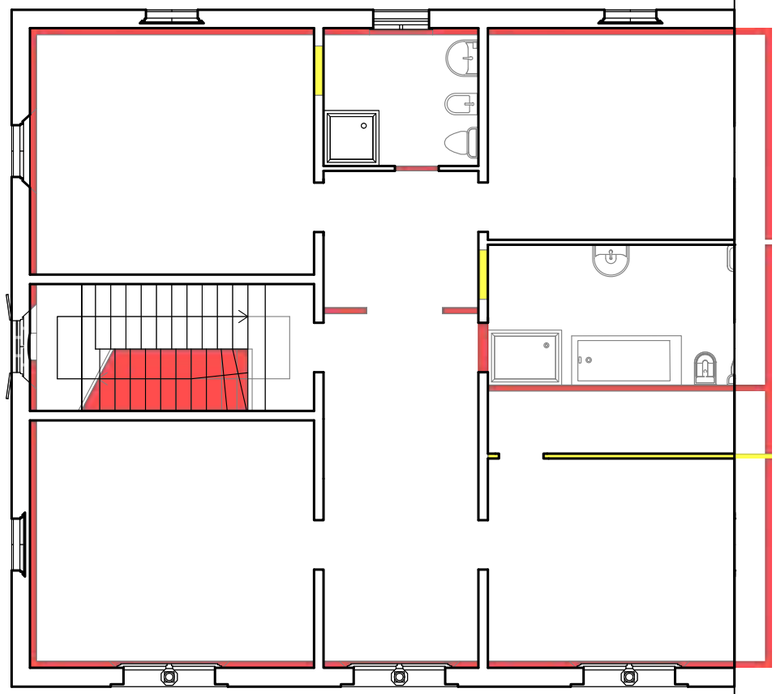
RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA



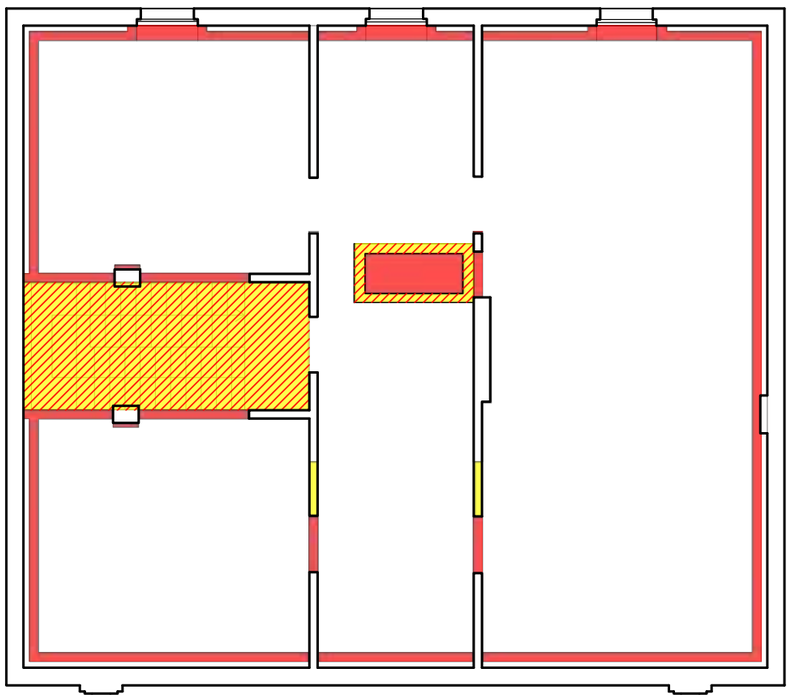
PIANTA PIANO TERRA



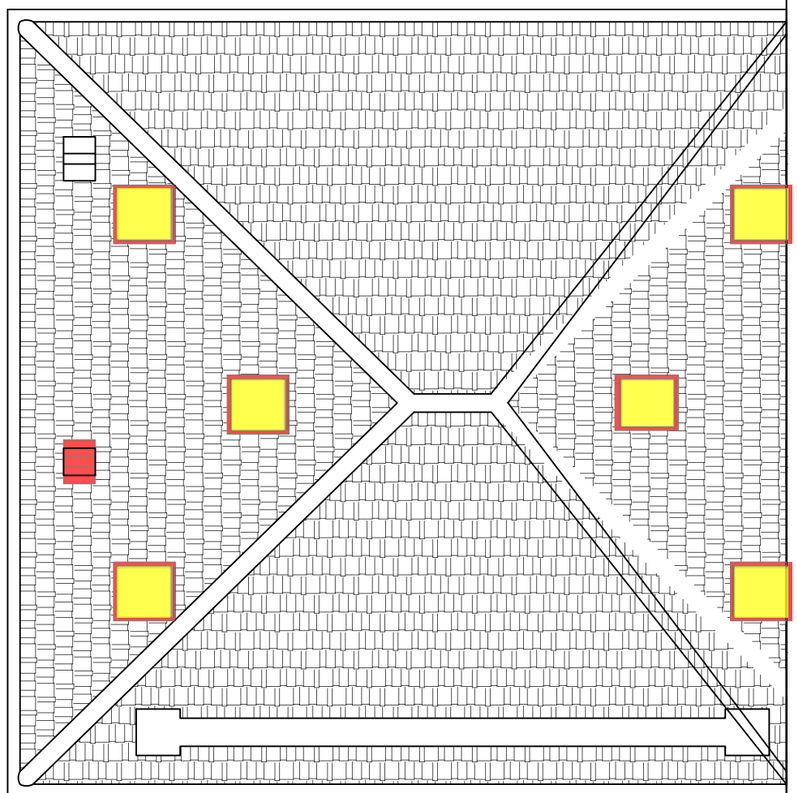
PIANTA PIANO PRIMO



PIANTA PIANO SECONDO



PIANTA COPERTURA



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

COMPARAZIONE STATO DI FATTO E DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

c01

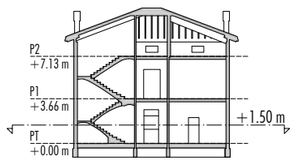
PIANTA PIANO TERRA

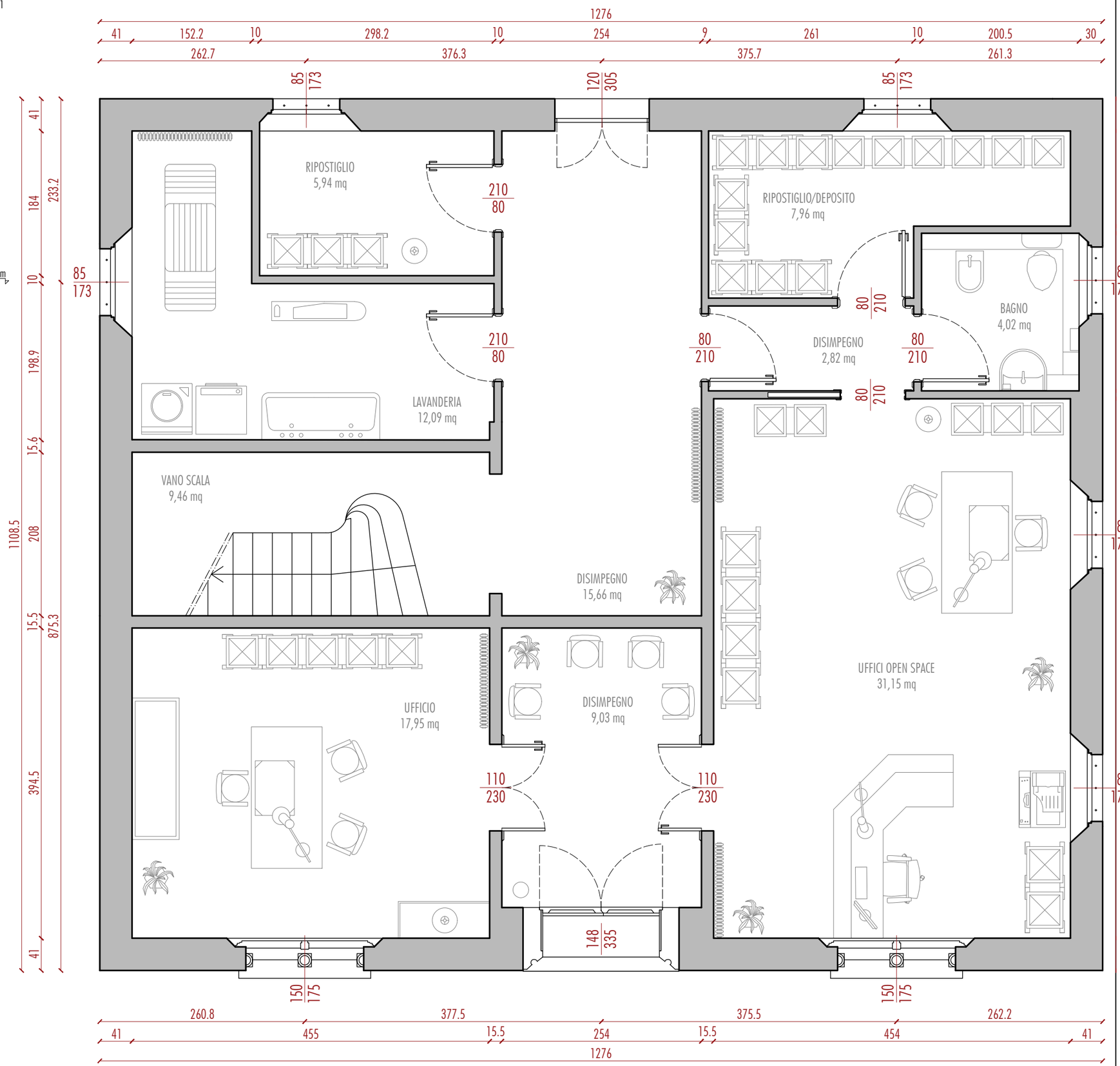
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

P01

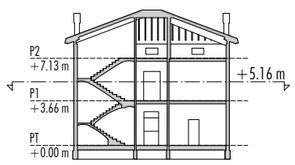
PIANTA PIANO PRIMO

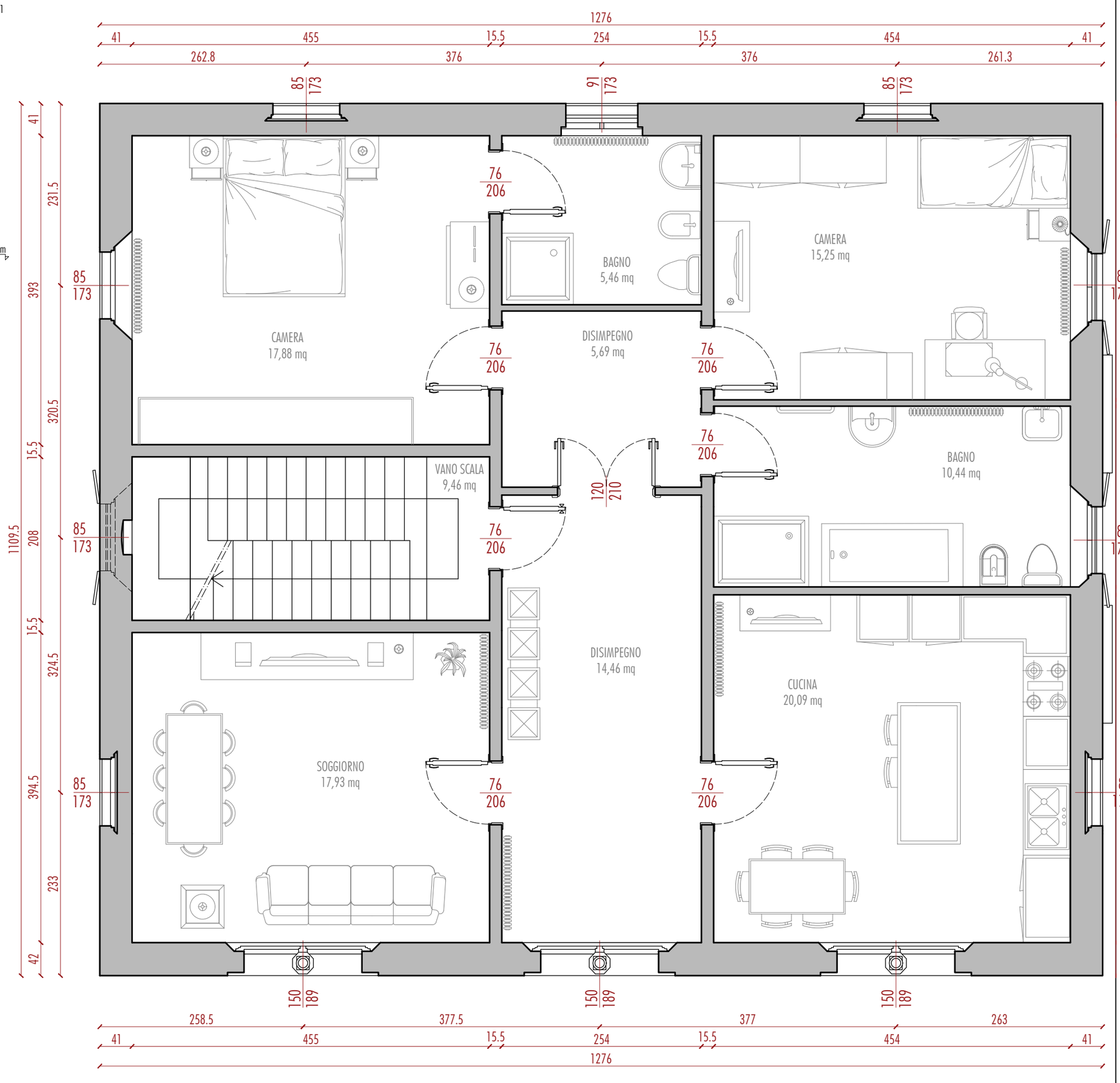
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA
P02

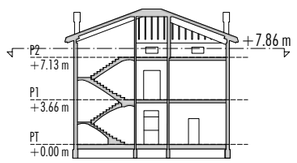
PIANTA PIANO SECONDO

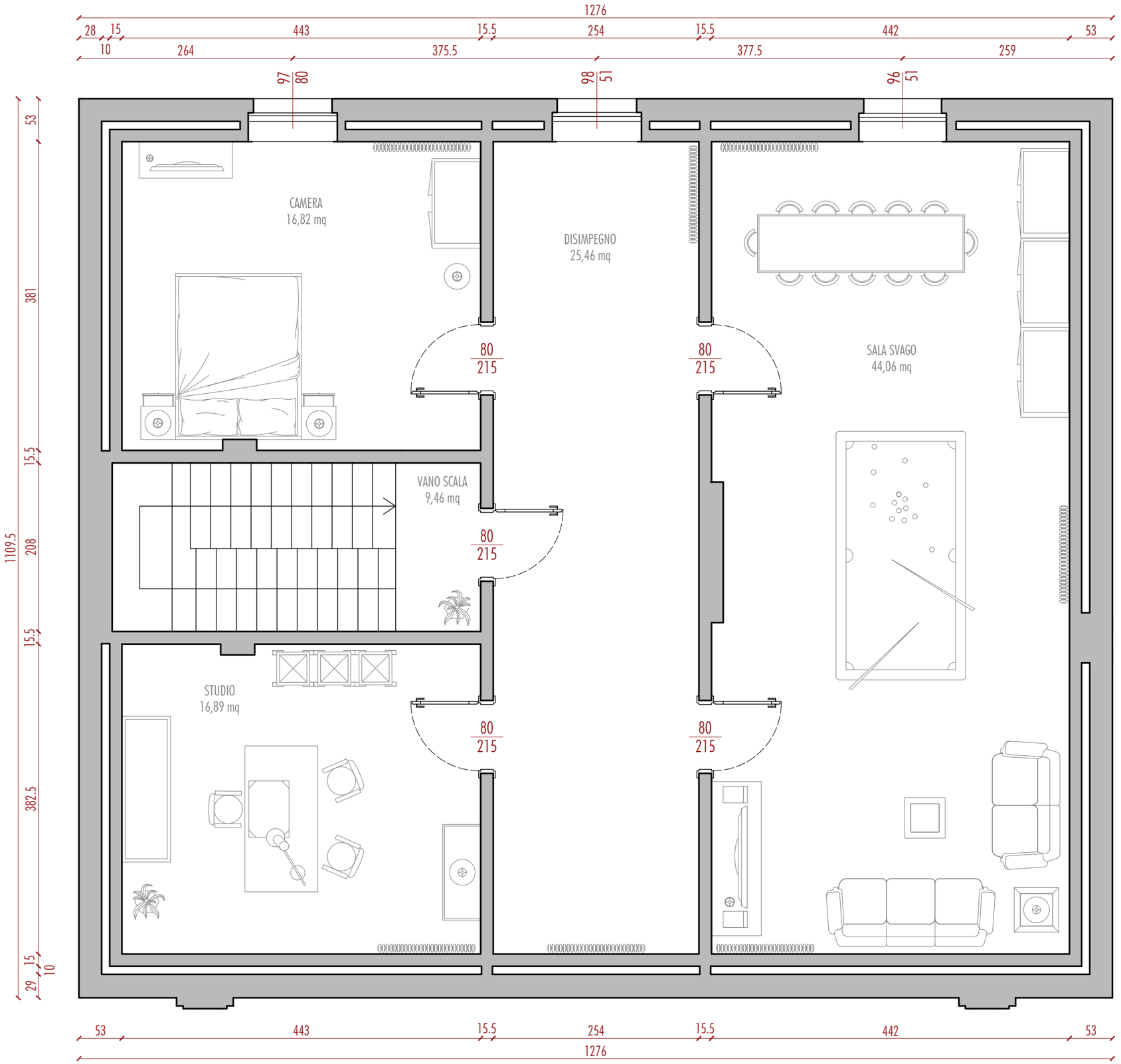
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

P03

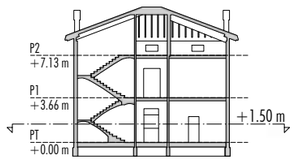
PIANTA PIANO TERRA

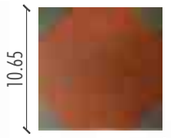
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

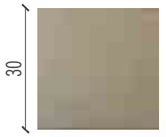
0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO TERRA

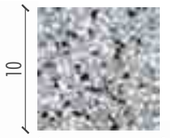




PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 0mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm



PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

P04

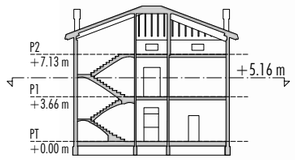
PIANTA PIANO PRIMO

VIALE E. DE AMICIS, 1

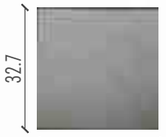
rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

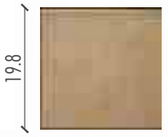
RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+1.50 m DAL PAVIMENTO PIANO PRIMO



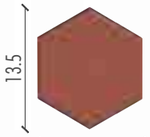
PAVIMENTO IN LEGNO NATURALE LAMINATO E FUGHE DI 0mm



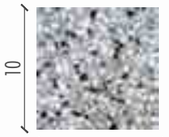
PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 3mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 2mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 1mm



PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

P05

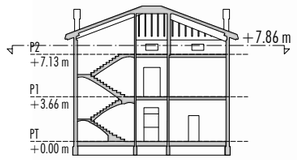
PIANTA PIANO SECONDO

VIALE E. DE AMICIS, 1

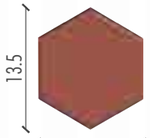
rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

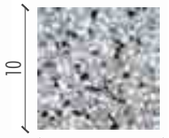
RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+0.80 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO



PAVIMENTO IN LEGNO NATURALE LAMINATO E FUGHE DI 0mm



PIASTRELLA MODULARE RIPETUTA IN LINEA FUGHE 1mm



PEDATA CONTINUA BLOCCO IN MARMO

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

P06

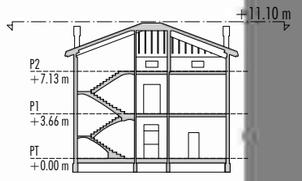
PLANIMETRIA COPERTURA

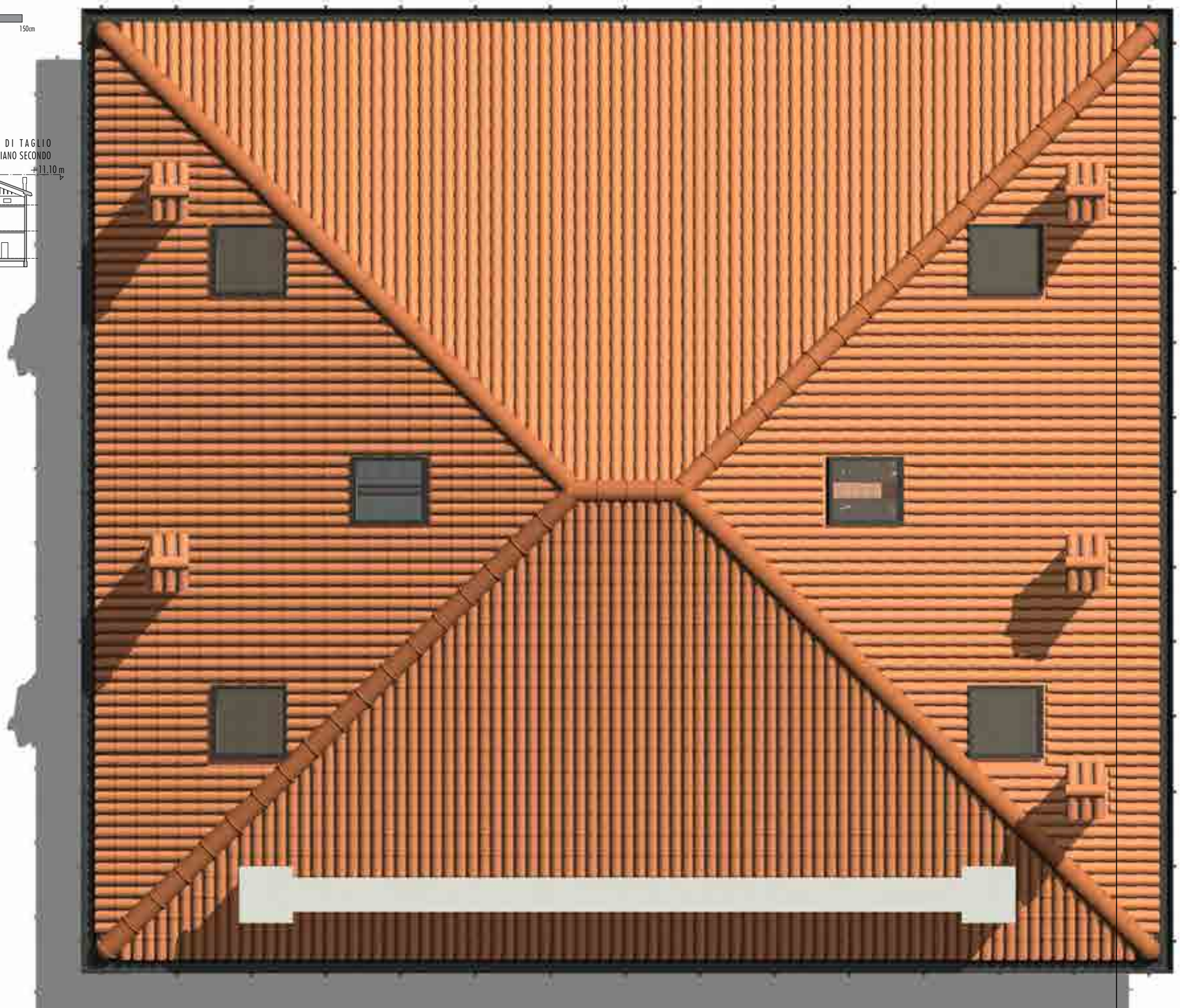
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO
+3.98 m DAL PAVIMENTO PIANO SECONDO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE ORIZZONTALE

TAVOLA

P07

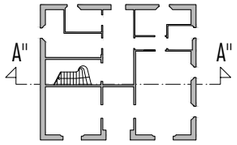
SEZIONE A"-A"

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA
P08

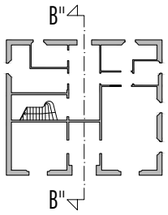
SEZIONE B"-B"

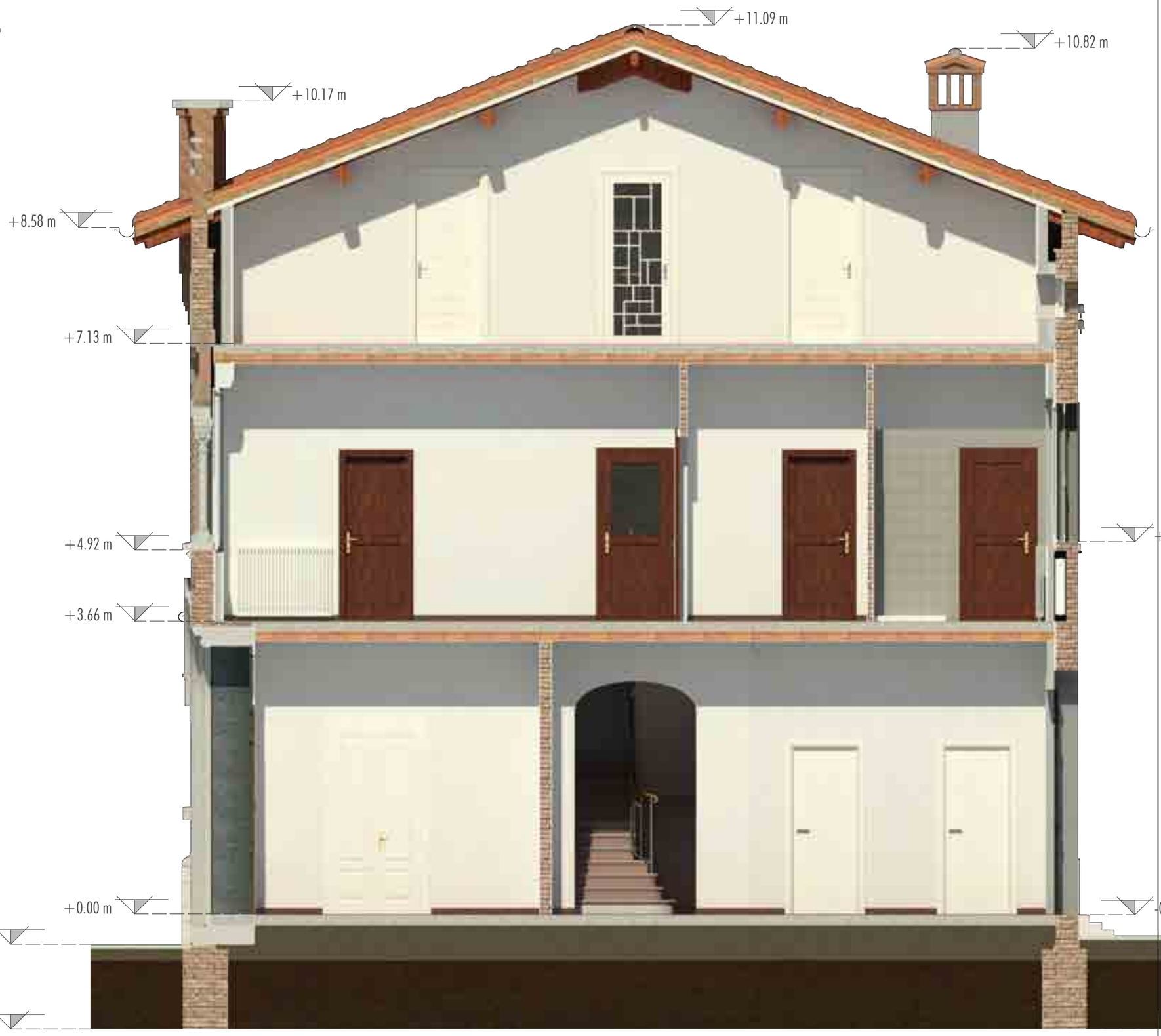
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

SEZIONE VERTICALE

TAVOLA

P09

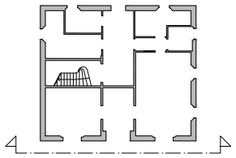
PROSPETTO SUD

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO
PROSPETTO

TAVOLA
P10

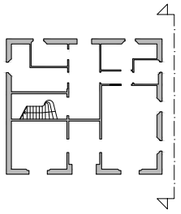
PROSPETTO EST

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

PROSPETTO

TAVOLA

P11

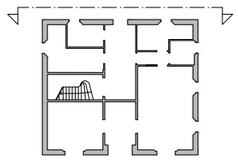
PROSPETTO NORD

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO
PROSPETTO

TAVOLA
P12

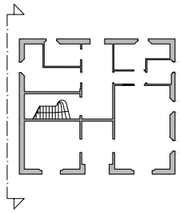
PROSPETTO OVEST

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:50

0m 50cm 100cm 150cm

RIFERIMENTO
PIANO DI TAGLIO



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

PROSPETTO

TAVOLA

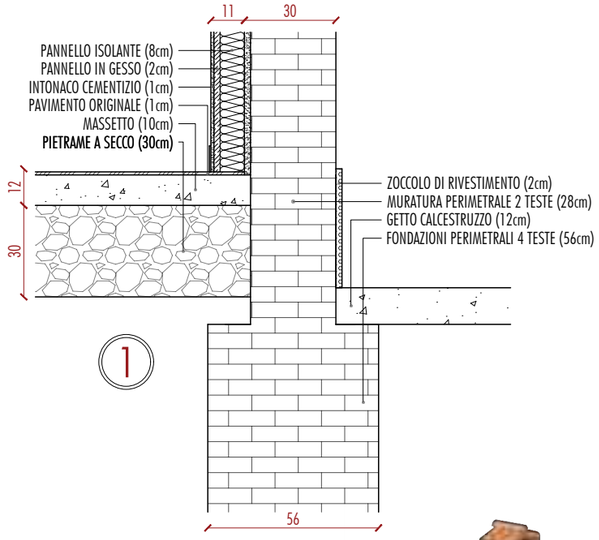
P13

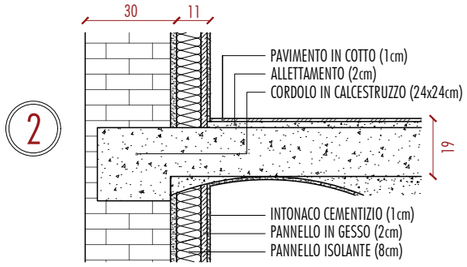
PARTICOLARI E SPACCATI ASSONOMETRICI

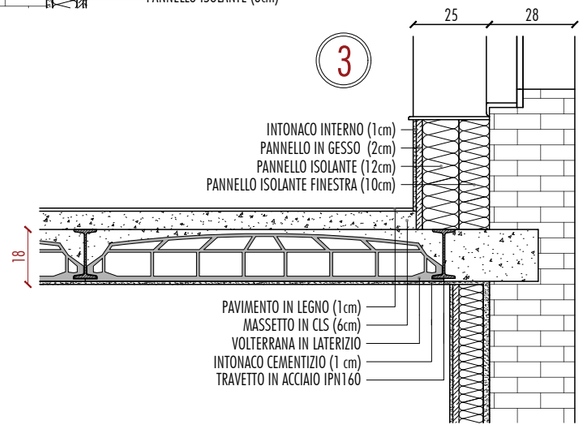
VIALE E. DE AMICIS, 1

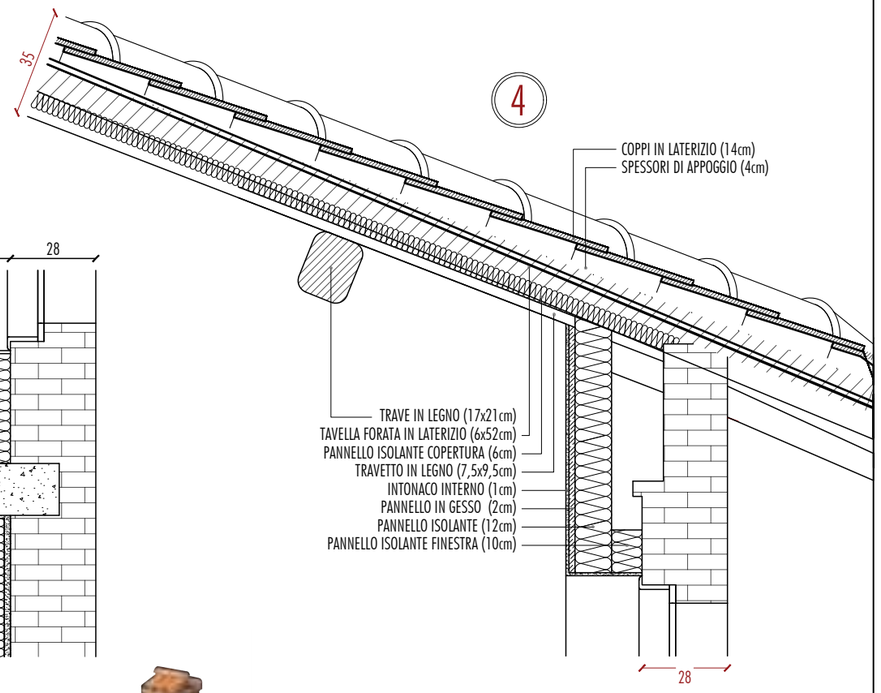
rapp. 1:20

0m 20cm 40cm 60cm









UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

PARTICOLARI + 3D

TAVOLA

P14

1

2

3

PLANIMETRIA E FOTOINSERIMENTI

rapp. 1:200

0m 100cm 200cm 300cm

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

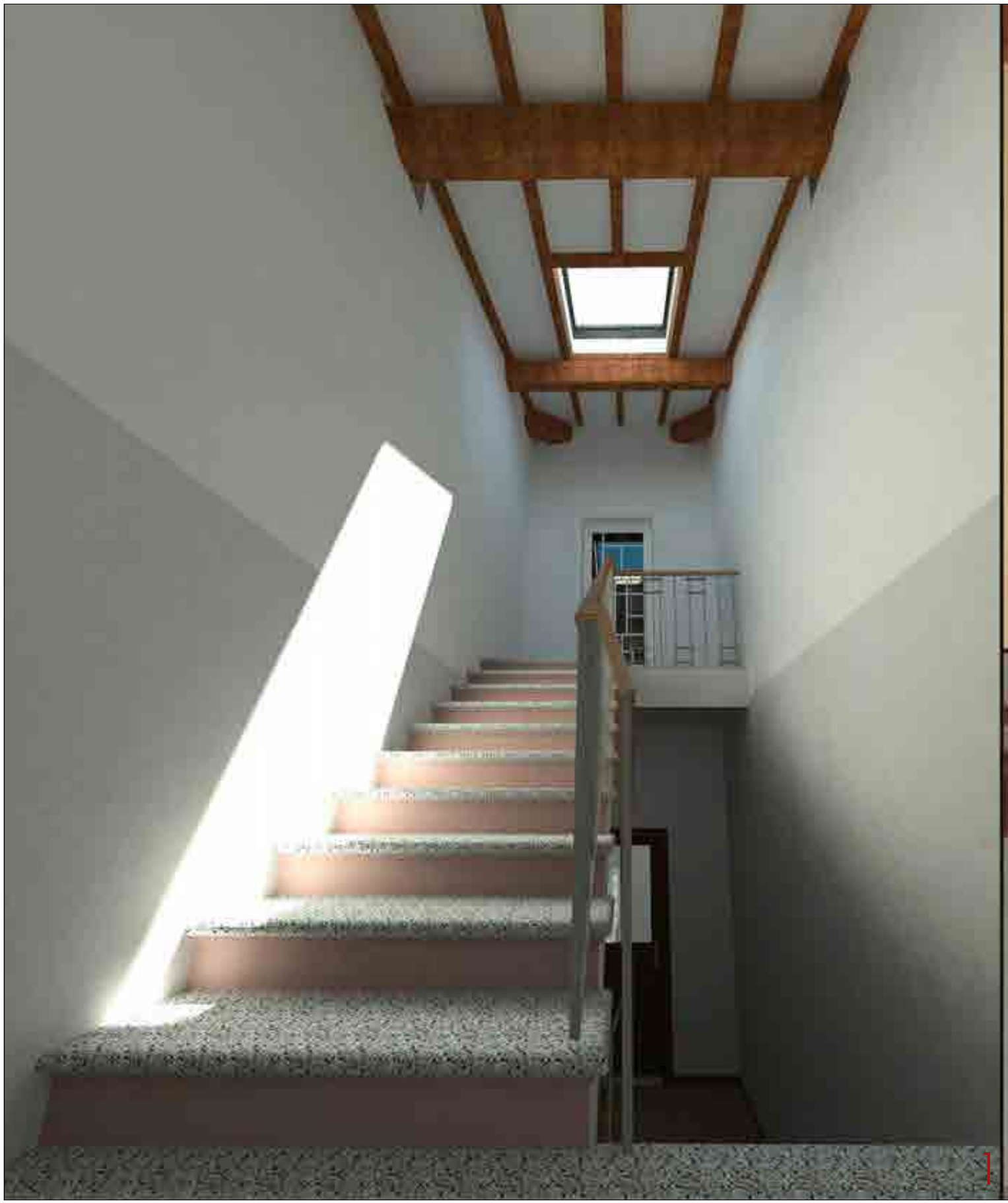
EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

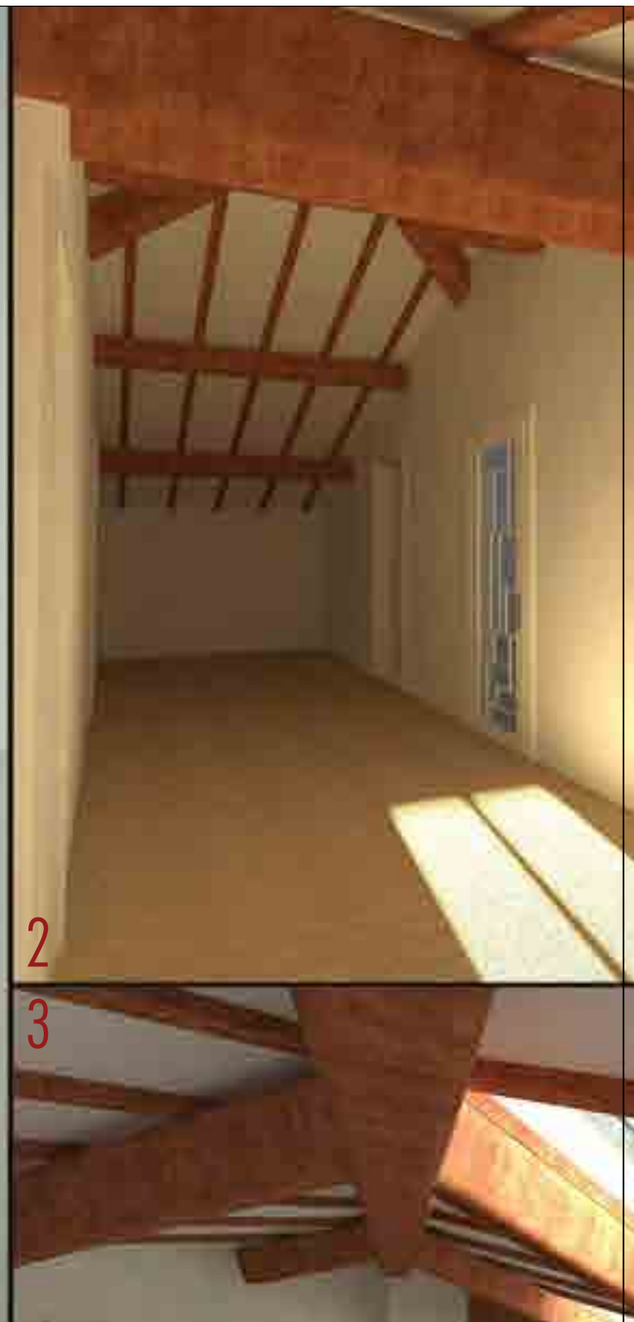
L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO
ELABORATI GRAFICI

TAVOLA
P15


1


2

3

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO
ELABORATI GRAFICI

TAVOLA
P16

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE.

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO
ELABORATI GRAFICI

TAVOLA
P16bis

4 ANALISI DELLA MURATURA DELL'EDIFICIO

4.1 La muratura

L'edificio dell'ex Cantina Sociale di Carpi sito in Viale E. De Amicis, 1 ha una struttura in muratura portante.
La muratura è una delle tecniche costruttive più antiche e nasce dalla giustapposizione di elementi di varia natura, in genere collegati tra loro mediante malte e/o graffe metalliche in modo da ottenere elementi strutturali monolitici, quali pareti, pilastri, archi, sistemi voltati. Il termine muratura indica tecniche assai diverse per tipo e forma dei materiali e per modalità costruttive.
Dal punto di vista strutturale la muratura ha generalmente caratteristiche di buona resistenza a compressione e scarsa resistenza a trazione, con caratteristiche meccaniche differenti da quelle dei singoli materiali costituenti. Il comportamento meccanico è il risultato dell'interazione fra gli elementi e la malta, attraverso la loro interfaccia.
I fattori che influenzano la qualità della muratura sono svariati e dipendono dalle caratteristiche dei materiali componenti e dalla tessitura muraria.

4.2 Le classificazioni delle murature

Le murature si possono suddividere in base a diverse classificazioni; tra le più comuni la classificazione in base agli elementi utilizzati (murature in pietra, in tufo, in laterizio, in blocchi di calcestruzzo o miste), in base al ruolo funzionale (muratura portante, non portante, coibentata, resistente al fuoco), in base alla tipologia strutturale (muratura di fondazione, setti, pilastri, archi, volte, piattabande), in base alla forma (muratura a singolo paramento, doppio paramento, pluristrato, cave), in base alla tecnica di esecuzione (muratura semplice o armata), in base alla posa in opera (muratura a secco, a strati, a conci, a blocchi, a mattoni, ecc..).
Esiste inoltre la classificazione GNDT – CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) basata sul materiale e sulla forma degli elementi resistenti e sulla loro disposizione (tessitura muraria), dunque in funzione del comportamento meccanico e della resistenza del paramento murario.
Per classificare il tipo di materiale si indaga sulla qualità dei blocchi (naturali o artificiali) e sullo stato di conservazione delle malte; per la tessitura muraria si verifica la squadratura dei blocchi, lo stato di ingranamento, la disposizione in strati regolari, l'orizzontalità dei filari e lo sfalsamento dei giunti verticali; per le connessioni si controlla la presenza di diatoni per garantire monolitismo trasversale e una distribuzione omogenea su tutto lo spessore dei carichi verticali, riducendo fenomeni di instabilità per snellezza.

4.3 Analisi muratura dell'edificio

Sulla base dei documenti storici e del rilevo diretto si può giungere ad una conoscenza abbastanza approfondita della tipologia e distribuzione muraria dell'edificio in esame.

L'elemento modulare sul quale si costruisce tutta la struttura muraria dell'edificio è il mattone pieno in laterizio di dimensioni 28 x 13,5 x 5,5 cm, conosciuto anche come mattone "bolognese".

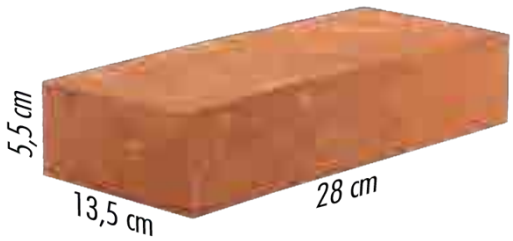


Fig. 4.1 – Mattone in laterizio pieno, detto "bolognese".

4.3.1 Fondazioni

In base all'analisi di rilevo esposta nel primo capitolo, l'edificio presenta fondazioni in muratura a 4 e a 3 teste di mattoni pieni in laterizio di dimensioni pari a quelle indicate in figura, legati da malta cementizia di spessore 1 cm.
Per quanto riguarda l'altezza e la profondità, le misure si regolano in base ai riferimenti ricavati da fotografie e indagini di scavo. L'altezza del muro di fondazione si assume quindi approssimativamente di un metro, con culmine posto ad una profondità di mezzo metro rispetto al pavimento interno.

Fondazioni perimetrali in muratura a 4 teste:

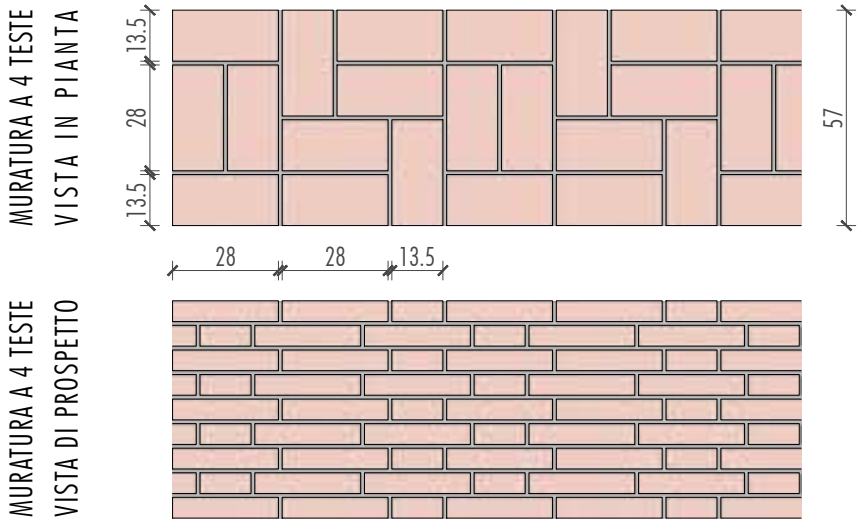


Fig. 4.2 – Fondazioni perimetrali in muratura a 4 teste.

Fondazioni di spina in muratura a 3 teste:

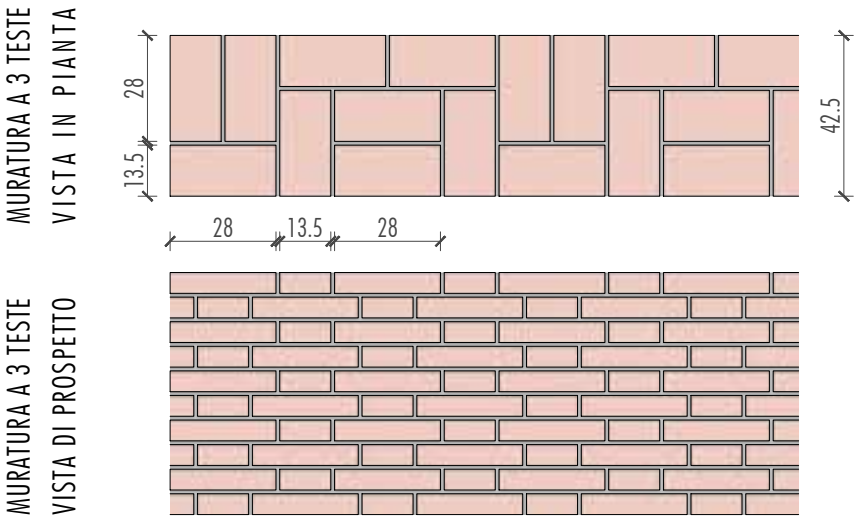


Fig. 4.3 – Fondazioni di spina in muratura a 3 teste.

Altezza e profondità delle fondazioni perimetrali e di spina, con riferimenti rispetto ai livelli dell'edificio:

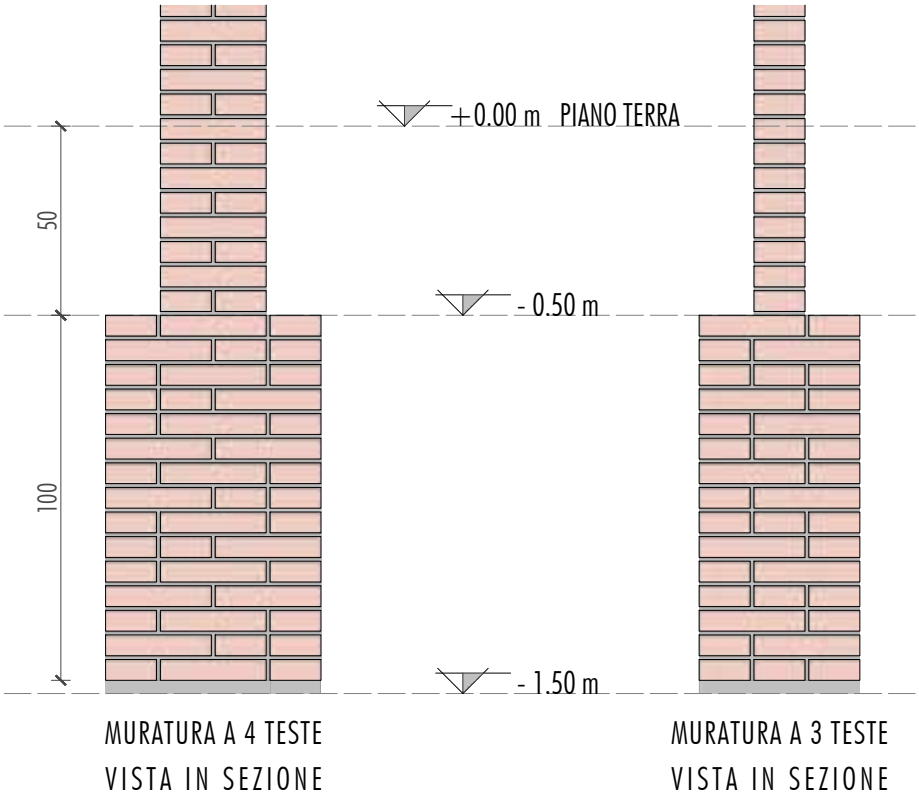


Fig. 4.4 – Fondazioni perimetrali e di spina viste in sezione.

4.3.2 Muri perimetrali e di spina

I muri perimetrali dell'edificio in esame sono realizzati in muratura a due teste con una distribuzione e tessitura muraria approssimativamente omogenea, come si può apprezzare dalle foto riportate dal rilievo.
Trascurando la fascia irregolare sopra allo zoccolo della facciata principale, la distribuzione e tessitura muraria si può considerare pressoché omogenea per tutti i muri perimetrali: muratura a 2 teste con spessore strutturale pari a 28 cm.

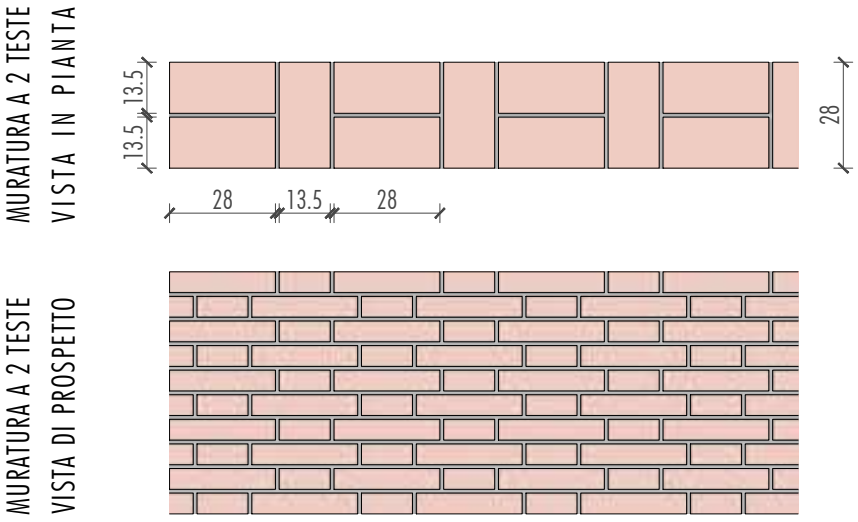


Fig. 4.5 – Muratura a 2 teste dei muri perimetrali.

I muri interni portanti o di spina invece sono realizzati in muratura ad una testa, con uno spessore strutturale pari a 13,5 cm.

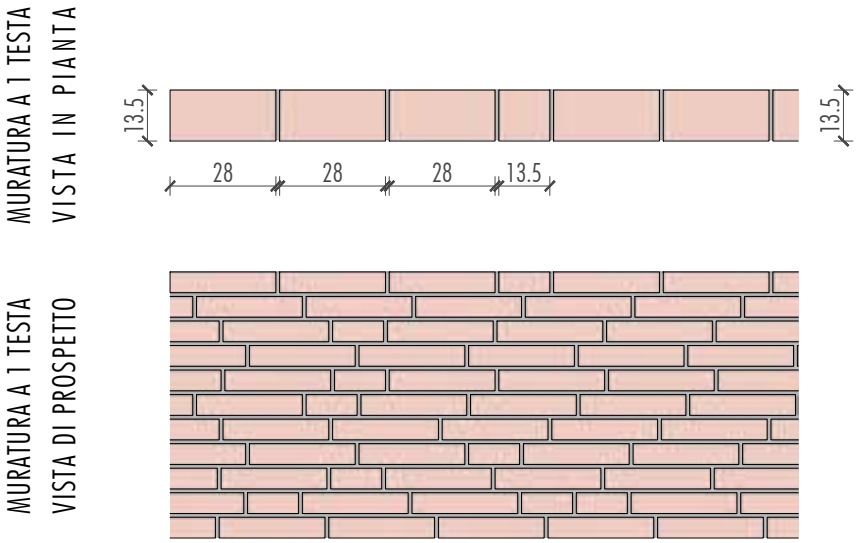


Fig. 4.5 – Muratura a 2 teste dei muri perimetrali.

4.4 Classificazione GNDT – CNR

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche e il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti ha elaborato un metodo di classificazione degli edifici in muratura in funzione di alcuni parametri principali, attraverso la compilazione di una scheda di I livello e una scheda di II livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità dell'edificio.
Fra questi il parametro 2 indaga la qualità del sistema resistente, per la quale è determinante l'omogeneità e la fattura del tessuto murario.
La qualità del sistema resistente dipende quindi dal tipo di materiale, dal tipo di apparecchiatura muraria e dal il tipo di connessioni.
Con il primo fattore (tipo di materiale) si vuole indicare da una parte la qualità dei blocchi (naturali o artificiali) costituenti la muratura, dall'altra lo stato di conservazione delle malte. Una malta di caratteristiche meccaniche elevate, infatti, può conferire ad una muratura, anche con inerti piccoli e mal disposti, un sufficiente grado di monoliticità. Una malta cementizia, pur di ottima resistenza, non è sufficiente in presenza di muratura in laterizio eccessivamente forato.
Il secondo fattore (tipo di apparecchiatura muraria) si riferisce all'omogeneità di pezzatura e alla regolarità nella disposizione dei blocchi, in modo tale che questi risultino ben ingranati l'uno con l'altro, presentando blocchi il più possibile squadrati disposti alternati in strati regolari. Va notato che la presenza ad esempio di ricorsi in mattoni estesi a tutto lo spessore del muro non costituisce un elemento di disomogeneità per una muratura in pietrame. Analogamente la presenza di pietre di dimensioni sensibilmente maggiori in corrispondenza di aperture o di angoli di un edificio non viene considerata una disomogeneità ai fini della pezzatura. Non sempre, infine, un paramento a vista ben organizzato e con elementi ben squadrati è indice di un muro ben fatto: potrebbe essere soltanto il paramento esterno di una muratura a sacco o a doppio paramento, che all'interno nasconde una muratura di pessima fattura. Occorre indagare con saggi dall'interno.
Con il terzo fattore (tipo di connessioni) si indica infine la presenza di elementi di connessione trasversali (diatoni) all'interno di una muratura che generalmente è costituita da due paramenti verticali affiancati, come nel caso di murature a sacco.

Per individuare la classe di appartenenza della muratura si può procedere per successivi livelli di conoscenza.
Il primo livello riguarda il tipo di paramento, individuabile secondo le tipologie strutturali indicate dalla scheda GNDT di 1° livello.
Il secondo livello riguarda l'apparecchiatura muraria, che può essere classificata come organizzata (Ao) o disorganizzata (Ad); i criteri per stabilirlo riguardano l'orizzontalità dei filari, che deve interessare il più possibile l'intera lunghezza e altezza del paramento, e lo sfalsamento dei giunti verticali, secondo il quale il generico giunto verticale deve trovarsi in corrispondenza della zona centrale dell'elemento sottostante.
Il terzo livello riguarda la qualità della malta, valutandone lo stato di conservazione; si suddividono in malte buone (Mb) quelle di tipo cementizio e idraulico (resistenti a scalfittura di oggetti metallici) e malte cattive (Mc) quelle del tutto inconsistenti o farinose.

Il procedimento viene riassunto in appositi abachi corrispondenti alle tipologie di paramento, nei quali viene indicata la classe di appartenenza della muratura in esame.
Le classi di appartenenza si suddividono in A (buona qualità muraria), B (media qualità), C (scarsa qualità), D (cattiva qualità).

4.4.1 Classificazione muri (GNDT – CNR)

Per classificare i muri perimetrali e i muri di spina interni in esame secondo il parametro 2 (qualità del sistema resistente) è necessario innanzitutto individuarne la tipologia strutturale, ovvero il tipo di paramento, dall'elenco presente nella sezione 7 della scheda di 1° livello del GNDT.

Fig. 4.6 – Elenco delle classi di tipologia strutturali secondo GNDT.

La muratura in esame rientra nella tipologia L – Muratura in laterizio pieno o semipieno (% foratura ≤ 45%).

Fig. 4.7 – Tipologia L – Muratura in laterizio pieno o semipieno (% foratura ≤ 45%).

Al secondo livello si valuta l'apparecchiatura muraria.
Dall'analisi fotografica e di rilievo si può affermare che l'orizzontalità dei filari è garantita, sia in lunghezza che in altezza e che lo sfalsamento dei giunti verticali è realizzato con massima accuratezza sia nei muri perimetrali che di spina.

Fig. 4.8 – Muratura portante dei muri perimetrali e dei muri di spina.

Si può pertanto affermare che l'apparecchiatura muraria sia ben organizzata (Ao).
In accordo con l'analisi di rilievo e con le prove in situ, si può attestare che la malta sia cementizia e di buona qualità (Mb), ancora oggi in ottimo stato; le prove fisiche eseguite con scalpello e mazzetta per misurare la resistenza alla scalfittura confermano la buona qualità garantendone un'affidabile resistenza.

Fig. 4.9 – Prove di buona resistenza alla scalfittura con scalpello e mazzetta.

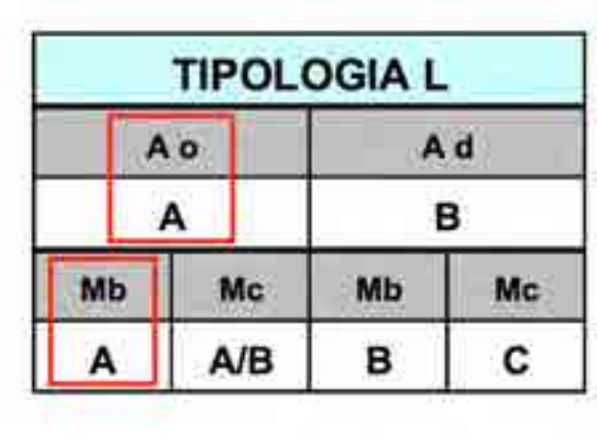
Sono stati effettuati numerosi altri controlli nelle parti in cui la struttura muraria è rivestita da uno strato di intonaco (sia internamente che esternamente) attraverso la rimozione di quest'ultimo per aree sufficientemente ampie da permettere l'indagine qualitativa e le prove di resistenza.
Per quanto riguarda l'indagine della sezione della muratura, l'edificio non presenta aperture o crolli parziali sufficientemente ampi da permettere l'ispezione, ma nella facciata Nord, a seguito della demolizione dei capannoni collegati all'edificio, sono stati rimossi alcuni mattoni, permettendo di analizzare la sezione. Sempre nel prospetto Nord si riesce ad apprezzare la struttura interna del muro in corrispondenza dell'apertura (un tempo di collegamento con il capannone oggi demolito) non rivestita di intonaco, concedendo un'ulteriore conferma visiva.
Di seguito si riporta l'analisi fotografica delle indagini.

Fig. 4.10 – Rimozione intonaco interno per indagine visiva della muratura.

Fig. 4.11 – Elementi mancanti che permettono di apprezzare la distribuzione dei mattoni e della malta all'interno del muro perimetrale che costituisce la facciata Nord.

Fig. 4.12 – Apertura sulla facciata Nord non rifinita da intonacatura, da cui si può apprezzare la struttura interna del muro perimetrale.

Dall'abaco riportato dal manuale per la compilazione della scheda GNDT – CNR si ricava la possibile classe di appartenenza della muratura in esame, con la precisazione che la classe proposta sia soltanto un'indicazione di riferimento, da valutare caso per caso.



TIPOLOGIA L			
A o		A d	
A		B	
Mb	Mc	Mb	Mc
A	A/B	B	C

Fig. 4.13 – Tabella riassuntiva nella quale viene indicato un riferimento della classe di appartenenza della muratura indagata.

In base all'apparecchiatura ordinata (Ao), alla malta buona (Mb) e alle numerose prove in situ si qualifica la muratura all'interno della classe A, così definita dal manuale GNDT: murature in mattoni pieni; buona apparecchiatura muraria ed accurata fattura dei giunti di malta orizzontali e verticali, malta di buona qualità.

4.5 La Qualità Muraria e l'IQM

L'argomento qualità muraria è ormai riconosciuto, anche a livello normativo, come uno dei punti focali per l'analisi del comportamento strutturale di una costruzione in muratura esistente.
La valutazione della qualità muraria è basata sui fattori che costituiscono il rispetto o meno della regola d'arte, da intendersi come insieme degli accorgimenti costruttivi che, se eseguiti correttamente, garantiscono un buon comportamento ed assicurano la compattezza ed il monolitismo del paramento murario.
La valutazione si compone in base a sette parametri:

- qualità della malta
- presenza di diatoni
- forma degli elementi
- dimensione degli elementi
- sfalsamento tra i giunti verticali
- filari orizzontali
- qualità degli elementi resistenti

Tali parametri hanno una diversa influenza sulla risposta del muro, a seconda del tipo di azione che lo sollecita.
Il metodo richiede la valutazione del grado di rispetto della regola d'arte di ogni parametro e l'attribuzione di un punteggio in funzione del suo rispetto, parziale rispetto o non rispetto ed in funzione del tipo di azione sollecitante preso in considerazione.

4.5.1 Determinazione dell'IQM

La valutazione della qualità muraria si effettua attraverso il calcolo dell'Indice di Qualità Muraria IQM, distinto in base alla possibile direzione dell'azione sollecitante un generico pannello murario. Si hanno infatti tre indici di qualità muraria: IQM_V per azioni verticali, IQM_{FP} per azioni orizzontali fuori piano ed IQM_{NP} per azioni orizzontali nel piano. Ciascun indice dipende dalla presenza di alcuni parametri caratteristici della corretta ed efficace messa in opera della muratura.
L'IQM è variabile fra 0 e 10 a seconda della tipologia muraria esaminata, distinto in base alla direzione dell'azione sollecitante.
È inoltre possibile determinare una categoria di appartenenza della muratura A, B o C associata al comportamento strutturale del pannello murario sollecitato; ad una muratura di categoria A corrisponde un buon comportamento strutturale; ad una muratura di categoria B corrisponde un comportamento di media qualità; una muratura in categoria C manifesta un comportamento insoddisfacente di fronte alle sollecitazioni considerate.

La procedura prevede l'analisi accurata dei sette parametri sopra indicati e l'assegnazione di un punteggio per ciascuno.
Questa analisi dipende dal tipo di sollecitazione che si considera, influendo sui valori di ciascun parametro: azioni verticali, azioni orizzontali nel piano o azioni orizzontali fuori piano.

	Azioni verticali			Azioni fuori piano			Azioni nel piano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
OR. Orizzontalità dei filari	0	1	2	0	1	2	0	0.5	1
P.D. Presenza dei diatoni / ingranamento trasversale	0	1	1	0	1.5	3	0	1	2
F.EL. Forma degli elementi resistenti	0	1.5	3	0	1	2	0	1	2
S.G. Sfalsamento dei giunti verticali / ingranamento nel piano	0	0.5	1	0	0.5	1	0	1	2
D.EL. Dimensione degli elementi resistenti	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
MA. Qualità della malta / efficace contatto fra elementi / zeppe	0	0.5	2	0	0.5	1	0	1	2
RE.EL. Resistenza degli elementi	0.3	0.7	1	0.5	0.7	1	0.3	0.7	1

Fig. 4.14 – Punteggi da attribuire ai parametri della regola d'arte in funzione del grado di rispetto e della direzione dell'azione sollecitante.

Come mostrato nell'abaco, per assegnare un punteggio bisogna stabilire il grado di rispetto (totale, parziale o nullo) ad ogni parametro indagato, seguendo le definizioni che si trovano nelle linee guida per la compilazione della scheda IQM. I valori assumono più o meno peso in base all'azione sollecitante considerata.
Di seguito si valuta l'indice di qualità per ogni tipologia muraria dell'edificio.

4.5.2 Determinazione dell'IQM dei muri perimetrali

Si analizza il grado rispetto della regola d'arte rispetto a tutti i parametri utili per il calcolo dell'IQM dei muri perimetrali portanti dell'edificio.

Qualità della malta / Efficace contato fra elementi (MA.)
Requisito necessario per trasmettere e ripartire le azioni fra gli elementi in maniera uniforme e per portare le forze fino al terreno. Nel caso in esame si ottiene tramite la malta, che oltre a regolarizzare il contatto tra i mattoni, se di buona qualità, assicura una certa resistenza di natura coesiva alla muratura, aiutando a garantire la monoliticità nel muro. In base ai saggi eseguiti per valutarne le caratteristiche si stabilisce un'ottima qualità e un'affidabile resistenza.
Regola d'arte rispettata. Malta in buono stato e ben conservata, con giunti di dimensione non eccessiva rispetto ai mattoni.

Presenza di diatoni / Ingranamento trasversale (P.D.)
Requisito necessario per impedire la suddivisione della parete in più paramenti semplicemente costruiti l'uno a ridosso dell'altro e permettere la distribuzione del carico su tutto lo spessore del muro, anche nei casi in cui c'è un carico gravante sul bordo della parete (ad es. un solaio appoggiato solo sull'interno). Nel caso in esame il requisito è soddisfatto grazie ai diatoni, elementi passanti attraverso tutto lo spessore della parete.

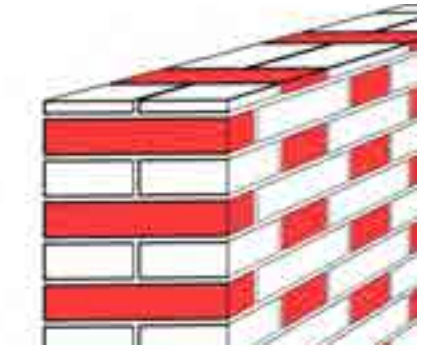


Fig. 4.15 – Diatoni che attraversano l'intero spessore

Da una valutazione convenzionale svolta senza osservare l'intera sezione muraria, il parametro P.D. risulta rispettato poiché dalle due facciate (esterna ed interna) del muro perimetrale si deduce chiaramente la disposizione alternata longitudinale e trasversale dei mattoni che fungono da diatoni attraversando completamente lo spessore.

Fig. 4.16 – Prospetto interno ed esterno del muro perimetrale in cui si sottolinea che gli elementi trasversali o diatoni attraversano l'intero spessore della muratura.

Grazie all'apertura nel prospetto Nord non rifinita da intonacatura, da cui si può apprezzare in sezione la struttura interna del muro perimetrale, è possibile effettuare anche una valutazione tramite la LMT Trasversale (Linea di Minimo Tracciato). Il valore si ottiene misurando, su un tratto di 1 m di altezza, la lunghezza della linea centrale più breve che attraversa il nucleo murario in verticale, aderendo al lato interno dei conci dell'uno o dell'altro paramento.

Con riferimento alla figura 4.17, la lunghezza della LMT in 1 metro di altezza corrisponde a circa 270 cm. Il limite minimo per cui il parametro indagato possa ritenersi rispettato è pari a 155 cm per ogni metro di altezza.

Regola d'arte rispettata. La LMT misurata risulta ampiamente superiore al limite indicato dalla linea guida: 270 cm > 155 cm.

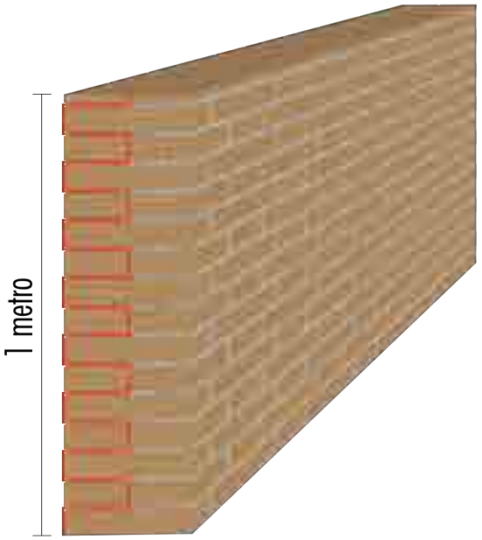


Fig. 4.17 – Linea di minimo tracciato della muratura perimetrale.

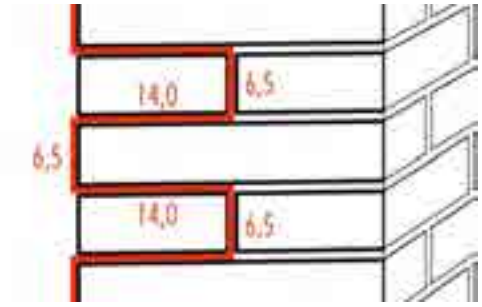


Fig. 4.18 – Linea di minimo tracciato della muratura perimetrale.

Forma degli elementi resistenti (F.EL.)
La presenza di due facce orizzontali sufficientemente piane assicura la mobilitazione delle forze d'attrito, cui si deve gran parte della capacità di una parete di resistere a sollecitazioni orizzontali ad essa complanari; è intuitivo che l'attrito si massimizza per le superfici di scorrimento ortogonali alla forza peso, dunque per superfici di scorrimento orizzontali.
Il paramento si può considerare totalmente rispettato in base alla definizione della linea guida: prevalenza di elementi di forma squadrata o sbozzata oppure mattoni o laterizi di forma parallelepipeda su entrambe le facce della parete.

Fig. 4.19 – Parte inferiore del prospetto Sud con presenza di elementi di forma squadrata in posizione casuale.

Dimensione degli elementi resistenti (D.EL.)
Dato che l'elemento modulare sul quale si costruisce la muratura perimetrale è il mattone pieno in laterizio di dimensioni 28 x 13,5 x 5,5 cm, il parametro D.EL. non può definirsi del tutto rispettato poiché il valore indicato dalla guida è superiore ai 40 cm come dimensione maggiore. Tuttavia l'apparecchiatura muraria rispetta la regola d'arte in base alla definizione fornita di elementi con dimensione tale (rispetto allo spessore del muro) da fungere anche da diatoni.
Per il paramento Sud bisogna inoltre considerare la compresenza di alcuni elementi di materiale differente e dimensione variabile e maggiore rispetto al mattone modulare, distribuiti in modo casuale e irregolare nella fascia inferiore.
Sulla base di tali considerazioni si considera il parametro parzialmente rispettato, anche se sono presenti tutte le condizioni e i requisiti necessari per ottenere un buon ingranamento fra gli elementi.

Sfalsamento dei giunti verticali / Ingranamento nel piano (S.G.)
Tale condizione, insieme alla forma squadrata degli elementi, permette l'effetto catena che fornisce una certa resistenza a trazione alla muratura. Inoltre se si hanno giunti regolarmente sfalsati si mobilita l'ingranamento fra gli elementi resistenti (anche detto effetto incastro).
Lo sfalsamento dei giunti verticali ha un effetto positivo sulla resistenza ad azioni orizzontali perché aumenta la superficie sottoposta all'attrito.
Da una valutazione qualitativa si può facilmente osservare il rispetto del parametro poiché la prevalenza dei giunti verticali si trova in corrispondenza della zona centrale dell'elemento inferiore o comunque tale da garantire un sufficiente grado di incastro tra gli elementi.

Fig. 4.20 – Sfalsamento giunti verticali della muratura perimetrale a due teste.

È possibile effettuare una valutazione quantitativa calcolando la LMT nelle facciate della parete. Basandosi su una porzione di 1 metro quadro di muratura, si devono individuare le linee di minimo tracciato più brevi che attraversano verticalmente la porzione di muratura suddetta senza mai intersecarsi e senza mai tagliare i mattoni. La media delle loro lunghezze fornisce il valore della LMT su quella faccia della parete.

Le linee di minimo tracciato nelle due facciate della parete sono approssimativamente tutte identiche data la distribuzione regolare dei mattoni. Ogni singola LMT misura 194,5 cm per una altezza considerata pari ad un metro. La media di lunghezza in un metro di larghezza risulta quindi pari a 194,5 cm, nettamente superiore al minimo indicato nelle linee guida di 160 cm su entrambe le facciate dei paramenti.

Regola d'arte rispettata per quanto riguarda lo sfalsamento dei giunti anche con valutazione quantitativa.

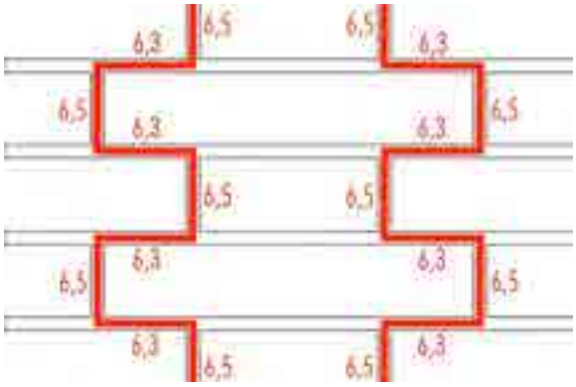


Fig. 4.21 – Porzione quotata della LMT della facciata interna o esterna della muratura perimetrale.

Fig. 4.22 – Porzione di facciata di dimensione 1 metro quadro con tracciamento delle LMT.

Presenza di filari orizzontali (O.R.)

Tale requisito induce una buona distribuzione dei carichi verticali in quanto si ottiene un vincolo di appoggio regolare. Ma l'orizzontalità dei filari assume importanza anche in occasione delle azioni sismiche poiché essa consente l'oscillazione attorno a cerniere cilindriche orizzontali senza danneggiare la muratura. Inoltre l'orizzontalità dei filari permette all'attrito di esplicare il suo effetto benefico (l'attrito è ortogonale alla forza peso dunque si esplica al massimo su superfici orizzontali).

Il parametro risulta completamente rispettato poiché ogni filare di tutta la muratura è precisamente orizzontale.

Buona qualità degli elementi resistenti (RE.EL.)
Questo requisito tende ad evitare tre situazioni: che gli elementi siano intrinsecamente deboli; che essi siano mattoni fortemente forati; che essi siano degradati, ad esempio per umidità o per esposizione alle intemperie.
Dato l'utilizzo di mattoni pieni e il buono stato di conservazione in cui si trovano si ritiene il parametro rispettato.

Di seguito si riportano le assegnazioni con relativi punteggi per ogni parametro indagato in funzione del tipo di azione sollecitante:

	Azioni verticali			Azioni fuori piano			Azioni nel piano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
OR. Orizzontalità dei filari	0	1	2	0	1	2	0	0.5	1
P.D. Presenza dei diatoni / ingranamento trasversale	0	1	1	0	1.5	3	0	1	2
F.EL. Forma degli elementi resistenti	0	1.5	3	0	1	2	0	1	2
S.G. Sfalsamento dei giunti verticali / ingranamento nel piano	0	0.5	1	0	0.5	1	0	1	2
D.EL. Dimensione degli elementi resistenti	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
MA. Qualità della malta / efficace contatto fra elementi / zeppe	0	0.5	2	0	0.5	1	0	1	2
RE.EL. Resistenza degli elementi	0.3	0.7	1	0.5	0.7	1	0.3	0.7	1

Fig. 4.23 – Punteggi da attribuire ai parametri della regola dell'arte per IQM verticale, fuori piano, nel piano.

Il criterio seguito per differenziare il comportamento delle murature nei confronti dei tre tipi di azione considerati consiste nell'attribuire ai vari parametri della regola dell'arte pesi differenti.

Distribuzione dei pesi dei parametri per azioni verticali
Una parete sottoposta ad un carico verticale (e solo ad esso) solitamente ha motivo di andare in crisi o per instabilità oppure rottura per compressione. Poiché il metodo di analisi qui illustrato si basa sull'ipotesi di analizzare pannelli murari osservabili solo per una limitata estensione si da maggior peso all'evenienza di una rottura per compressione, pur non trascurando il fenomeno dell'instabilità, importante su teste murarie snelle ed estese.
Affinché avvenga la rottura per compressione per carichi ordinari è necessario che l'elemento resistente sia intrinsecamente debole oppure che la muratura sia fortemente degradata. Se si verifica una di queste due condizioni allora si è nella situazione in cui R.EL. = NR. e in tal caso i rimanenti parametri della regola dell'arte perdono di importanza.
Nel caso in cui la qualità dei blocchi o delle pietre è elevata allora la rottura per compressione può essere facilitata da concentrazione delle tensioni all'interno della muratura e i parametri che più di altri impediscono errate diffusioni delle tensioni nel solido murario sono la presenza di blocchi squadrati (F.EL.), l'orizzontalità dei filari (OR.) e la buona qualità della malta (MA.).

I parametri cui è stato attribuito maggior peso nella valutazione del comportamento di una parete soggetta a carichi verticali sono proprio F.EL., OR. e MA..
Il fenomeno dell'instabilità invece è tenuto in conto premiando con 1 punto il rispetto o il rispetto parziale del parametro P.D. a differenza del caso di totale assenza di ingranamento in cui anche l'instabilità può diventare un motivo di crisi in quanto la snellezza della parete su più paramenti aumenta rispetto al caso della stessa parete monolitica.

Distribuzione dei pesi dei parametri per azioni orizzontali fuori piano:
Una parete sottoposta ad azioni orizzontali che tendono a deformarla fuori dal suo piano ha delle limitate porzioni di muratura che sono soggette a forti tensioni di compressione: tali tensioni tendono a schiacciare le pietre posizionate vicino alla cerniera orizzontale. Per questo motivo si perviene ad un IQM molto basso se la muratura ha elementi resistenti degradati o debolmente resistenti a compressione.
Per tali azioni si valuta positivamente l'aspetto della monoliticità dovuta al buon ingranamento interno fra i paramenti (P.D.) attribuendogli per tanto il peso maggiore.
È stato attribuito un peso elevato anche alla presenza di filari orizzontali (OR.), che favoriscono l'oscillazione del muro attorno a cerniere orizzontali e alla forma degli elementi resistenti (F.EL.) che favorisce l'ingranamento interno fra i paramenti della parete.

Distribuzione dei pesi dei parametri per azioni orizzontali orizzontali complanari:
Anche nel caso di azioni sollecitanti orizzontali complanari alla muratura la presenza di elementi non resistenti a compressione o molto degradati conduce ad un basso valore di IQM. Se gli elementi resistenti della muratura sono adeguati si procede alla valutazione degli altri parametri della regola dell'arte.
La resistenza di una parete nel suo piano è dovuta alla coesione, aspetto conferito da una malta di buona qualità (MA.), all'attrito su superfici orizzontali di elementi resistenti a contatto fra loro e all'ingranamento e incastro fra i blocchi, conferiti dai parametri F.EL. ed S.G. ai quali si attribuisce un peso maggiore.
Si attribuisce più importanza anche alla presenza di diatoni (P.D.), importanti perché consentono alle azioni orizzontali complanari di interessare l'intero spessore del muro e non solo il paramento dove esse si esercitano direttamente.

Le linee guida per la compilazione sottolineano la distinzione fra muratura in mattoni pieni/blocchi e muratura in pietrame per giustificare l'introduzione di un coefficiente correttivo, in modo da ottenere un IQM adeguato alla tipologia muraria in esame.
In base ad alcune evidenze sperimentali è emerso che nel caso delle murature in mattoni pieni la resistenza tangenziale media e quella a compressione media del pannello murario sono fortemente influenzate dalla qualità della malta.
Nelle murature in pattoni pieni spesso la tessitura è tale che è possibile arrivare a rottura senza avere fenomeni di ingranamento o incastro fra gli elementi, a differenza di quanto avviene per le murature in pietra; inoltre spesso la malta, anche se di elevata qualità, risulta sensibilmente meno resistente dei blocchi o poco aderente ad essi. L'intero fenomeno fessurativo si esplica esclusivamente sui

giunti di malta nelle sue due forme: o rompendo la malta o causandone il distacco dalla superficie del mattone.
Tali fenomeni non insorgono, ad esempio, per il caso di muratura in blocchi di pietra squadrata per le quali la funzione della malta è solamente quella di regolarizzare l'appoggio fra una pietra e l'altra e dove i letti di malta hanno dimensioni esigue, facendo prevalere fenomeni di ingranamento o incastro fra le pietre.
Si tiene conto di ciò mediante un coefficiente correttivo *r* che riduce adeguatamente IQM, applicandolo solamente al caso delle murature in mattoni pieni o blocchi di analoghe dimensioni e caratteristiche.

I punteggi assegnati si inseriscono nelle formule per il caso di murature in mattoni pieni, ottenendo un punteggio globale, corrispondente ai tre IQM introdotti in precedenza.

Caso di murature in mattoni pieni:

$$IQM_V = r_V \times REEL_V \times (OR_V + PD_V + FEL_V + SG_V + DEL_V + MA_V)$$

$$IQM_{FP} = r_{FP} \times REEL_{FP} \times (OR_{FP} + PD_{FP} + FEL_{FP} + SG_{FP} + DEL_{FP} + MA_{FP})$$

$$IQM_{NP} = r_{NP} \times REEL_{NP} \times (OR_{NP} + PD_{NP} + FEL_{NP} + SG_{NP} + DEL_{NP} + MA_{NP})$$

I coefficienti correttivi r_V, r_{FP} ed r_{NP} dipendono dal parametro MA. ed assume i valori riportati di seguito:

Parametro MA	r_V	r_{FP}	r_{NP}
NR	0,2	1	0,1
PR	0,6	1	0,7
R	1	1	1

Fig. 4.24 – Tabella dei valori da utilizzare come coefficienti correttivi.

Poiché la regola d'arte è stata rispettata per quanto riguarda la qualità della malta i coefficienti correttivi r_V, r_{FP} ed r_{NP} assumono tutti il valore pari a 1.
La procedura conduce quindi a tre valori di IQM compresi fra 0 e 10, uno per ogni direzione di sollecitazione.

$IQM_V = 1 \cdot 1 \cdot (2 + 1 + 3 + 1 + 0.5 + 2) = 9.5$
$IQM_{FP} = 1 \cdot 1 \cdot (2 + 3 + 2 + 1 + 0.5 + 1) = 9.5$
$IQM_{NP} = 1 \cdot 1 \cdot (1 + 2 + 2 + 2 + 0.5 + 2) = 9.5$

Si entra nella tabella con i tre valori di IQM determinati e si legge direttamente la categoria di appartenenza della muratura in riferimento alle tre azioni sollecitanti.

Metodo dei punteggi			
Tipo di azione / Categoria muratura	C	B	A
Azioni verticali	$0 \leq IQ < 2,5$	$2,5 \leq IQ < 5$	$5 \leq IQ \leq 10$
Azioni ortogonali	$0 \leq IQ \leq 4$	$4 < IQ < 7$	$7 \leq IQ \leq 10$
Azioni orizz. complanari	$0 \leq IQ \leq 3$	$3 < IQ \leq 5$	$5 < IQ \leq 10$

Fig. 4.25 – Tabella per la valutazione della categoria muraria.

Dal momento che i tre indici ottenuti sono pari a 9,5 la categoria muraria rispetto ai tre tipi di sollecitazione coincide con la categoria A, che corrisponde a un buon comportamento meccanico della muratura.
Per azioni verticali una muratura di tale categoria difficilmente subisce lesioni e può essere considerata di buona qualità.
Per azioni orizzontali fuori piano una muratura di categoria A è in grado di mantenere un comportamento monolitico. Essa ha una probabilità molto bassa di lesionarsi o di collassare per azioni fuori piano se le pareti sono ben collegate fra loro e ai solai; la muratura di categoria A è da ritenersi di buona qualità. Le verifiche per meccanismi di collasso possono essere svolte ipotizzando un comportamento monolitico delle pareti.
Per azioni orizzontali nel piano una muratura di categoria A ha basse probabilità di lesionarsi; essa può definirsi come una muratura di buona qualità.

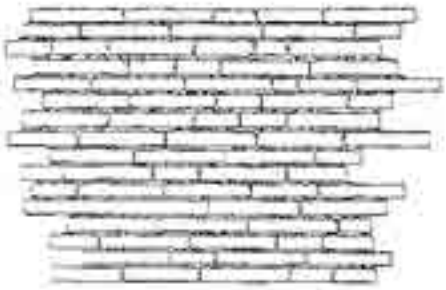
Si riporta di seguito la scheda esemplificativa della tipologia di muratura in esame allegata nelle linee guida. Nella scheda si trova la numerazione identificativa, una foto d'insieme per cogliere la tessitura degli elementi, i disegni schematici della muratura in esame (assonometria e prospetto), una parte descrittiva che elenca le principali caratteristiche, proprietà e dimensioni degli elementi lapidei e della malta (nel caso in esame cementizia di buona qualità).
Nella seconda parte della scheda sono riportati i sette parametri descrittivi della regola dell'arte, i risultati ottenuti per l'analisi di ogni muratura sia in termini di IQM sia con riguardo alla categoria di appartenenza della muratura; si riportano, infine, i campi di variazione dei valori di E (valore medio del modulo elastico normale), τ_0 (resistenza media a taglio della muratura) e f_m (resistenza media a compressione della muratura).
Si sottolinea che gli indici di qualità muraria non corrispondono a quelli calcolati poiché il parametro MA. è considerato PR (parzialmente rispettato) e ciò influisce notevolmente nel calcolo dell'IQM assegnando un punteggio più basso e un coefficiente correttivo molto riduttivo, soprattutto nelle azioni verticali e nelle azioni nel piano, dove aumenta appunto la differenza con i risultati calcolati in precedenza.

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' MURARIA | **NUM. 05**

FOTO

SCHEMI

Vista assonometrica



Prospetto

DESCRIZ.

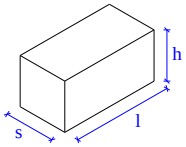
Muratura in laterizi (mattoni) a 2 teste con disposizione alternata.

Muratura realizzata con mattoni di forma regolare; tessitura muraria con alternanza di "ortostati" e "diatoni" e con sfalsamento dei giunti verticali.

MATERIALI

Laterizi mattoni di argilla cotta, di forma regolare.
Malta di calce cementizia con sabbia o polvere di cava; la prima di buona qualità, la seconda scadente.

GEOMETRIA



Dimensioni e forme ricorrenti dei blocchi:
s = 10 ÷ 13 cm
h = 5 ÷ 6 cm
l = 24 ÷ 32 cm

ANALISI IQM

P.D.	MA.	F. EL.	S. G.	R. EL.	OR.	D. EL.	Categoria	Verticali	Fuori piano	Nel piano
R	PR	R	R	R	R	PR	Metodo punteggi	B	A	A
							LMT (sezione)		> 155	187
							IQM	4.8	9	5.95
							Parametri meccanici: valori MIN–MAX	f_m (N/cmq)	E (N/mmq)	τ_0 (N/cmq)
								287-458	1310-1862	7.0-10.1

Fig. 4.26 – Scheda di valutazione della qualità muraria di mattoni in laterizio a 2 teste disposizione alternata.

4.5.3 Determinazione dell'IQM dei muri di spina

Si analizza il grado rispetto della regola d'arte rispetto a tutti i parametri utili per il calcolo dell'IQM dei muri interni portante dell'edificio, i quali presentano tutti la stessa struttura a una testa in mattoni pieni in laterizio e malta cementizia.

Qualità della malta / Efficace contato fra elementi (MA.)
In base ai saggi eseguiti a varie altezze in sito, la malta utilizzata per i muri interni è di medesima fattura e qualità di quella presente nei muri perimetrali, con un grado di conservazione anche migliore, poiché non esposta alle intemperie.
Pertanto si può dichiarare la regola d'arte rispettata. Malta in buono stato e ben conservata, con giunti di dimensione proporzionata rispetto agli elementi.

Presenza di diatoni / Ingranamento trasversale (P.D.)
Nel caso in esame il requisito è soddisfatto poiché essendo la muratura è ad un'unica testa e non si può verificare la suddivisione della parete in più paramenti. È garantita la distribuzione del carico su tutto lo spessore del muro, poiché gli elementi in laterizio fungono anche da diatoni.
Regola d'arte rispettata.

Forma degli elementi resistenti (F.EL.)
Il paramento si può considerare totalmente rispettato in base alla definizione della linea guida: prevalenza di elementi di forma squadrata o sbozzata oppure mattoni o laterizi di forma parallelepipeda su entrambe le facce della parete.

Dimensione degli elementi resistenti (D.EL.)
Dato che l'elemento modulare sul quale si costruisce la muratura di spina è il mattone pieno in laterizio di dimensioni 28 x 13,5 x 5,5 cm, il parametro D.EL. non può definirsi del tutto rispettato poiché il valore indicato dalla guida è superiore ai 40 cm come dimensione maggiore. Tuttavia l'apparecchiatura muraria rispetta la regola d'arte in base alla definizione fornita di elementi con dimensione tale (rispetto allo spessore del muro) da fungere anche da diatoni.
Sulla base di tali considerazioni si considera il parametro parzialmente rispettato, anche se sono presenti tutte le condizioni e i requisiti necessari per ottenere un buon ingranamento fra gli elementi.

Sfalsamento dei giunti verticali / Ingranamento nel piano (S.G.)
Tale condizione, insieme alla forma squadrata degli elementi, permette l'effetto catena che fornisce una certa resistenza a trazione alla muratura. Inoltre se si hanno giunti regolarmente sfalsati si mobilita l'ingranamento fra gli elementi resistenti (anche detto effetto incastro).
Lo sfalsamento dei giunti verticali ha un effetto positivo sulla resistenza ad azioni orizzontali perché aumenta la superficie sottoposta all'attrito.
Da una valutazione qualitativa si può facilmente osservare il rispetto del parametro poiché la prevalenza dei giunti verticali si trova in corrispondenza della zona centrale dell'elemento inferiore da garantire un sufficiente grado di incastro tra gli elementi.

Fig. 4.27 – Sfalsamento giunti verticali della muratura interna portante a una testa.

È possibile effettuare anche una valutazione quantitativa calcolando la LMT nelle facciate della parete, basandosi su una porzione di 1 metro quadro di muratura e individuando le linee di minimo tracciato più brevi che attraversano verticalmente la porzione di muratura suddetta senza mai intersecarsi e senza mai tagliare i mattoni. La media delle loro lunghezze fornisce il valore della LMT su quella faccia della parete.
Le linee di minimo tracciato nelle due facciate della parete sono molto simili data la distribuzione regolare dei mattoni. La media delle loro lunghezze è circa 231 cm nettamente superiore al minimo indicato nelle linee guida di 160 cm su entrambe le facciate dei paramenti.
Regola d'arte rispettata per quanto riguarda lo sfalsamento dei giunti anche con valutazione quantitativa.

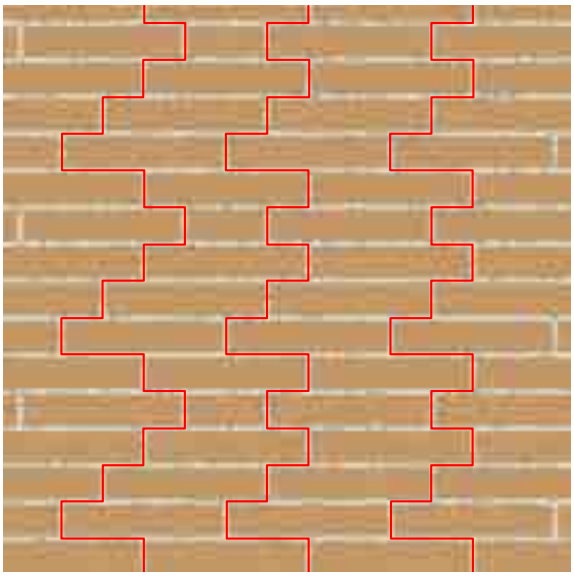


Fig. 4.28 – Porzione di facciata di dimensione 1 metro quadro con tracciamento delle LMT.

Presenza di filari orizzontali (O.R.)
Tale requisito induce una buona distribuzione dei carichi verticali in quanto si ottiene un vincolo di appoggio regolare. Ma l'orizzontalità dei filari assume importanza anche in occasione delle azioni sismiche poiché essa consente l'oscillazione attorno a cerniere cilindriche orizzontali senza danneggiare la muratura. Inoltre l'orizzontalità dei filari permette all'attrito di esplicare il suo effetto benefico (l'attrito è ortogonale alla forza peso dunque si esplica al massimo su superfici orizzontali).
Il parametro risulta completamente rispettato poiché ogni filare di tutta la muratura interna è orizzontale.

Buona qualità degli elementi resistenti (RE.EL.)
Questo requisito tende ad evitare tre situazioni: che gli elementi siano intrinsecamente deboli; che essi siano mattoni fortemente forati; che essi siano degradati, ad esempio per umidità o per esposizione alle intemperie.
Dato l'utilizzo di mattoni pieni e il buono stato di conservazione poiché non esposti agli agenti atmosferici si ritiene il parametro rispettato.

Di seguito si riportano le assegnazioni con relativi punteggi per ogni parametro indagato in funzione del tipo di azione sollecitante per la muratura interna a 1 testa:

	Azioni verticali			Azioni fuori piano			Azioni nel piano		
	NR	PR	R	NR	PR	R	NR	PR	R
OR. Orizzontalità dei filari	0	1	2	0	1	2	0	0.5	1
P.D. Presenza dei diatoni / ingranamento trasversale	0	1	1	0	1.5	3	0	1	2
F.EL. Forma degli elementi resistenti	0	1.5	3	0	1	2	0	1	2
S.G. Sfalsamento dei giunti verticali / ingranamento nel piano	0	0.5	1	0	0.5	1	0	1	2
D.EL. Dimensione degli elementi resistenti	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
MA. Qualità della malta / efficace contatto fra elementi / zeppe	0	0.5	2	0	0.5	1	0	1	2
RE.EL. Resistenza degli elementi	0.3	0.7	1	0.5	0.7	1	0.3	0.7	1

Fig. 4.29 – Punteggi da attribuire ai parametri della regola dell'arte per IQM verticale, fuori piano, nel piano.

I punteggi assegnati si inseriscono nelle formule per il caso di murature in mattoni pieni, ottenendo un punteggio globale, corrispondente ai tre IQM introdotti in precedenza.

Caso di murature in mattoni pieni:

$$IQM_V = r_V \times REEL_V \times (OR_V + PD_V + FEL_V + SG_V + DEL_V + MA_V)$$

$$IQM_{FP} = r_{FP} \times REEL_{FP} \times (OR_{FP} + PD_{FP} + FEL_{FP} + SG_{FP} + DEL_{FP} + MA_{FP})$$

$$IQM_{NP} = r_{NP} \times REEL_{NP} \times (OR_{NP} + PD_{NP} + FEL_{NP} + SG_{NP} + DEL_{NP} + MA_{NP})$$

I coefficienti correttivi r_V, r_{FP} ed r_{NP} dipendono dal parametro MA. ed assume i valori riportati di seguito:

Parametro MA	r_V	r_{FP}	r_{NP}
NR	0,2	1	0,1
PR	0,6	1	0,7
R	1	1	1

Fig. 4.30 – Tabella dei valori da utilizzare come coefficienti correttivi.

Poiché la regola d'arte è stata rispettata per quanto riguarda la qualità della malta i coefficienti correttivi r_V, r_{FP} ed r_{NP} assumono tutti il valore pari a 1.

La procedura conduce quindi a tre valori di IQM compresi fra 0 e 10, uno per ogni direzione di sollecitazione.

$IQM_V = 1 \cdot 1 \cdot (2 + 1 + 3 + 1 + 0.5 + 2) = 9.5$
$IQM_{FP} = 1 \cdot 1 \cdot (2 + 3 + 2 + 1 + 0.5 + 1) = 9.5$
$IQM_{NP} = 1 \cdot 1 \cdot (1 + 2 + 2 + 2 + 0.5 + 2) = 9.5$

Si entra nella tabella con i tre valori di IQM determinati e si legge direttamente la categoria di appartenenza della muratura in riferimento alle tre azioni sollecitanti.

Metodo dei punteggi			
Tipo di azione \ **Categoria muratura**	**C**	**B**	**A**
Azioni verticali	$0 \leq IQ < 2,5$	$2,5 \leq IQ < 5$	$5 \leq IQ \leq 10$
Azioni ortogonali	$0 \leq IQ \leq 4$	$4 < IQ < 7$	$7 \leq IQ \leq 10$
Azioni orizz. complanari	$0 \leq IQ \leq 3$	$3 < IQ \leq 5$	$5 < IQ \leq 10$

Fig. 4.31 – Tabella per la valutazione della categoria muraria.

Dal momento che i tre indici ottenuti sono pari a 9,5 la categoria muraria rispetto ai tre tipi di sollecitazione coincide con la categoria A, che corrisponde a un buon comportamento meccanico della muratura.
Per azioni verticali una muratura di tale categoria difficilmente subisce lesioni e può essere considerata di buona qualità.
Per azioni orizzontali fuori piano una muratura di categoria A è in grado di mantenere un comportamento monolitico. Essa ha una probabilità molto bassa di lesionarsi o di collassare per azioni fuori piano se le pareti sono ben collegate fra loro e ai solai; la muratura di categoria A è da ritenersi di buona qualità. Le verifiche per meccanismi di collasso possono essere svolte ipotizzando un comportamento monolitico delle pareti.
Per azioni orizzontali nel piano una muratura di categoria A ha basse probabilità di lesionarsi; essa può definirsi come una muratura di buona qualità.

4.6 Determinazione dei parametri meccanici della muratura

La valutazione delle caratteristiche meccaniche ha come finalità principale quella di stabilire se la muratura in esame è capace di un comportamento strutturale idoneo a sostenere le azioni statiche e dinamiche prevedibili per l'edificio in oggetto. Così come per la qualità muraria, di particolare importanza risulta la presenza o meno di elementi di collegamento trasversali, la tipologia e la dimensione degli elementi, la tessitura, l'orizzontalità delle giaciture, il regolare sfalsamento dei giunti, la qualità e consistenza della malta, caratterizzata in base al tipo di legante e aggregato.
La tabella C8.5.I della normativa riporta, per il comportamento delle tipologie murarie più ricorrenti, indicazioni, non vincolanti, sui possibili valori dei parametri meccanici, identificati attraverso il rilievo degli aspetti costruttivi e relativi, con l'eccezione dell'ultima riga, a precise condizioni: malta di calce di modeste caratteristiche (resistenza media a compressione f_m stimabile tra 0,7 e 1,5 N/mm^2), assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte, muratura non consolidata.
La resistenza a compressione è utilizzata per le verifiche nei riguardi delle azioni sismiche e non, a patto di considerare anche l'eventuale possibilità di fenomeni di instabilità locale, associati ad un insufficiente collegamento tra i paramenti.

Tipologia di muratura	f (N/mm²)	τ_0 (N/mm²)	f_{v0} (N/mm²)	E (N/mm²)	G (N/mm²)	w (kN/m³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (*)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3000-5600	875-1400	15

Fig. 4.32 – Tabella C8.5.I – Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura.

I valori in tabella si riferiscono a:
f = resistenza media a compressione
τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali
f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali
E = valore medio del modulo di elasticità normale
G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale
w = peso specifico medio.

Le caratteristiche meccaniche della muratura, in uno stato di fatto migliore di quello indicato nella Tabella C8.5.I, possono ottenersi applicando (indicativamente e salvo più dettagliate valutazioni) i coefficienti migliorativi di Tabella C8.5.II.
Inoltre in presenza di murature consolidate o nel caso in cui si debba progettare un intervento di rinforzo, è possibile incrementare i valori ottenuti applicando gli ulteriori coefficienti indicati sempre in Tabella C8.5.II.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,3	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,5	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(**) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{1/2}$ (f_m in N/mm²).

(****) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

Fig. 4.33 – Tabella C8.5.II – Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

I coefficienti migliorativi sono funzione dei seguenti fattori:

- malta di buone caratteristiche: il coefficiente indicato in Tabella C8.5.II, diversificato per le varie tipologie, si può applicare sia ai parametri di resistenza (f, τ_0 e f_{v0}), sia ai moduli elastici (E e G);
- presenza di ricorsi (o listature): il coefficiente di tabella si può applicare ai soli parametri di resistenza (f e τ_0); tale coefficiente ha significato solo per alcune tipologie murarie, in cui si riscontra tale tecnica costruttiva;
- presenza sistematica di elementi di collegamento trasversale tra i paramenti: il coefficiente indicato in tabella si può applicare ai soli parametri di resistenza (f, τ_0 e f_{v0}).

I suddetti coefficienti migliorativi possono essere applicati in combinazione tra loro, in forma moltiplicativa, considerando la concomitanza al più dei due effetti che hanno i coefficienti moltiplicativi più alti.

I coefficienti da applicare per il consolidamento o rinforzo sono in funzione delle seguenti tecniche previste: consolidamento con iniezioni di miscele leganti, con intonaco armato, con diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi, con ristilatura armata e connessione dei paramenti.

I valori sopra indicati in tabella per il consolidamento delle murature devono essere considerati essenzialmente un riferimento, in assenza di specifiche valutazioni sui valori da adottare per il caso in esame; nel caso di tecniche diverse da quelle indicate nella tabella, i valori riportati costituiscono un utile riferimento. Nel caso di uso combinato di diverse tecniche di consolidamento, i coefficienti possono essere applicati in forma moltiplicativa; il valore del coefficiente complessivo non può superare il coefficiente massimo indicato nell'ultima colonna della tabella.

Nella caratterizzazione meccanica dei materiali si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova: limitate, estese ed esaustive.
Per l'edificio in esame le prove effettuate sono ad un livello intermedio tra limitate ed estese, con indagini basate principalmente su esami visivi delle superfici, diffusi e sistematici, accompagnati da approfondimenti locali, che prevedono anche controlli degli elementi costituenti la muratura. Sono previste rimozioni locali dell'intonaco per identificare i materiali e l'apparecchiatura; in particolare, avvalendosi anche dell'analisi storico-critica, è possibile individuare zone omogenee per materiali e tessitura, dei dispositivi di collegamento trasversale, oltre che dei fenomeni di degrado.
Gli edifici esistenti si distinguono da quelli di nuova progettazione per i seguenti aspetti: il progetto riflette lo stato delle conoscenze al tempo della loro costruzione e può contenere difetti di impostazione progettuale e di realizzazione non immediatamente visibili. Tali edifici possono essere stati soggetti a terremoti passati e ad altre azioni accidentali che non sono manifeste.
Di conseguenza, la valutazione della sicurezza e il progetto degli interventi sono normalmente affetti da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici nuovi.
È quindi necessario utilizzare dei coefficienti di sicurezza parziali modificati in funzione dell'informazione disponibile ovvero del livello di conoscenza.
I fattori di confidenza (FC) sono utilizzati per la riduzione dei valori dei parametri meccanici dei materiali e devono essere intesi come indicatori del livello di approfondimento raggiunto, con riferimento ai tre livelli di conoscenza (LC) crescenti.

	Geometria: Rilievo strutturale	Dettagli costruttivi: Verifiche in-situ	Proprietà dei materiali: Indagini in-situ	Fattore di confidenza FC
LC1 Conoscenza limitata	*completo*	*limitate*	*limitate*	*1.35*
LC2 Conoscenza Adeguata	*completo*	*Estese ed esaustive*	*estese*	*1.2*
LC3 Conoscenza accurata	*completo*	*Estese ed esaustive*	*esaustive*	*1.0*

Fig. 4.34 – Tabella di correlazione tra i livelli di conoscenza e i fattori di confidenza da applicare ai parametri meccanici.

		Resistenze	Moduli elastici
LC1 Conoscenza limitata		*Valore minimo degli intervalli di Tab. C8A.2.1*	*Valore minimo degli intervalli di Tab. C8A.2.1*
LC2 Conoscenza adeguata		*Valore medio degli intervalli di Tab. C8A.2.1*	*Valore medio degli intervalli di Tab. C8A.2.1*
LC3 Conoscenza accurata	3 valori sperim. resistenza	*Valore medio risultati prove*	*Valore medio risultati prove o valori medi intervalli Tab. C8A.2.1*
	2 valori sperim. resistenza	*valore medio Tab. se il valore medio sperim. è compreso in esso; valore max. Tab. se è sup., val. medio sperim. altrimenti*	*Valore medio risultati prove o valori medi intervalli Tab. C8A.2.1*
	1 valore sperim. resistenza	*valore medio Tab. se il valore medio sperim. è compreso o sup. ad esso; val. medio sperim. altrimenti*	*Valore medio risultati prove o valori medi intervalli Tab. C8A.2.1*

Fig. 4.35 – Tabella di correlazione tra i livelli di conoscenza e i valori dei parametri meccanici da adottare.

I valori dei parametri meccanici indicati in Fig. 4.33 riportante la tabella della circolare sono da intendersi come valori medi. La normativa però non indica in che modo determinare i valori caratteristici e progettuali delle resistenze, ma si può assumere per murature esistenti:

$$f_d = \frac{f_m}{\gamma_M \, FC}$$

dove

f_m = resistenza media a compressione

γ_M = 1 per analisi non lineari

γ_M > 2 per analisi non sismiche (cautelativamente γ_M = 3)

Si osserva che tutte le incertezze legate alle conoscenze parziali ed alle indagini non esaustive si riferiscono sia al materiale ma anche alla geometria e ai dettagli costruttivi. Tutta la penalizzazione, convenzionalmente, viene concentrata sulla resistenza del materiale.

4.6.1 Determinazione dei parametri meccanici dei muri dell'edificio

Facendo riferimento alla tabella C8.5.I della Circolare 2019, tra le tipologie di muratura elencate, la più simile al caso in esame è muratura in mattoni pieni e malta di calce.

Tipologia di muratura	f (N/mm²)	τ_0 (N/mm²)	f_{v0} (N/mm²)	E (N/mm²)	G (N/mm²)	w (kN/m³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 15 mm; in assenza di validazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,9 per i moduli elastici.

Fig. 4.36 – Valori minimi e massimi dei parametri meccanici per la tipologia in esame.

I giunti nella muratura perimetrale hanno spessore di circa 10 mm, inferiori ai 13 mm indicati nella nota della tabella e pertanto non si utilizzano i coefficienti riduttivi per le resistenze e i moduli elastici.

La muratura presenta caratteristiche migliori rispetto a quelle elencate; perciò le caratteristiche meccaniche saranno ottenute, applicando in seguenti coefficienti migliorativi:

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0,35}$ (f_m in N/mm²).

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella approntata a regola d'arte.

Fig. 4.37 – Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di migliori condizioni e interventi di consolidamento.

Per quanto riguarda lo stato di fatto i coefficienti correttivi:

- Malta buona: considerando una resistenza media a compressione pari a 2 N/mm² il coefficiente può essere posto pari a $f_m^{0,35} = 1,27$.
- Connessione trasversale: i muri perimetrali sono collegati tra loro tramite ammorsamenti a regola d'arte; pertanto il valore del coefficiente è pari a 1,3.

Per quanto riguarda gli interventi di consolidamento non sono presenti iniezioni di miscele, intonaco armato o ristilatura con connessione dei paramenti, per cui non si utilizza nessun coefficiente correttivo.

Il livello di conoscenza in base alle definizioni da normativa è ad un livello intermedio tra LC1 e LC2, poiché l'analisi storico critica è accurata e il rilievo strutturale è completo di tutte le informazioni necessarie, le verifiche in-situ per quanto numerose ed estese non sono in ogni loro parte esaustive e le indagini sulle proprietà dei materiali sono limitate a prove di tipo approssimativo. Pertanto si sceglie di adottare cautelativamente il livello di conoscenza LC1 e di conseguenza un fattore di confidenza FC pari a 1,35.

In base al livello di conoscenza si ottengono i valori dei parametri meccanici a cui fare riferimento in tabella C8.5.I: sia per le resistenze sia per i moduli elastici si consiglia di utilizzare i valori minimi indicati.

Considerando tutte le correzioni valori caratteristici dei parametri meccanici risultano:

$f = 2,6 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,3 = 4,29 \text{ N/mm}^2$

$\tau_0 = 0,05 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,3 = 0,083 \text{ N/mm}^2$

$f_{v0} = 0,13 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,27 \cdot 1,3 = 0,215 \text{ N/mm}^2$

$E = 1200 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,27 = 1524 \text{ N/mm}^2$

$G = 400 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,27 = 508 \text{ N/mm}^2$

$w = 18 \text{ kN/m}^3$

Si ricavano di conseguenza i valori di progetto delle resistenze con $\gamma_M = 1$ (analisi non lineari):
$f_d = 4{,}29 \text{ N/mm}^2 / 1 \cdot 1{,}35 = 3{,}18 \text{ N/mm}^2$
$\tau_{0d} = 0{,}083 \text{ N/mm}^2 / 1 \cdot 1{,}35 = 0{,}062 \text{ N/mm}^2$
$f_{v0d} = 0{,}215 \text{ N/mm}^2 / 1 \cdot 1{,}35 = 0{,}160 \text{ N/mm}^2$

Si ricavano di conseguenza i valori di progetto delle resistenze con $\gamma_M = 3$ (analisi non sismiche):
$f_d = 4{,}29 \text{ N/mm}^2 / 3 \cdot 1{,}35 = 1{,}06 \text{ N/mm}^2$
$\tau_{0d} = 0{,}083 \text{ N/mm}^2 / 3 \cdot 1{,}35 = 0{,}021 \text{ N/mm}^2$
$f_{v0d} = 0{,}215 \text{ N/mm}^2 / 3 \cdot 1{,}35 = 0{,}053 \text{ N/mm}^2$

4.6.2 Correlazione tra parametri meccanici e IQM

I parametri meccanici si possono ricavare anche in correlazione all'indice di qualità muraria calcolato rispetto alle diverse azioni sollecitanti:
IQM verticale - f_m (resistenza a compressione media);
IQM nel piano - τ_0 (resistenza a taglio media);
IQM verticale - E (modulo elastico medio).
Ciascuna correlazione è rappresentata su un diagramma avente in ascissa IQM (verticale o nel piano) ed in ordinata il parametro meccanico in questione (f, τ_0 ed E).
Si considerano come valori in ascissa gli IQM proposti dalla scheda esemplificativa delle linee guida riportata in Fig. 4.26 ed intersecando tali valori con la curva esponenziale (ottenuta attraverso i punti di 36 murature virtuali) si ricavano i valori in ordinata che corrispondono ai parametri meccanici.

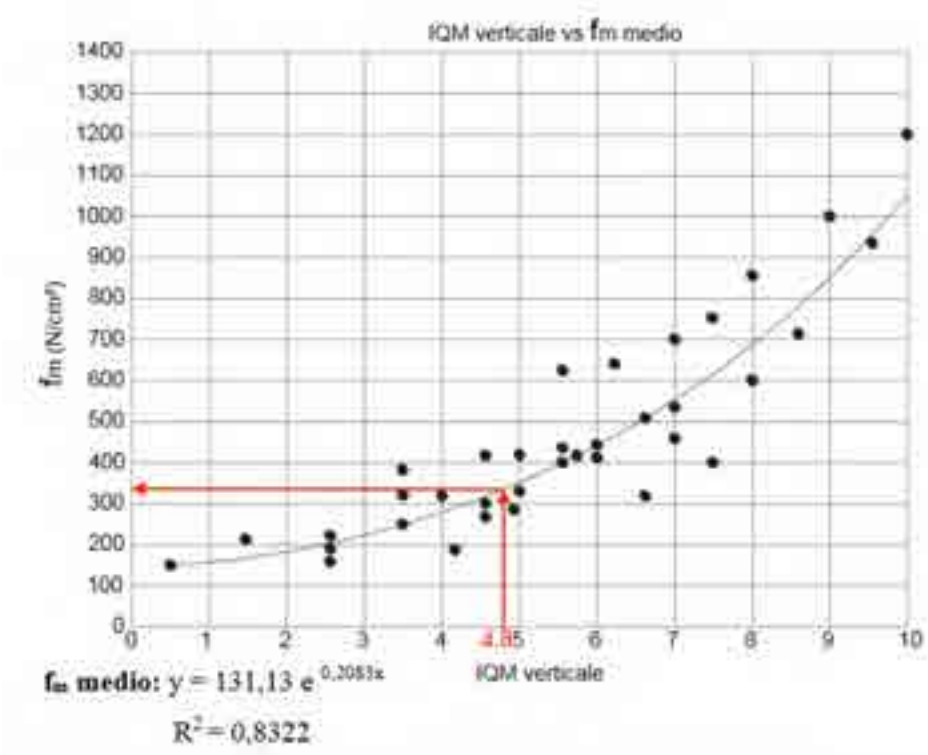


Fig. 4.38 – Correlazione IQM verticale e resistenza media a compressione.

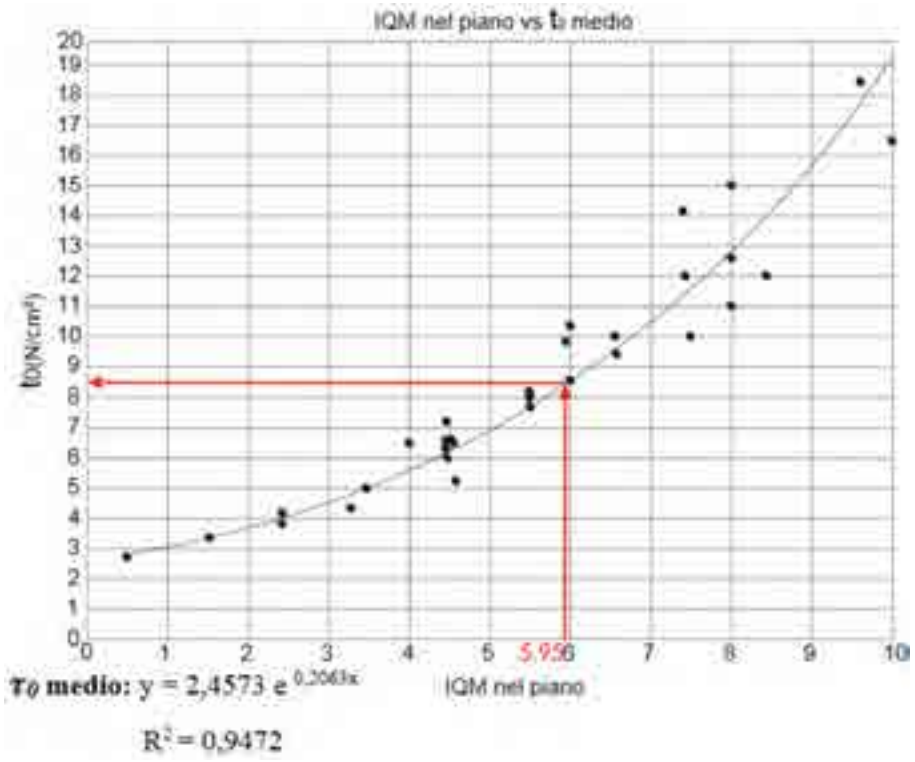


Fig. 4.39 – Correlazione IQM nel piano e resistenza media a taglio.

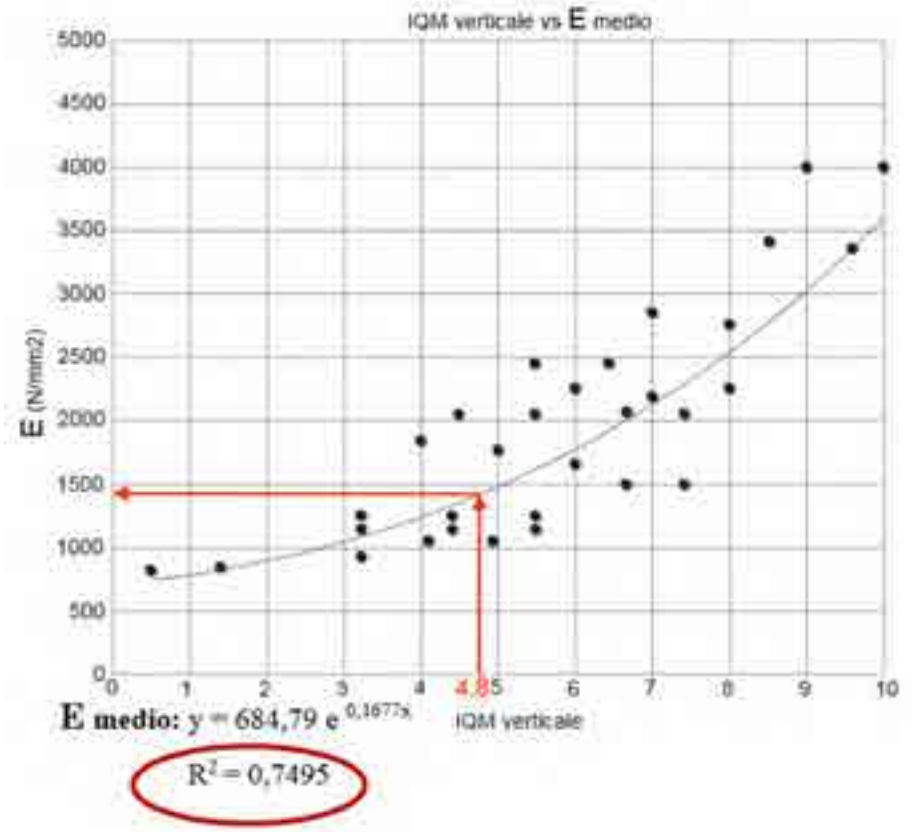


Fig. 4.40 – Correlazione IQM verticale e modulo elastico E medio.

Dalle correlazioni si ottengono i valori seguenti:
IQM verticale = 4.8 corrisponde a $f_m \cong 340$ N/cm^2 = 3,4 N/mm^2
IQM nel piano = 5.95 corrisponde a $\tau_0 \cong 8{,}5$ N/cm^2 = 0,085 N/mm^2
IQM verticale = 4.8 corrisponde a E ≅ 1450 N/mm^2

Si sottolinea che i valori ottenuti con le correlazioni corrispondono nella media ai valori indicati nella scheda esemplificativa riportata in Fig. 4.26.
Tali risultati sono da considerare limitatamente al "caso tipo" riportato nella scheda esemplificativa in cui si considera cautelativamente il parametro MA. = PR (parzialmente rispettato) e ciò influisce notevolmente sui punteggi e sul coefficiente correttivo molto riduttivo nel calcolo dell'IQM, soprattutto nelle azioni verticali e nelle azioni nel piano.

5 Calcolo della Scala

5.1 Analisi scala esistente

La scala da realizzare è un prolungamento della scala esistente che collega il Piano Terra al Piano Primo mediante due rampe, un pianerottolo di interpiano e uno di sbarco a livello del solaio del Piano Primo. La geometria all'estradosso è formata da gradini con alzate di 16,5 cm (ad esclusione del primo gradino con alzata di 18 cm) e pedate di 26 cm (28,5 cm considerando la stondatura del bordo); le prime tre alzate sono realizzate indipendentemente per creare un invito di larghezza maggiore e inclinazione variabile. L'architettura all'intradosso è costituita da volte rampanti che terminano nelle volte a botte dei pianerottoli.
Dal punto di vista materico-strutturale le volte sono realizzate con elementi sottili in laterizio disposti ad arco, collegati al di sopra da un getto di calcestruzzo armato di spessore molto ridotto; ulteriori getti di calcestruzzo alleggerito opportunamente sagomati disegnano il profilo dei gradini, sui quali sono installate delle lastre di granito come rivestimento per la pedata.
Intradosso, alzate e profili sono rifiniti con uno strato di intonaco di calce-cemento, per continuità analogo a quello che riveste le pareti del vano scala.
Ai bordi interni della scala è presente una ringhiera in ferro battuto verniciato e corrimano in legno posto a circa 90 cm dalla pedata.

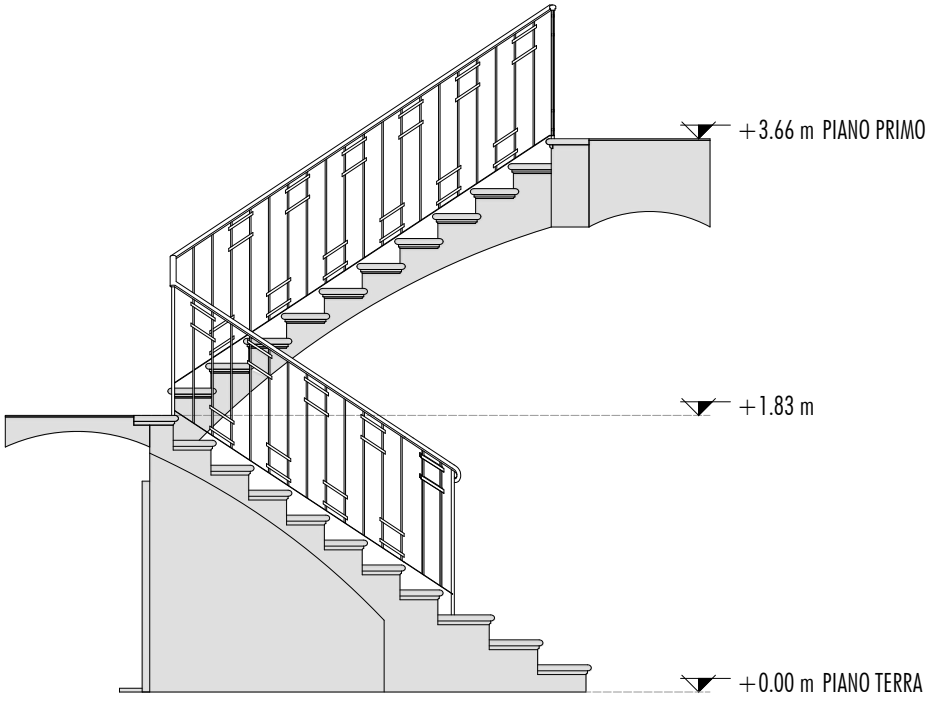


Fig. 5.1 – Prospetto Sud della scala esistente con riferimento ai livelli dell'edificio.

Si riportano di seguito l'analisi fotografica rappresentante lo stato di fatto della scala, le viste del modello 3D, le piante e i prospetti.

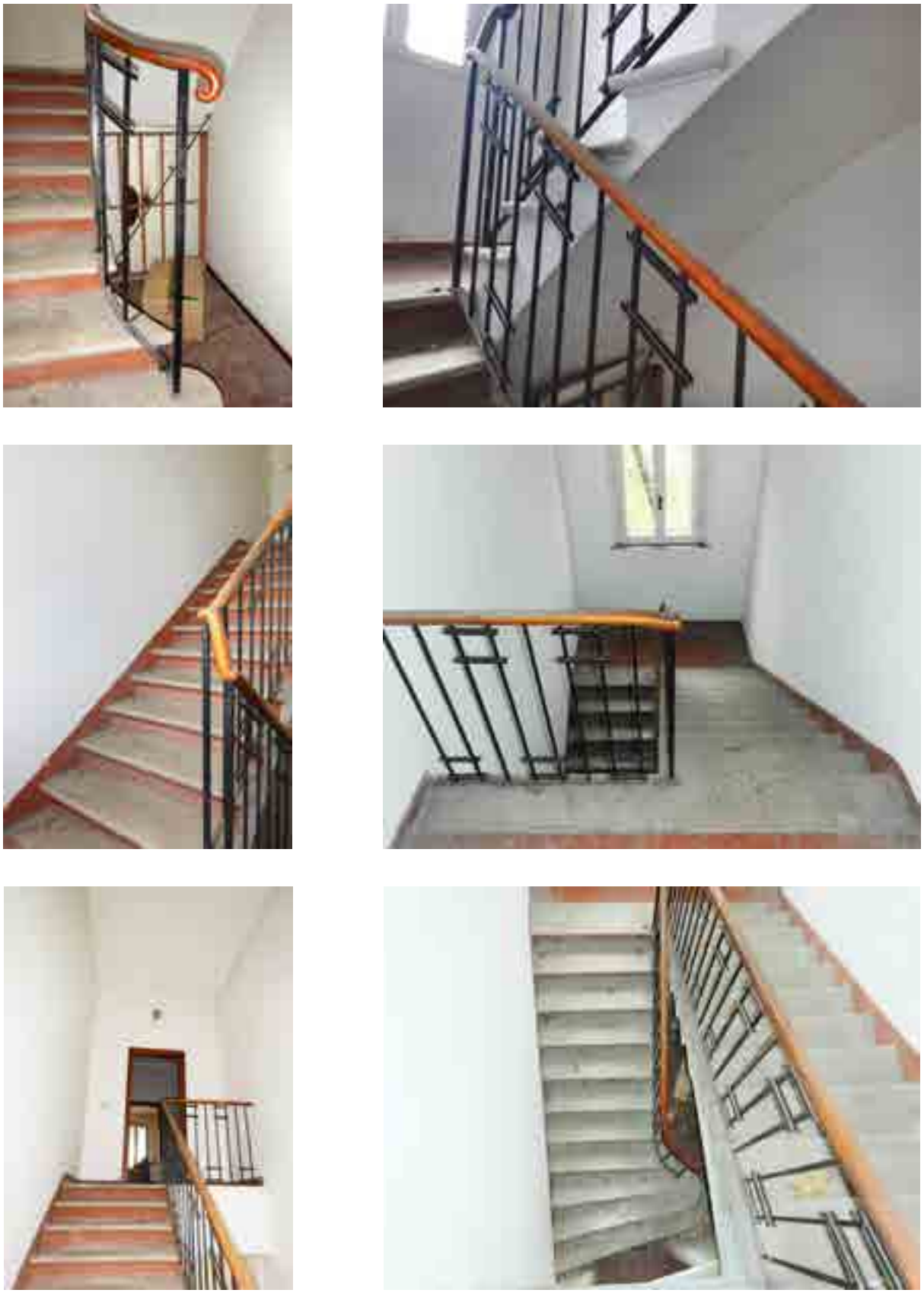


Fig. 5.2 – Analisi fotografica dello stato di fatto della scala esistente.

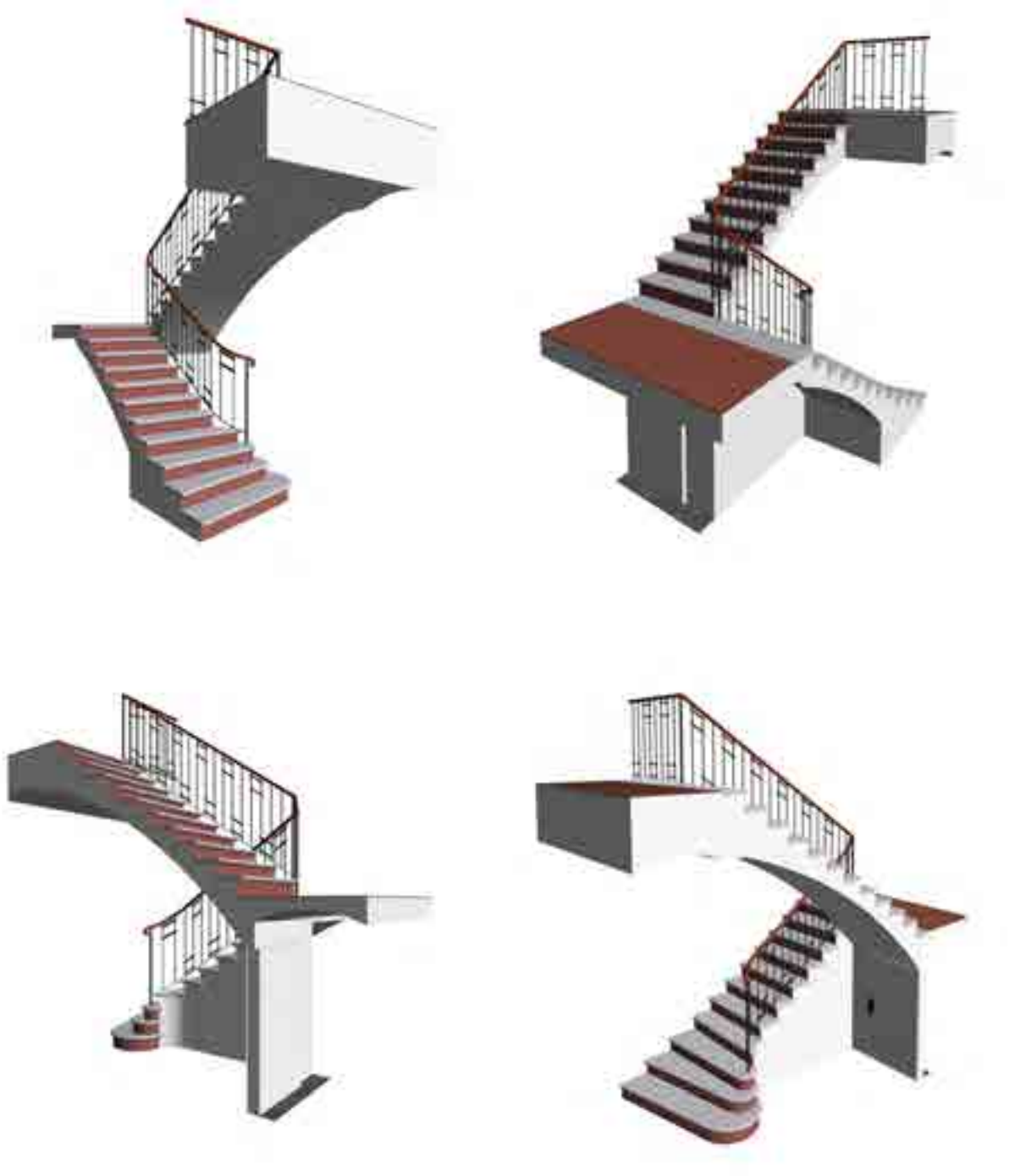


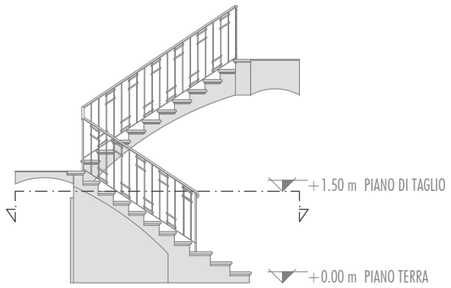
Fig. 5.3 – Viste del modello 3D della scala esistente con visualizzazione realistica.

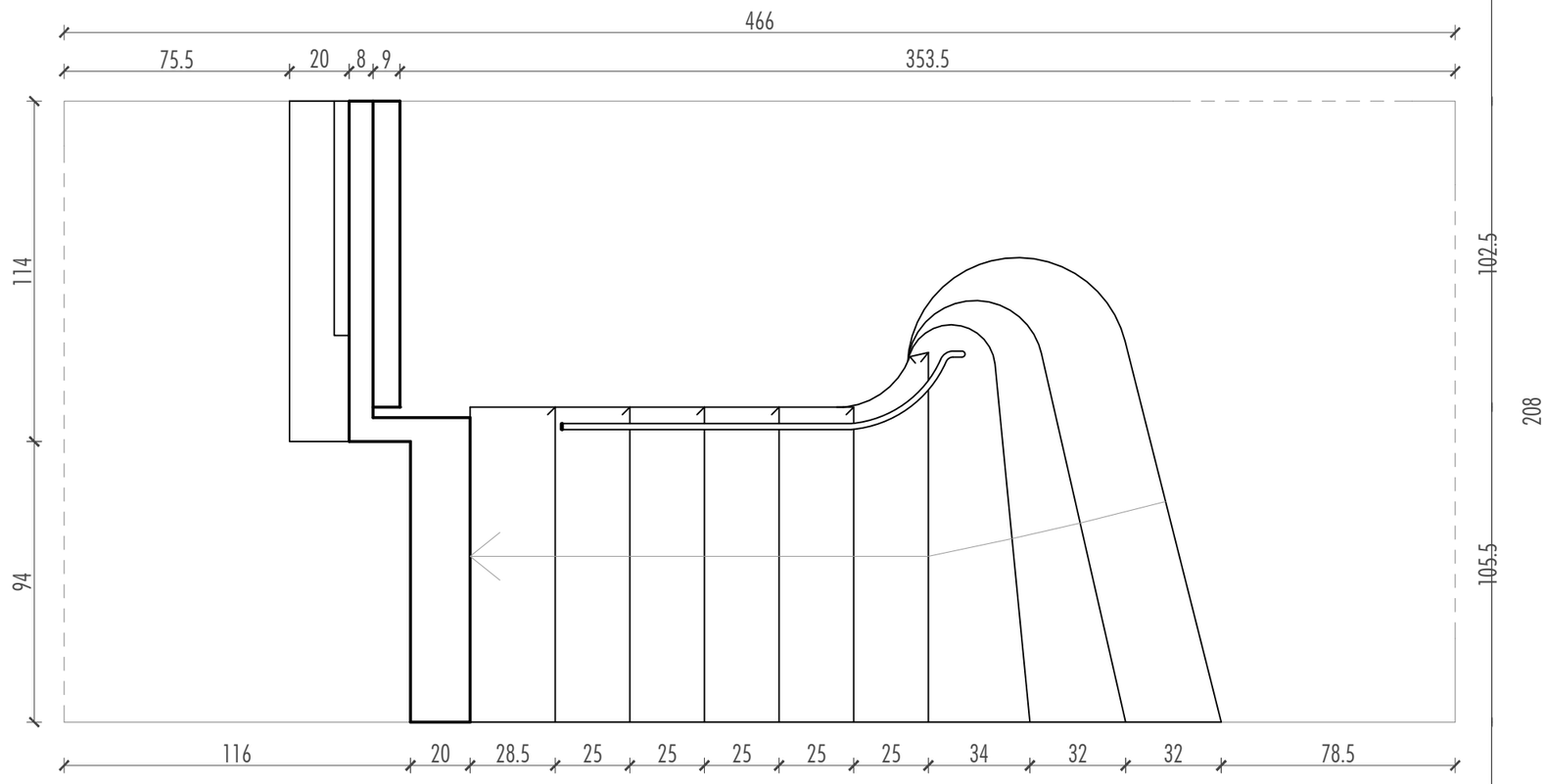
PIANTA PIANO TERRA SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO



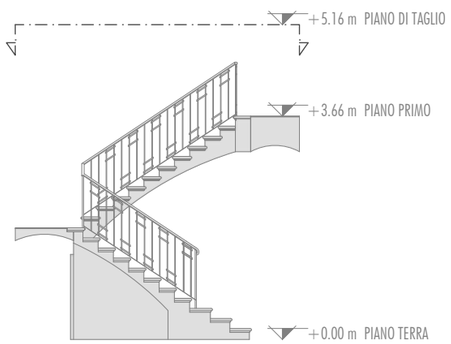


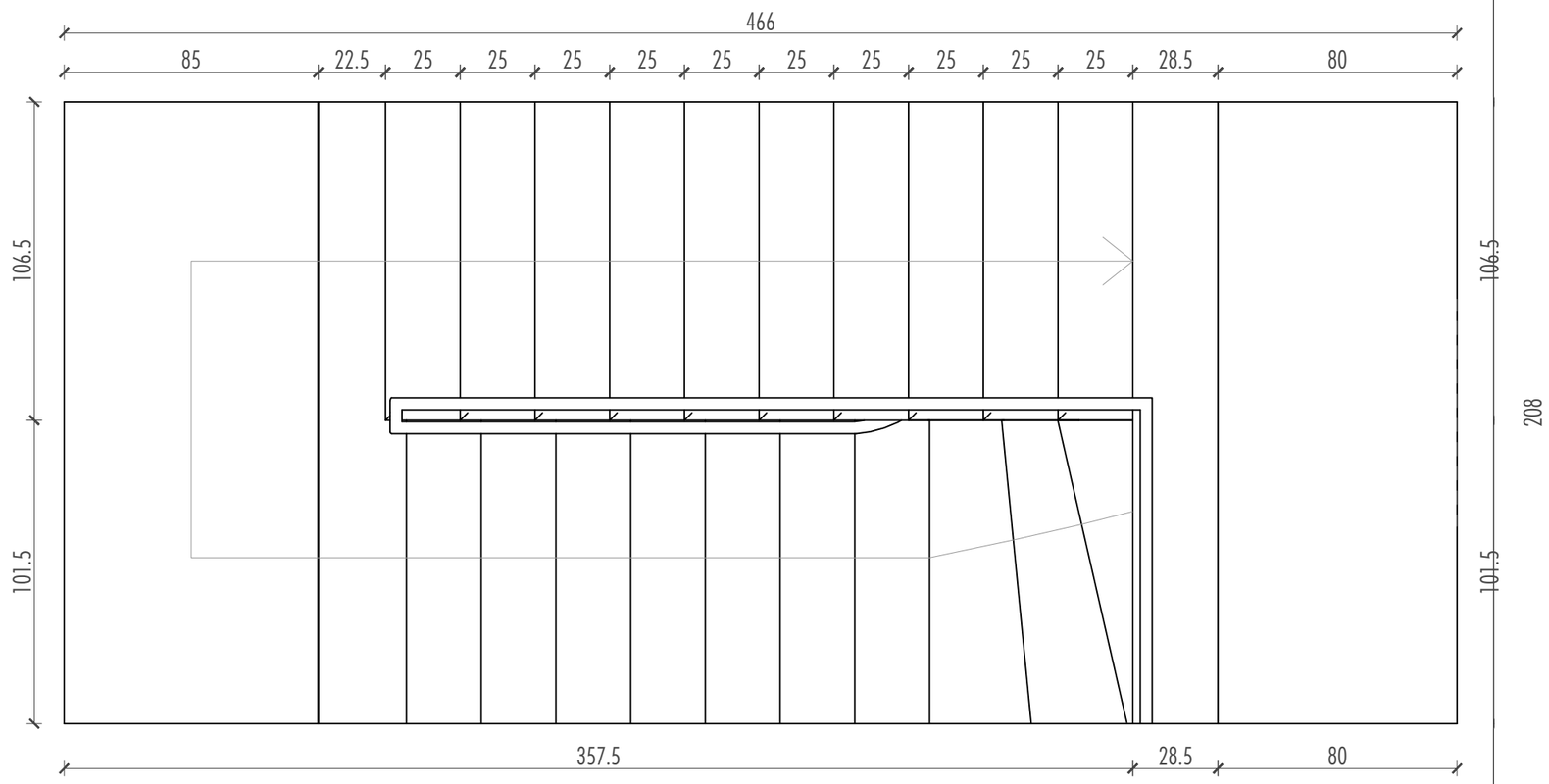
PIANTA PIANO PRIMO SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO
PARTICOLARE SCALA ESISTENTE

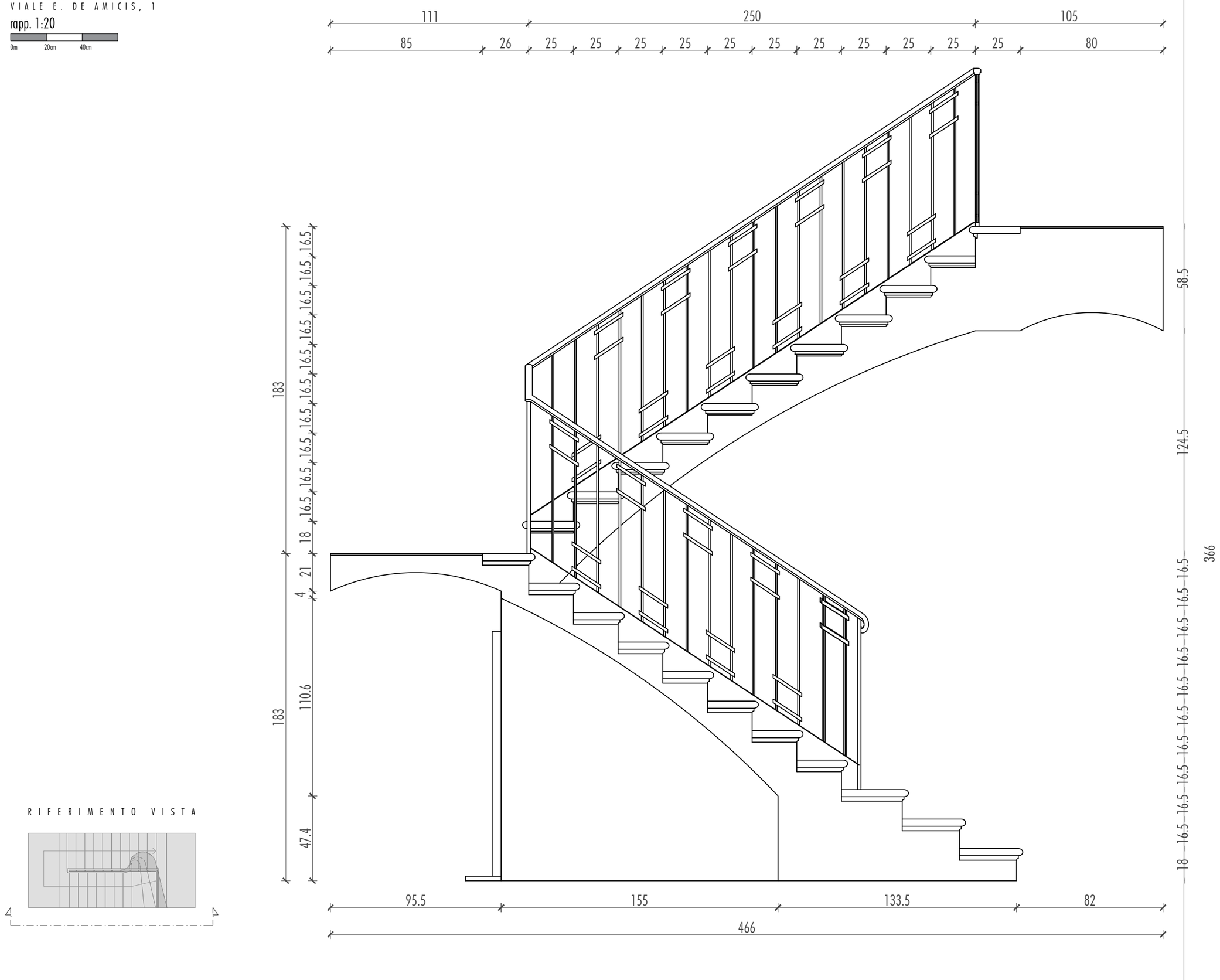
TAVOLA
s01

PROSPETTO SUD SCALA

VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm



RIFERIMENTO VISTA

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI FATTO

PARTICOLARE SCALA ESISTENTE

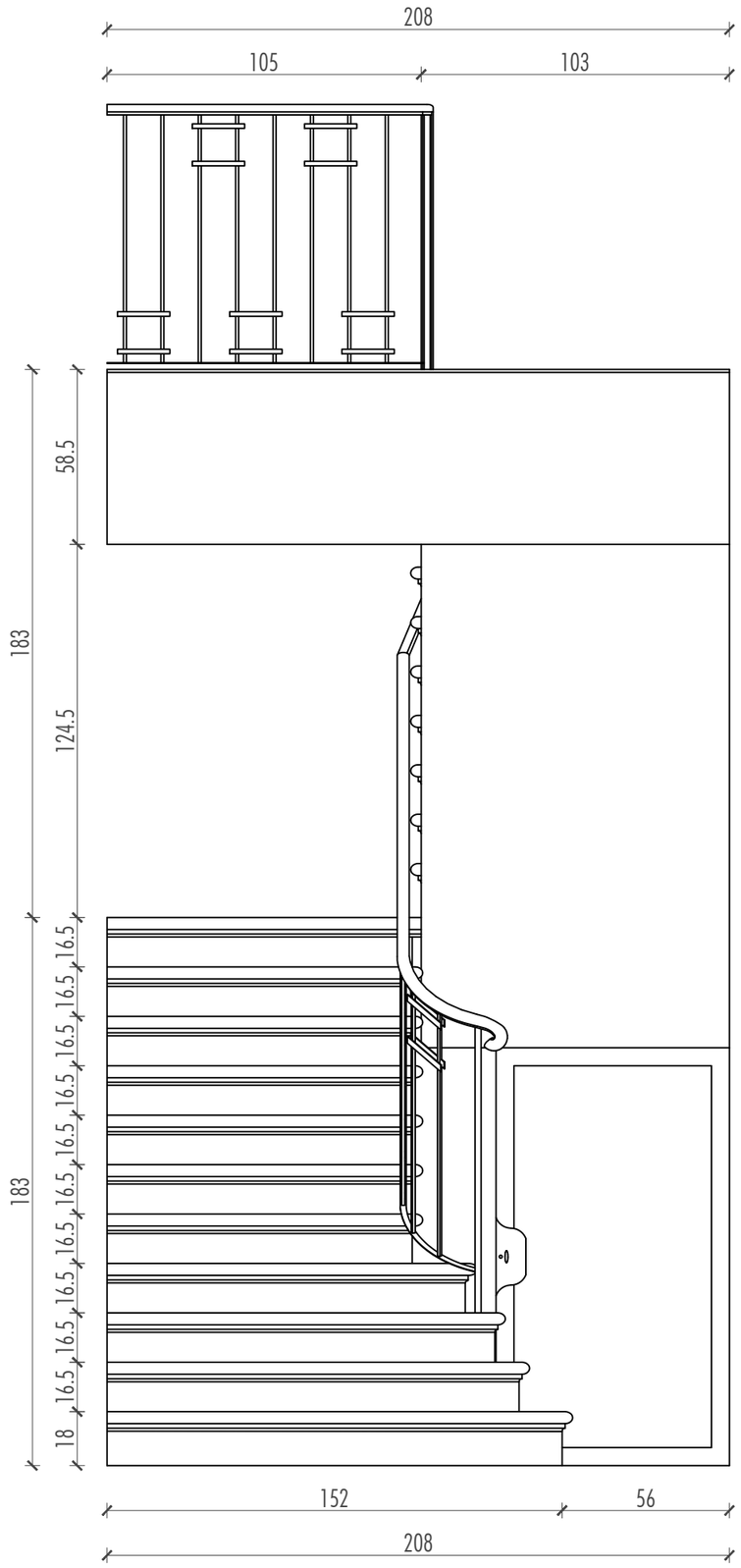
TAVOLA

s02

PROSPETTO EST SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

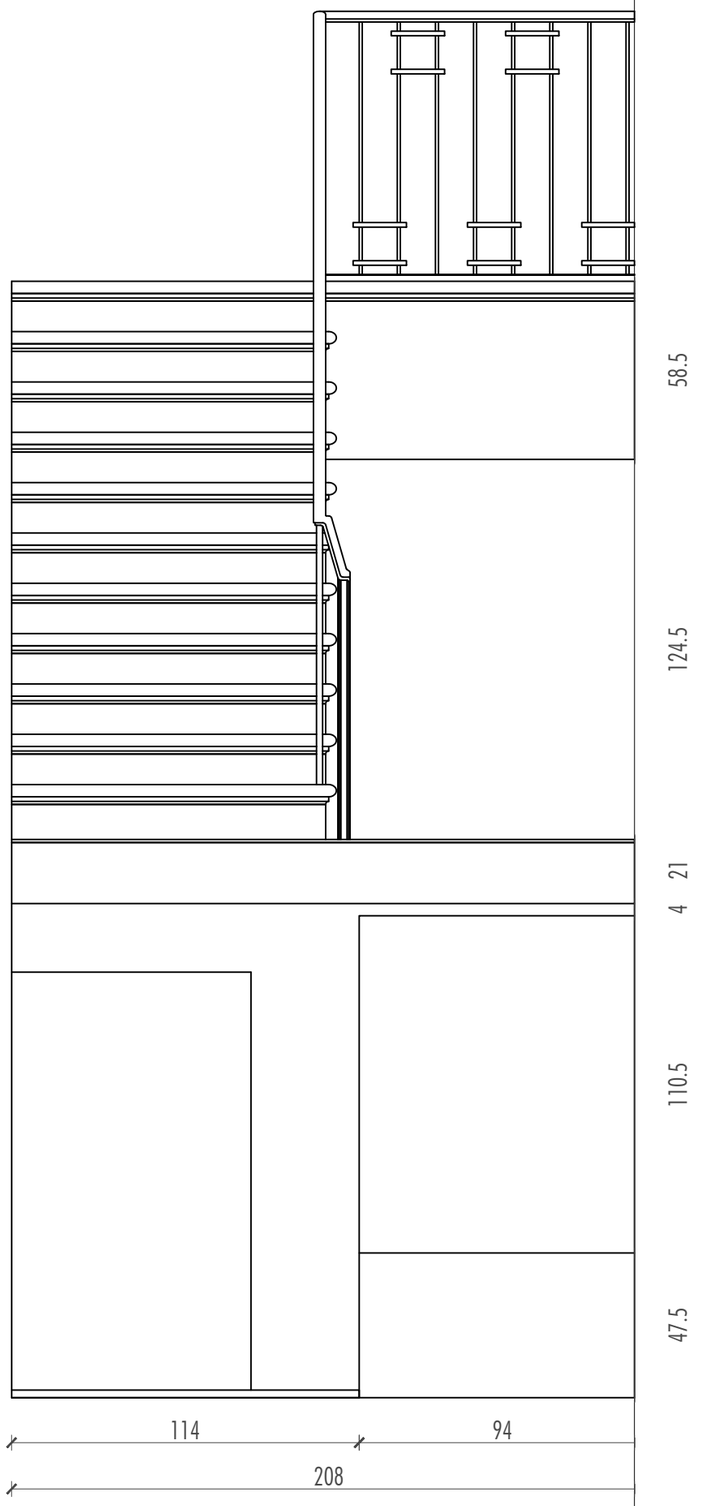
0m 20cm 40cm



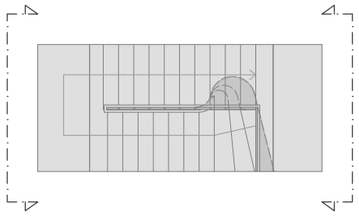
PROSPETTO OVEST SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm



RIFERIMENTO VISTE



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

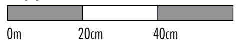
STATO DI FATTO

PARTICOLARE SCALA ESISTENTE

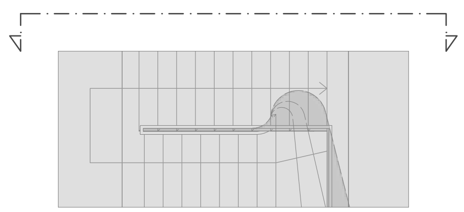
TAVOLA

S03

PROSPETTO NORD SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1
rapp. 1:20



RIFERIMENTO VISTA



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

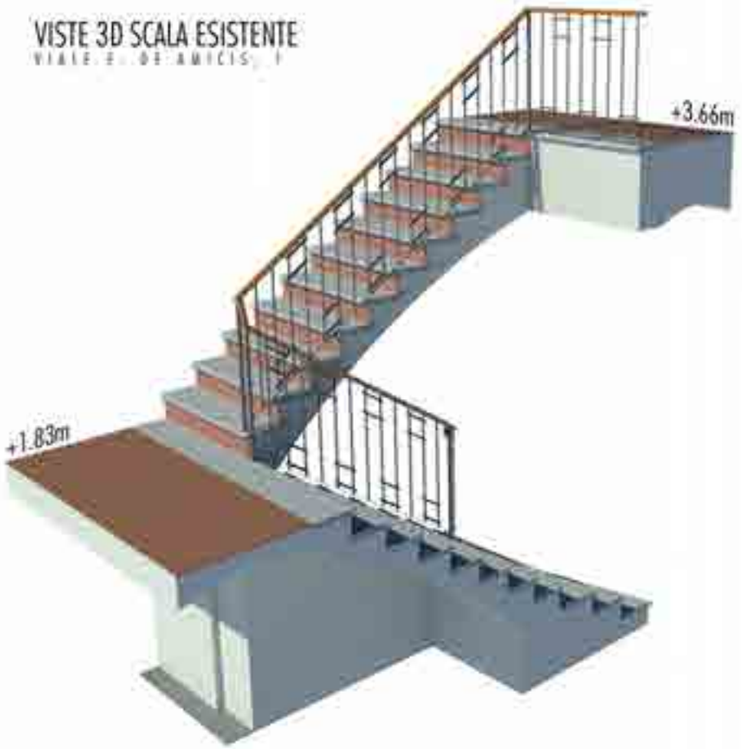
VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

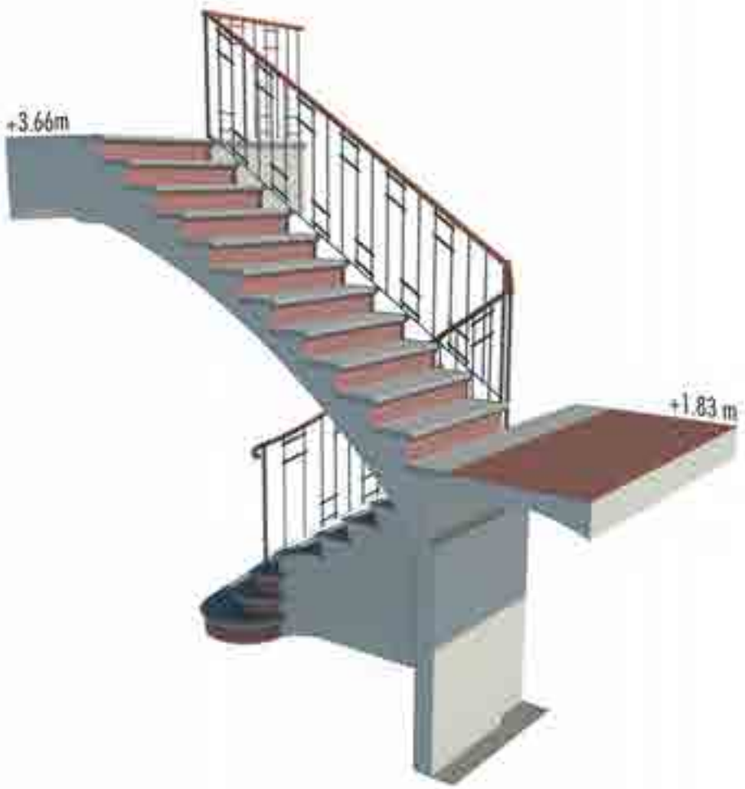
STATO DI FATTO
PARTICOLARE SCALA ESISTENTE

TAVOLA
S04

VISTE 3D SCALA ESISTENTE

VIALE F. DE AMICIS, 1





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

PARTICOLARE SCALA ESISTENTE

TAVOLA
S05

5.2 Descrizione progetto scala

La tipologia di scala utilizzata per il progetto di collegamento tra il Piano Primo e il Piano Secondo è in cemento armato con soletta rampante e gradini riportati.
Il progetto prevede la realizzazione di una rampa con partenza dal pianerottolo del Piano Primo, un pianerottolo di interpiano, una seconda rampa e il pianerottolo di arrivo a livello del Piano Secondo.
Per garantire la continuità estetico-architettonica con la scala esistente tutti gli elementi vengono replicati e adattati il più possibile alla struttura portante di progetto, nel rispetto di limiti e delle norme attualmente vigenti.

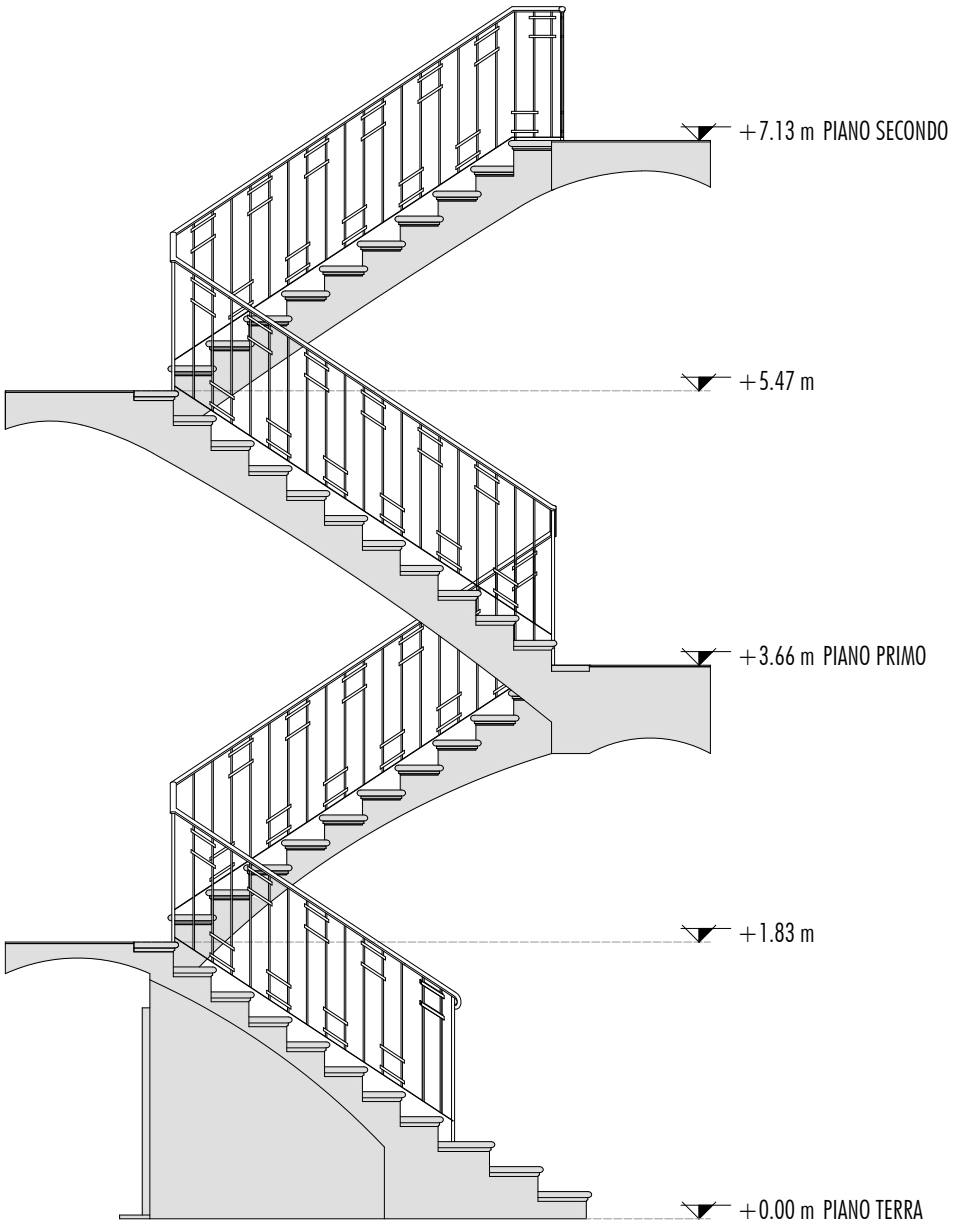


Fig. 5.4 – Prospetto Sud del progetto della scala completa di collegamento tra il piano primo e secondo.

Si riportano di seguito le piante, i prospetti e le viste del modello 3D del collegamento progettato.

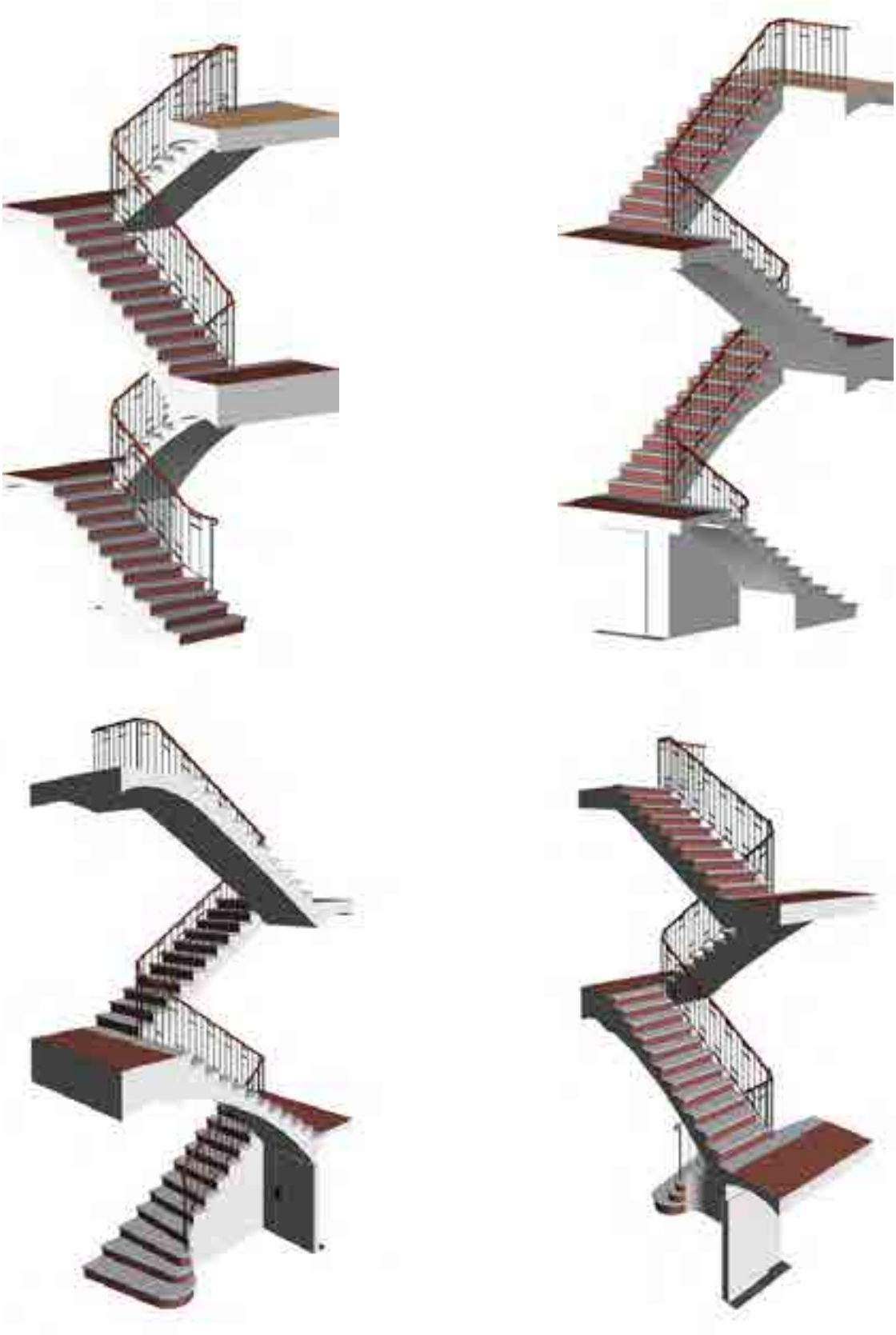


Fig. 5.5 – Viste del modello 3D del progetto della scala con visualizzazione realistica.

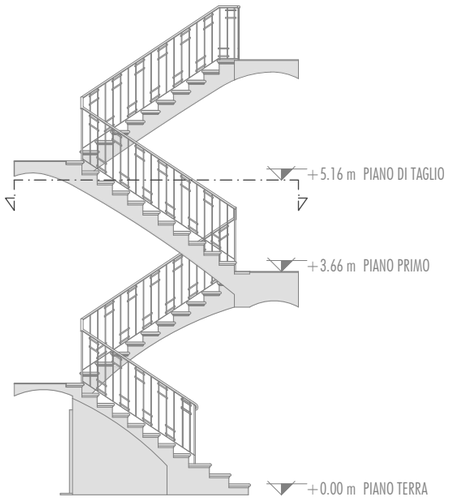
PIANTA PIANO PRIMO SCALA

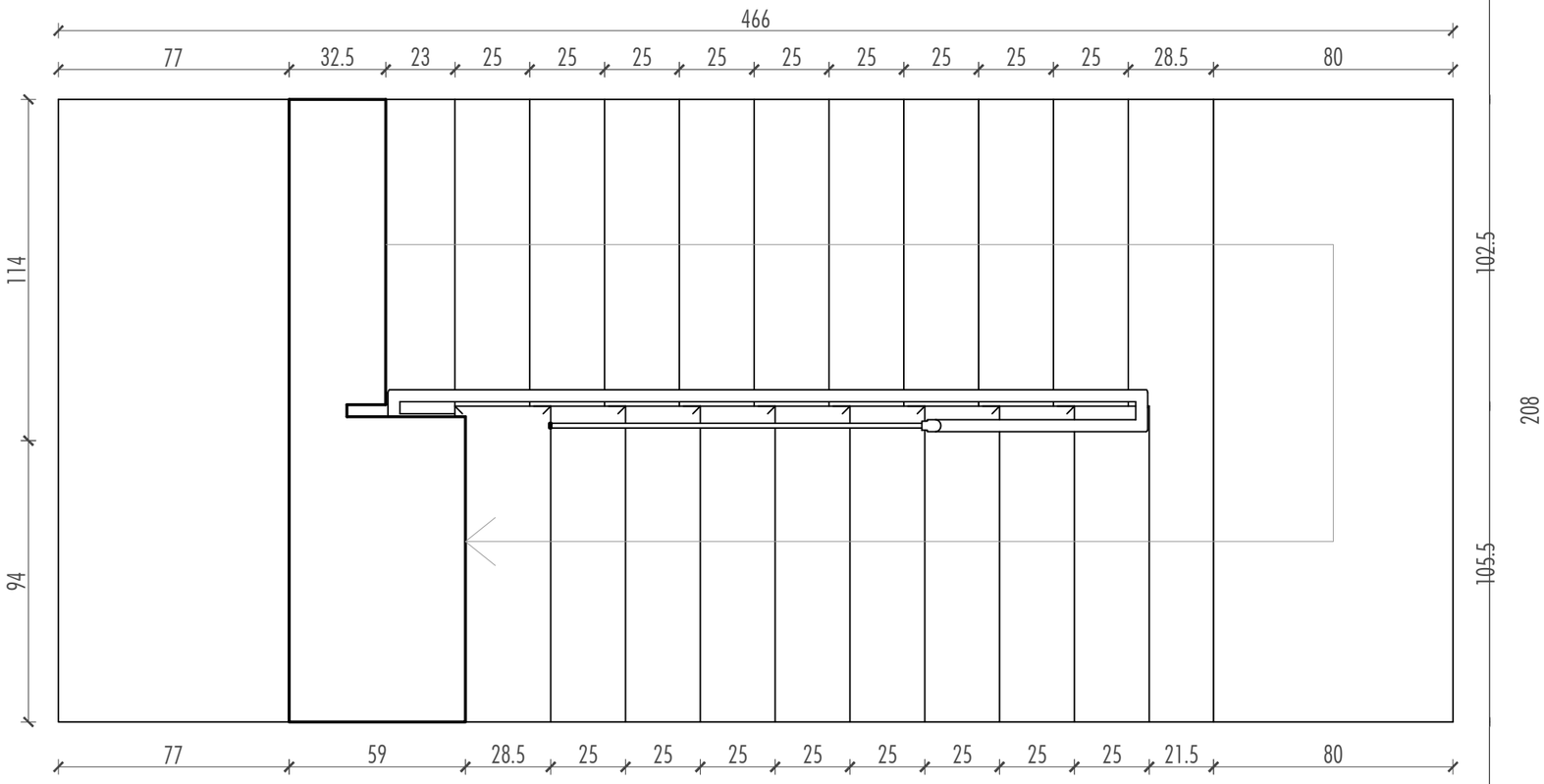
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO





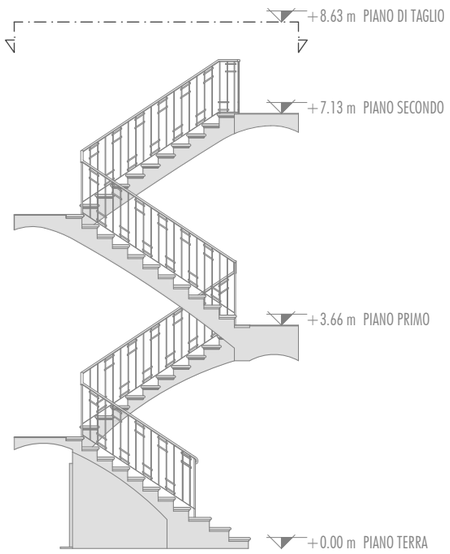
PIANTA PIANO SECONDO SCALA

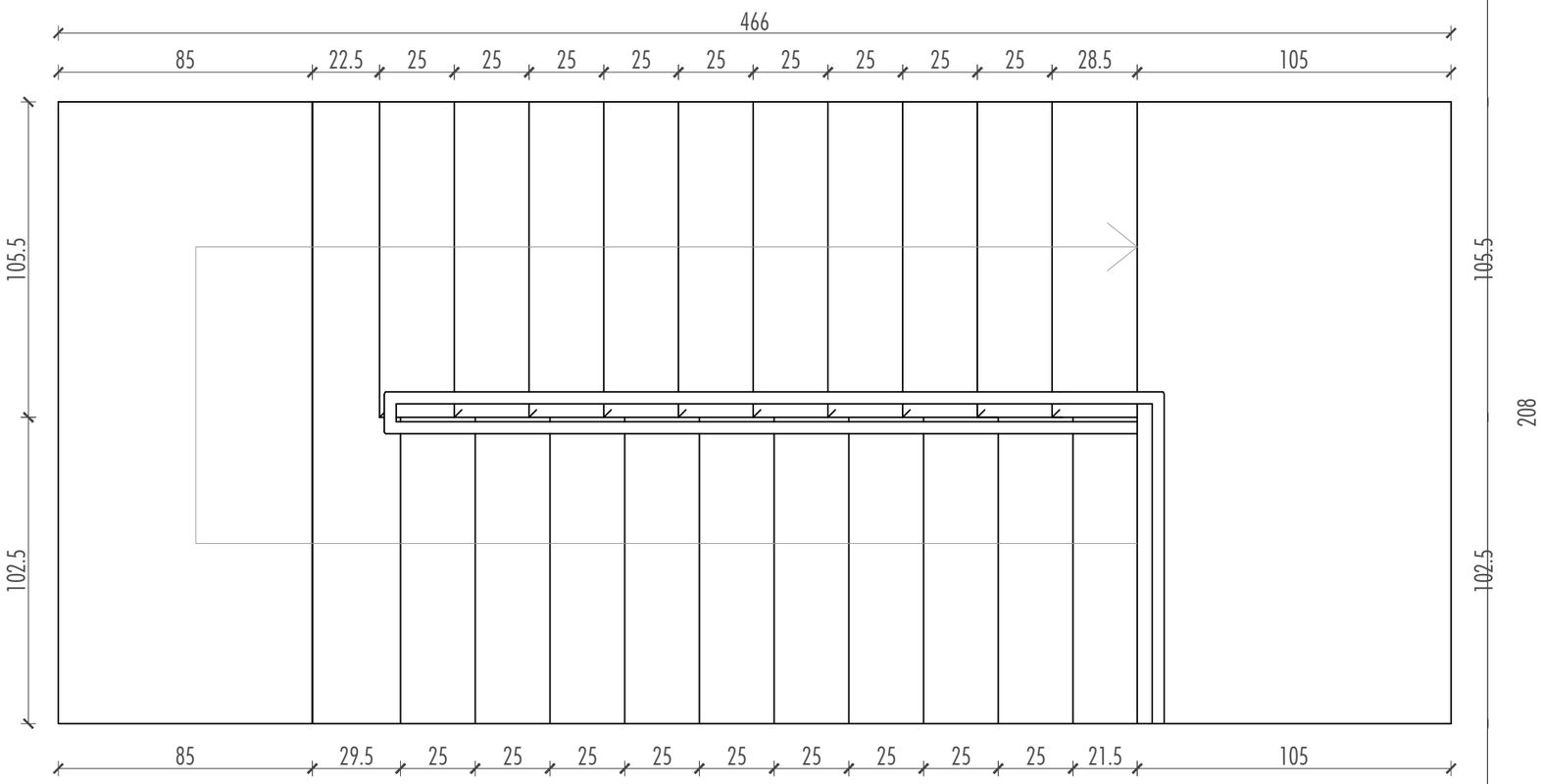
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm

RIFERIMENTO PIANO DI TAGLIO





UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

PARTICOLARE PROGETTO SCALA

TAVOLA

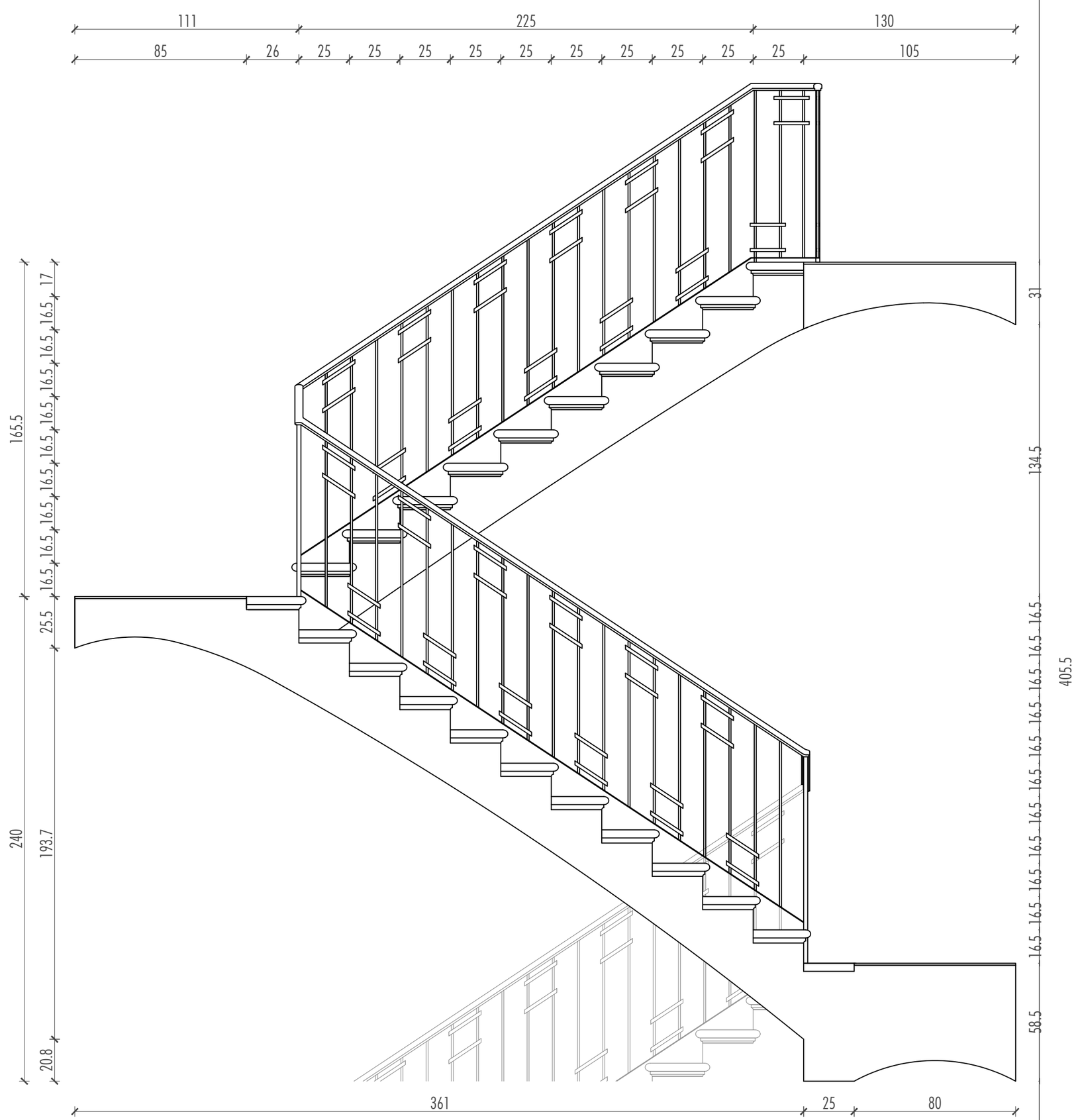
SP01

PROSPETTO SUD PROGETTO SCALA

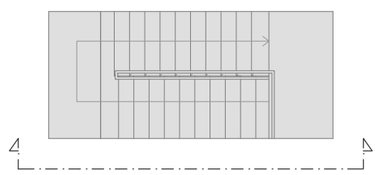
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm



RIFERIMENTO VISTA



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI

MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA

CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.

ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

PARTICOLARE PROGETTO SCALA

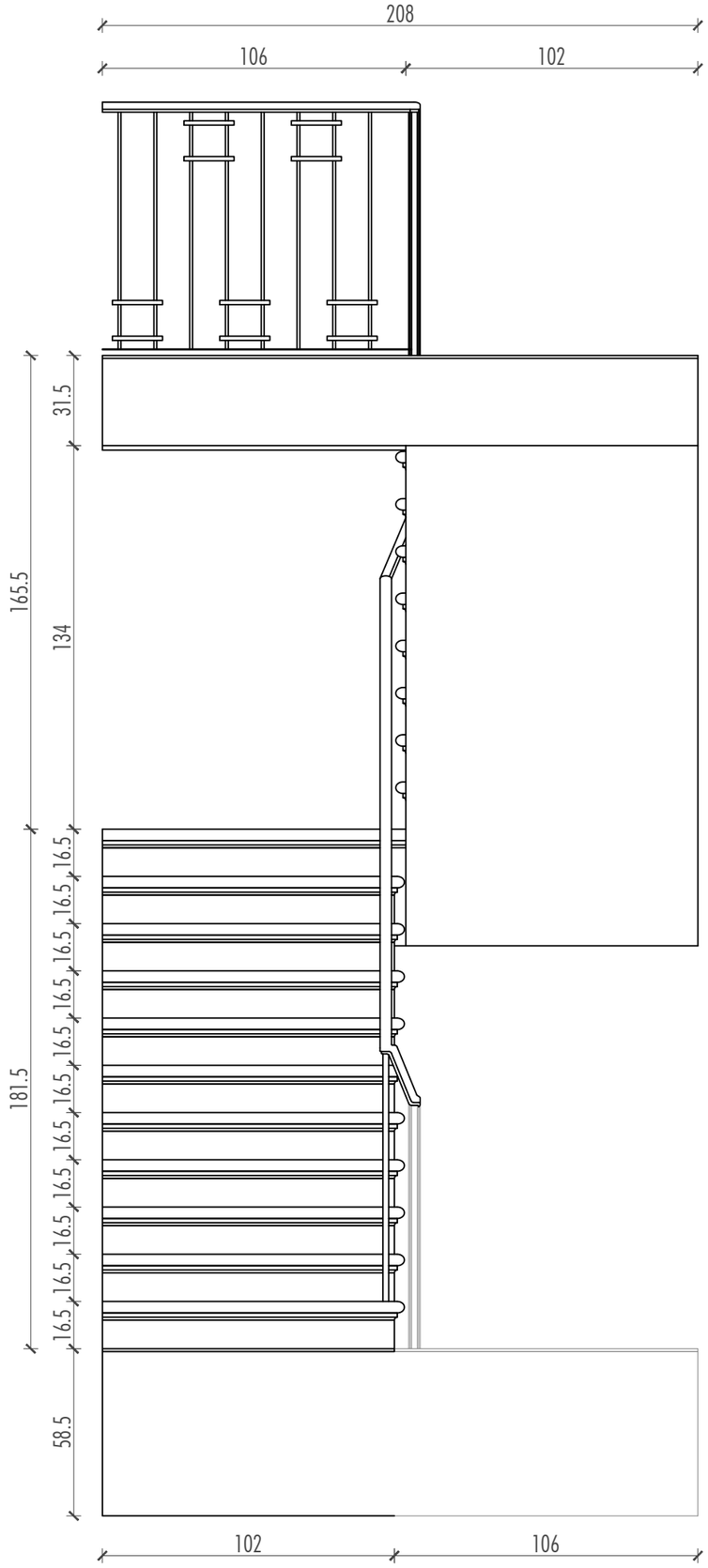
TAVOLA

SP02

PROSPETTO EST PROGETTO SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

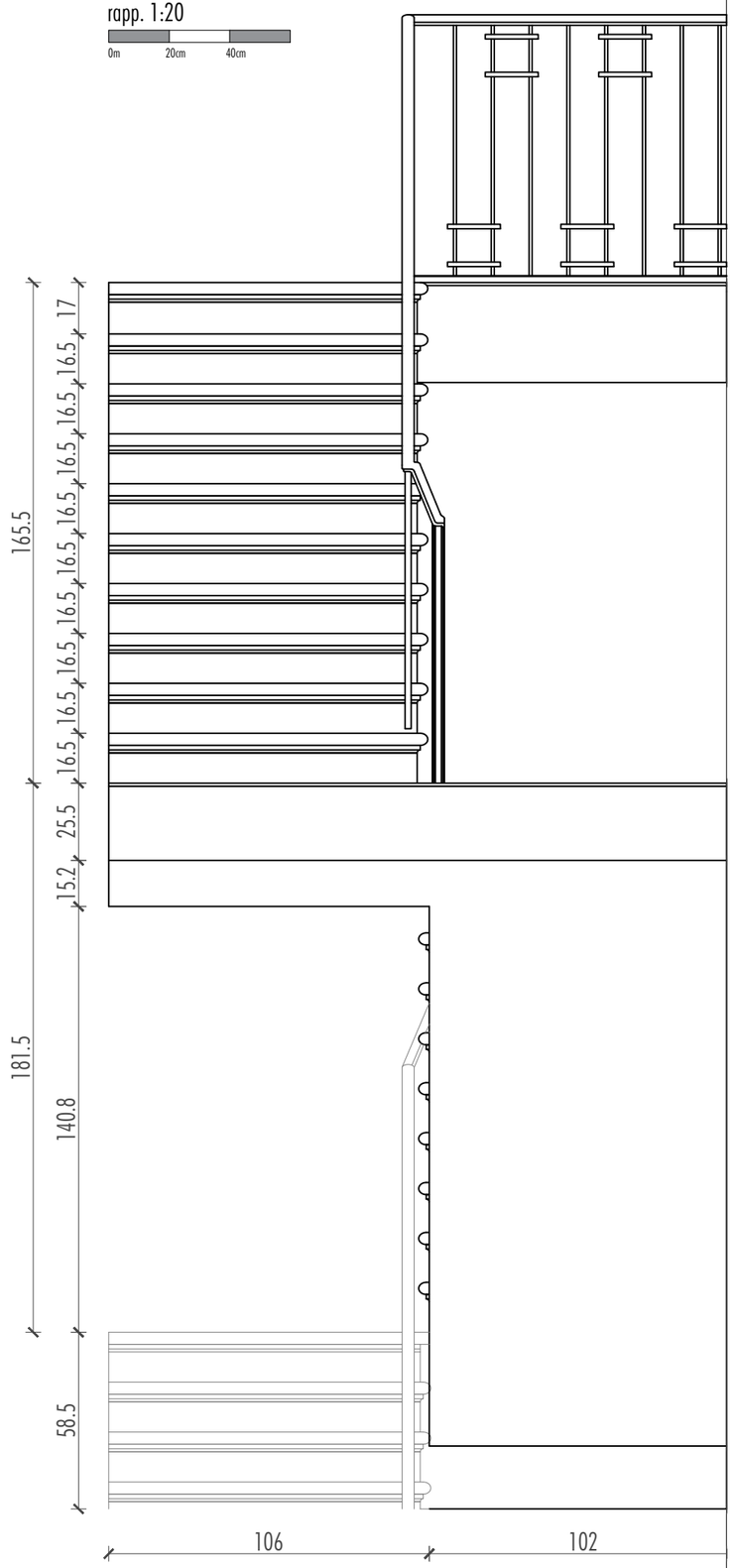
0m 20cm 40cm



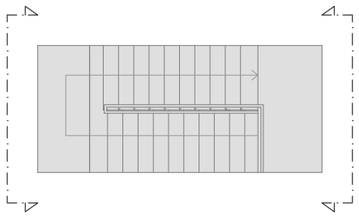
PROSPETTO OVEST PROGETTO SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm



RIFERIMENTO VISTE



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO
PARTICOLARE PROGETTO SCALA

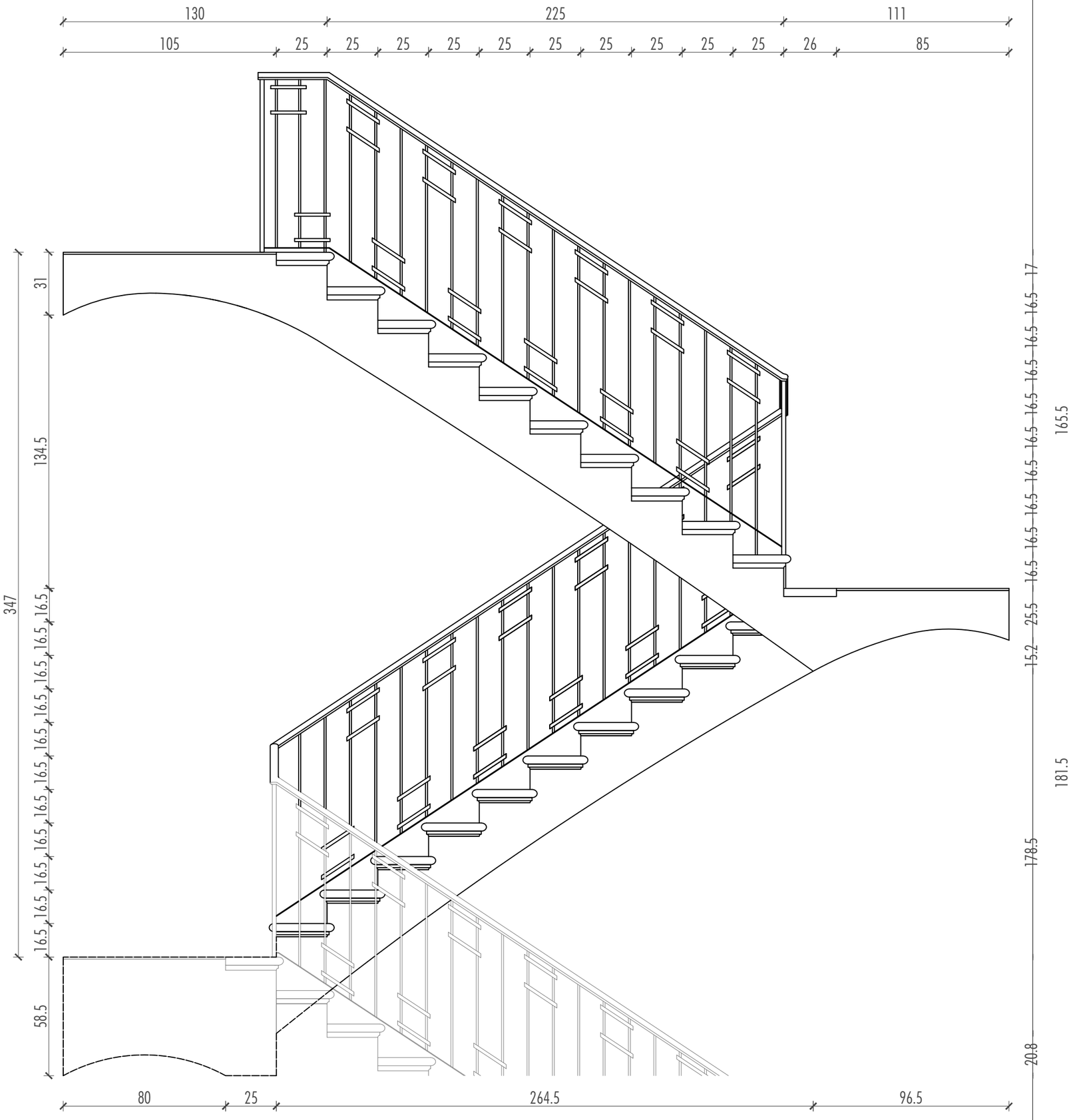
TAVOLA
SP03

PROSPETTO NORD PROGETTO SCALA

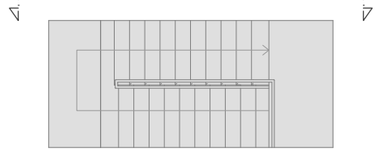
VIALE E. DE AMICIS, 1

rapp. 1:20

0m 20cm 40cm



RIFERIMENTO VISTA



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

STATO DI PROGETTO

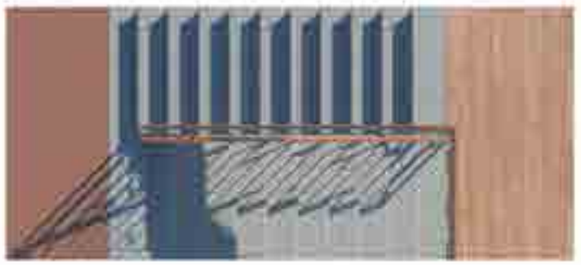
PARTICOLARE PROGETTO SCALA

TAVOLA

SP04

VISTE 3D PROGETTO SCALA

VIALE E. DE AMICIS, 1



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

PARTICOLARE PROGETTO SCALA

TAVOLA
SP05

5.3 Caratteristiche dei materiali

Conglomerato cementizio

La classe del calcestruzzo che s'intende utilizzare è C25/30, per la quale di seguito si espongono i valori caratteristici.

$R_{ck} = 30\ MPa$

$f_{ck} = 0,83 * R_{ck} = 24,9\ MPa$

La resistenza a compressione di progetto per il materiale preso in esame vale:

$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 14,11\ MPa$

dove

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo pari ad 1,5;

α_{cc} è il coefficiente che tiene conto dei fenomeno di viscosità del conglomerato a lungo termine e vale 0,85.

La resistenza media cilindrica vale:

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32,9\ MPa$

La resistenza media a trazione semplice del calcestruzzo vale:

$f_{ctm} = 0,48 * \sqrt{R_{ck}} = 2,63\ N/mm^2$

dalla quale è possibile ricavare la resistenza a trazione semplice di design per le verifiche agli stati limite ultimi:

f_{ctk} *(valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5%)* $= 0,7 f_{ctm} = 1,84\ N/mm^2$

$f_{ctd} = 1,84 / 1,5 = 1,23\ N/mm^2$

Il modulo elastico istantaneo del calcestruzzo viene determinato in sede di progettazione con la relazione:

$E_{cm} = 22000 * [(f_{ck} + 8)/10)]^{0,3} = 31447,16\ N/mm^2$

Il coefficiente di contrazione trasversale di Poisson è 0,2.

Il coefficiente di dilatazione termica α si assume pari a $10*10^{-6}\ °C^{-1}$.

La deformazione ultima a rottura del calcestruzzo è:

$\varepsilon_{cu} = 3,5$ ‰

Acciaio

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C, è caratterizzato dai seguenti valori delle tensioni caratteristiche di snervamento (f_{yk}) e di progetto (f_{yd}):

$f_{yk} = 450\ MPa$

$f_{sk} = 540\ MPa$

La resistenza di progetto per acciaio B450C è ottenuta dalla seguente espressione:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,3\ MPa$

$\gamma_s = 1,15$

Il modulo elastico vale:

$E_s = 206000\ MPa$

Allungamento caratteristico a rottura:

$\varepsilon_{uyd} = 7,5$ ‰

Allungamento allo snervamento:

ε_{syd} = *1,96 ‰*

Aderenza Acciaio – Cls e Ancoraggio

La tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo f_{bd}, considerando calcestruzzo C25/30, si determinata con la formula:

$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$

dove:

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1,5;

f_{bk} è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:

$f_{bk} = 2{,}25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk}$

in cui

$\eta_1 = \eta_2 = 1{,}0$ per barre di diametro $\varphi \leq 32$ mm ed essendo $f_{ctd} = 1{,}23$ N/mm^2;

$\eta = (132 - \varphi)/100$ per barre di diametro superiore.

Nel caso di armature molto addensate o ancoraggi in zona di calcestruzzo teso, la resistenza di aderenza va ridotta, dividendola almeno per 1,5.

5.4 Dimensionamento rampe e pianerottoli

La sezione delle rampe è composta da una soletta in calcestruzzo armato di spessore 12 cm e getti di calcestruzzo alleggerito sagomato a gradini di altezza 16,5 cm, sulla cui pedata poggiano lastre di granito di spessore 4 cm.
L'intradosso della soletta è costituito da uno spessore ridotto e variabile di calcestruzzo per creare la sagoma della volta rampante, rivestito da un strato di intonaco calce-cemento di spessore 1 cm, così come anche le alzate e il profilo laterale.
La larghezza totale di ogni singola rampa è di 102 cm, compreso l'intonaco del profilo laterale (105,5 cm considerando la stondatura sporgente della pedata).

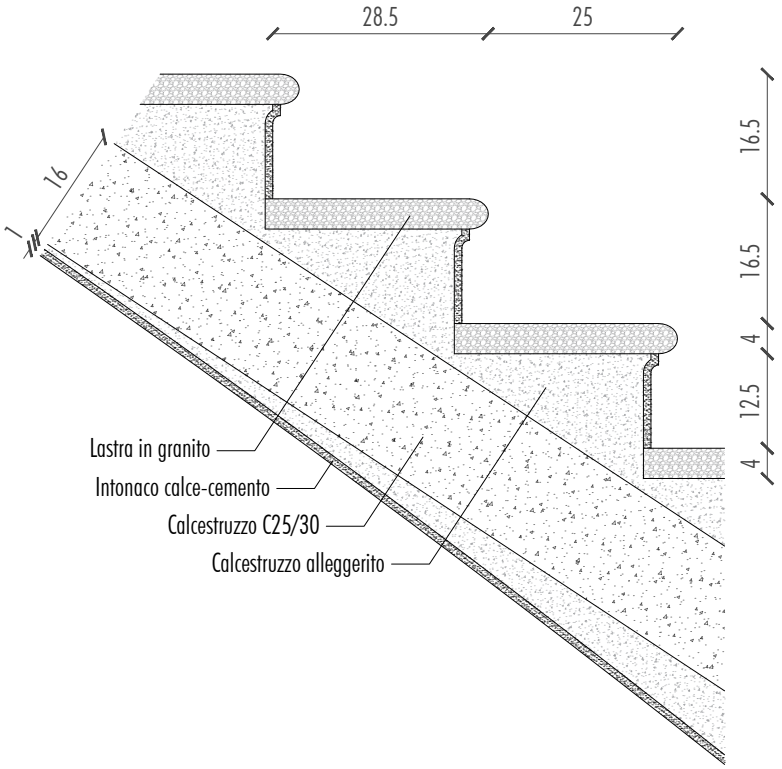


Fig. 5.6 – Sezione trasversale della rampa.

La sezione del *pianerottolo* è composta dalle sezioni delle due rampe affiancate, poste a distanza di 6 cm l'una dall'altra, per un totale di 101+ 6 + 101 = 208 cm.

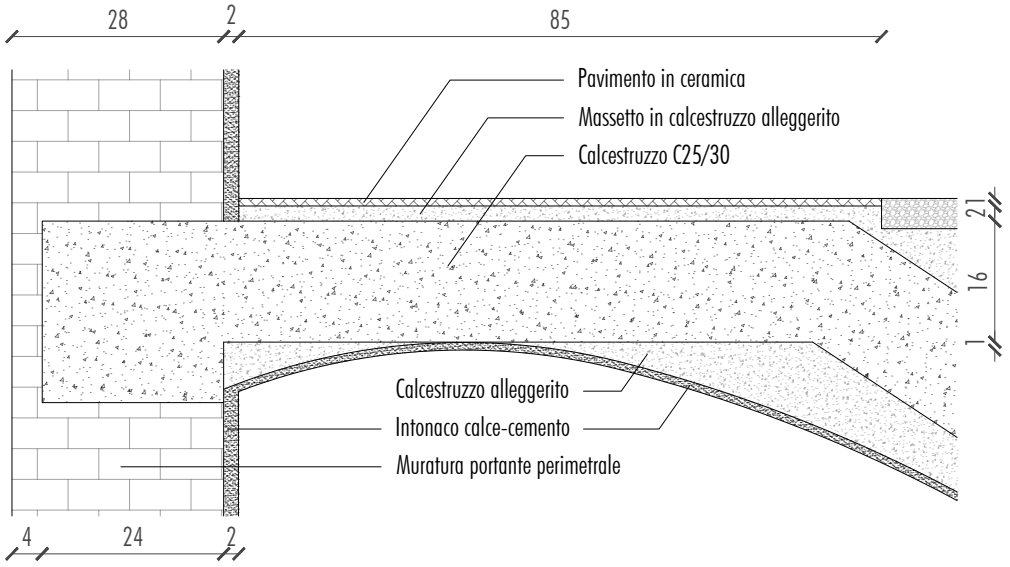


Fig. 5.7 – Sezione trasversale del pianerottolo.

Il progetto prevede la partenza della prima rampa in coincidenza del pianerottolo del primo piano esistente e per rendere quindi solidale il collegamento tra le solette in cemento armato si intendono realizzare ferri di ripresa di getto post-installati.
Secondo il metodo Hilti Hit Rebar per distanze dal bordo che rispettano i limiti da normativa le barre post-installate raggiungono resistenze anche maggiori rispetto ai ferri gettati in opera, garantendo un comportamento monolitico della struttura finale.
L'analisi delle sollecitazioni si effettua quindi considerando uno schema statico monolitico, con quatto nodi collegati da un singolo elemento di soletta continua a doppio ginocchio.

5.5 Analisi dei carichi

5.5.1 Carichi permanenti

Seppur la parte strutturale della soletta è comune a tutta la scala, i carichi gravanti sulle rampe e sui pianerottoli sono differenti.
Data la geometria particolare con spessori non costanti, si calcolano i volumi esatti e il peso specifico di ciascun materiale per ricavare i pesi totali degli elementi e riportarli poi come carichi distribuiti a metro lineare.
In base al rilievo architettonico si possono preventivamente approssimare le lunghezze dei pianerottoli e delle rampe che comporranno lo schema statico.

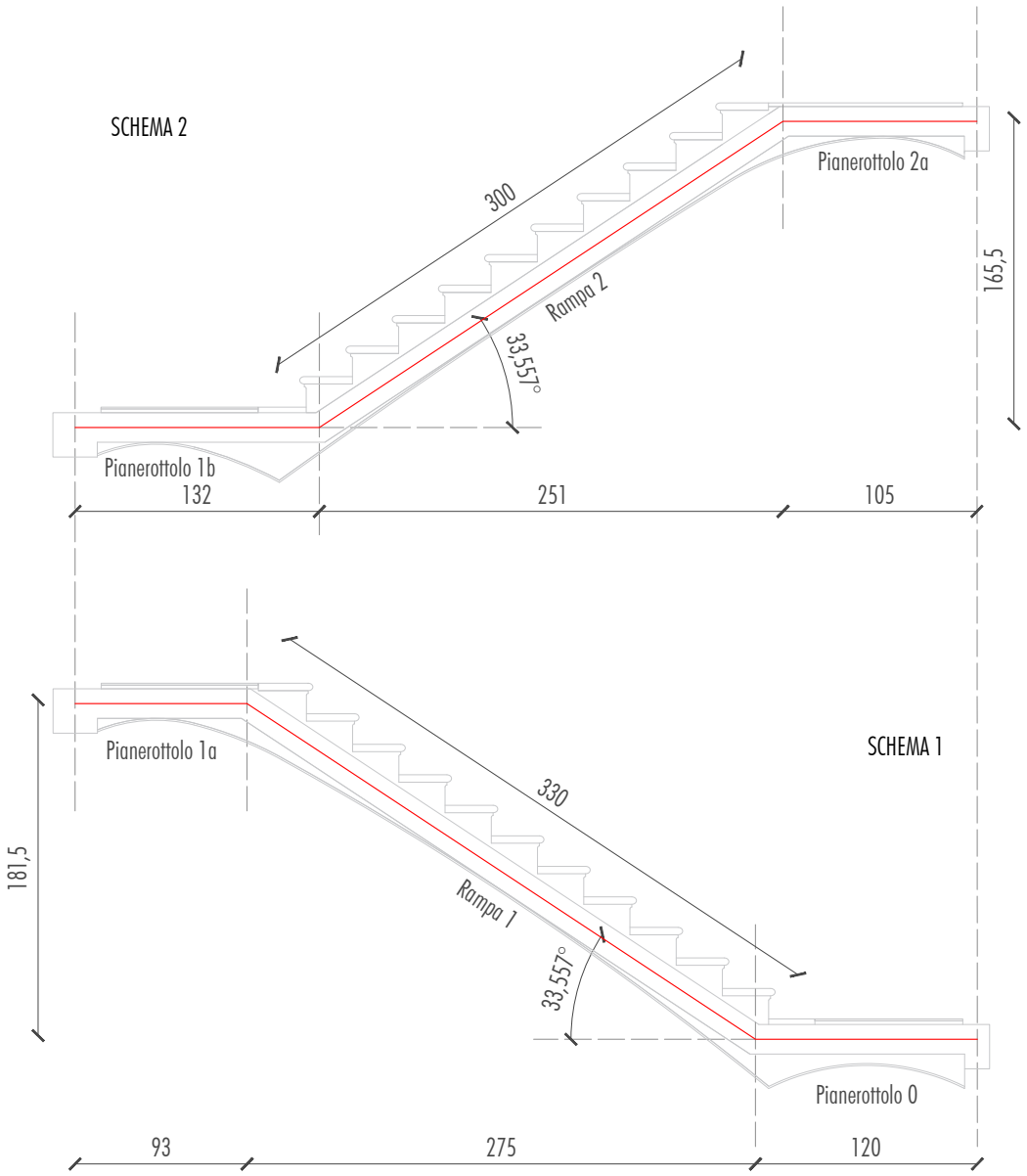
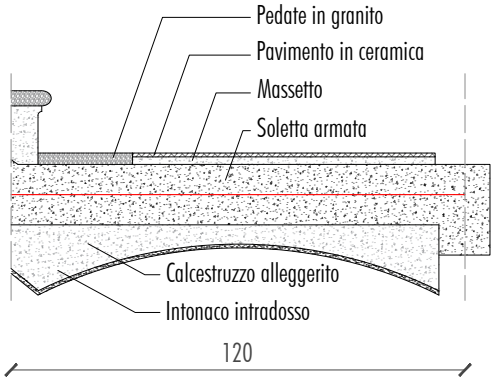


Fig. 5.8 – Schema statico 1 e schema statico 2 con relative quote e suddivisioni.

Pianerottolo 0

Per il pianerottolo di partenza già esistente si considerano i carichi ipotizzati dalla stratigrafia rilevata con soletta in calcestruzzo armato di circa 12 cm. La geometria dei restanti materiali si ipotizza identica a quella delle parti progettate.



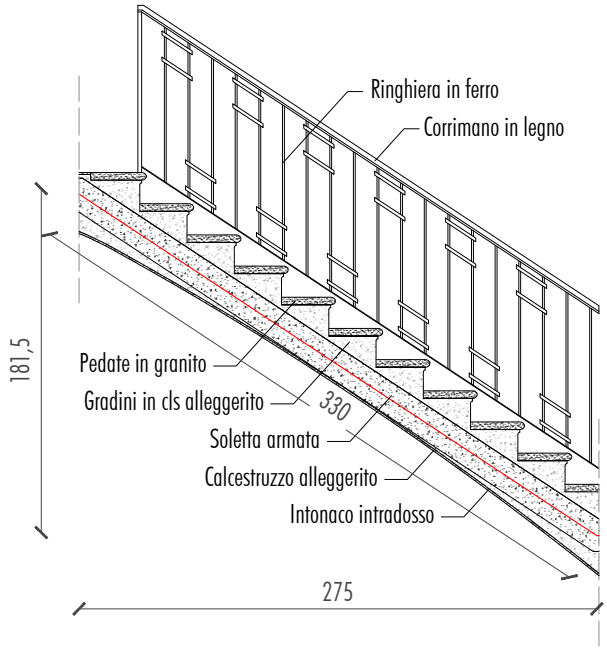
Soletta armata	Area sezione soletta =	0,192	m^2	
	Larghezza soletta =	1,01	m	
	Volume soletta =	0,193	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3	
	Peso soletta =	4,848	kN	
	Peso distribuito soletta =	**4,04**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,20 m)
Calcestruzzo alleggerito	Area sezione getto =	0,054	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,055	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo =	14	kN/m^3	
	Peso getto =	0,786	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,640**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,20 m)
Massetto	Area sezione getto =	0,016	m^2	
	Larghezza getto getto =	1,01	m	
	Volume getto getto =	0,016	m^3	
	Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
	Peso getto =	0,226	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,188**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,20 m)

Pavimento	Area sezione pavimento =	0,008	m^2	
	Larghezza pavimento =	1,01	m	
	Volume pavimento =	0,008	m^3	
	Peso specifico pavimento =	20	kN/m^3	
	Peso pavimento =	0,160	kN	
	Peso distribuito pavimento =	**0,133**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,20 m)
Pedate granito	Area sezione pedate =	0,011	m^2	
	Larghezza pedate =	1,055	m	
	Volume pedate =	0,012	m^3	
	Peso specifico granito =	27	kN/m^3	
	Peso pedate =	0,327	kN	
	Peso distribuito pedate =	**0,272**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,20 m)
Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,011	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,011	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,198	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,165**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,20 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Pianerottolo 0 =	**4,04**	**kN/m**
Peso non strutturale Pianerottolo 0 =	**1,398**	**kN/m**

Rampa 1



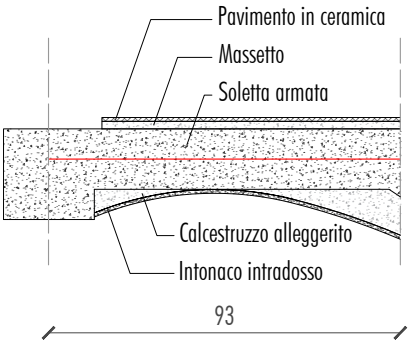
Soletta armata	Area sezione soletta =	0,528	m^2	
	Larghezza soletta =	1,01	m	
	Volume soletta =	0,533	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3	
	Peso soletta =	13,33	kN	
	Peso distribuito soletta =	**4,04**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)
Calcestruzzo alleggerito	Area sezione getto =	0,094	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,094	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo =	25	kN/m^3	
	Peso getto =	2,361	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,715**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)
Gradini cls alleggerito	Area sezione getto gradini =	0,287	m^2	
	Larghezza getto gradini =	1,01	m	
	Volume getto gradini =	0,290	m^3	
	Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
	Peso gradini =	4,057	kN	
	Peso distribuito gradini =	**1,229**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)

Pedate granito	Area sezione pedate =	0,119	m^2	
	Larghezza pedate =	1,055	m	
	Volume pedate =	0,126	m^3	
	Peso specifico granito =	27	kN/m^3	
	Peso pedate =	3,395	kN	
	Peso distribuito pedate =	**1,029**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)
Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,033	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,034	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,612	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,185**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)
Intonaco profilo	Area profilo intonaco =	0,642	m^2	
	Larghezza intonaco =	0,01	m	
	Volume getto =	0,006	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,116	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,035**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)
Ringhiera	Volume ringhiera =	0,003	m^3	
	Peso specifico ferro =	77,25	kN/m^3	
	Peso ringhiera =	0,264	kN	
	Peso distribuito ringhiera =	**0,080**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)
Corrimano	Volume corrimano =	0,004	m^3	
	Peso specifico legno =	7	kN/m^3	
	Peso corrimano =	0,029	kN	
	Peso distribuito corrimano =	**0,009**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,30 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Rampa 1 =	**4,04**	**kN/m**
Peso non strutturale Rampa 1 =	**3,282**	**kN/m**

Pianerottolo 1a



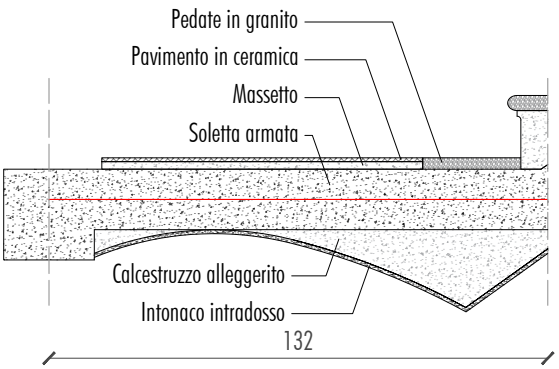
Soletta armata	Area sezione soletta =	0,149	m^2	
	Larghezza soletta =	1,01	m	
	Volume soletta =	0,150	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3	
	Peso soletta =	3,76	kN	
	Peso distribuito soletta =	**4,04**	**kN/m**	(lungo l'asse di 0,93 m)
Calcestruzzo alleggerito	Area sezione getto =	0,028	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,028	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo =	25	kN/m^3	
	Peso getto =	0,712	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,766**	**kN/m**	(lungo l'asse di 0,93 m)
Massetto	Area sezione getto =	0,016	m^2	
	Larghezza getto getto =	1,01	m	
	Volume getto getto =	0,016	m^3	
	Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
	Peso getto =	0,223	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,240**	**kN/m**	(lungo l'asse di 0,93 m)
Pavimento	Area sezione pavimento =	0,008	m^2	
	Larghezza pavimento =	1,01	m	
	Volume pavimento =	0,008	m^3	

	Peso specifico pavimento =	20	kN/m^3	
	Peso pavimento =	0,160	kN	
	Peso distribuito pavimento =	**0,172**	**kN/m**	(lungo l'asse di 0,93 m)
Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,008	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,009	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,162	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,174**	**kN/m**	(lungo l'asse di 0,93 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Pianerottolo 1a =	**4,04**	**kN/m**
Peso non strutturale Pianerottolo 1a =	**1,352**	**kN/m**

Pianerottolo 1b



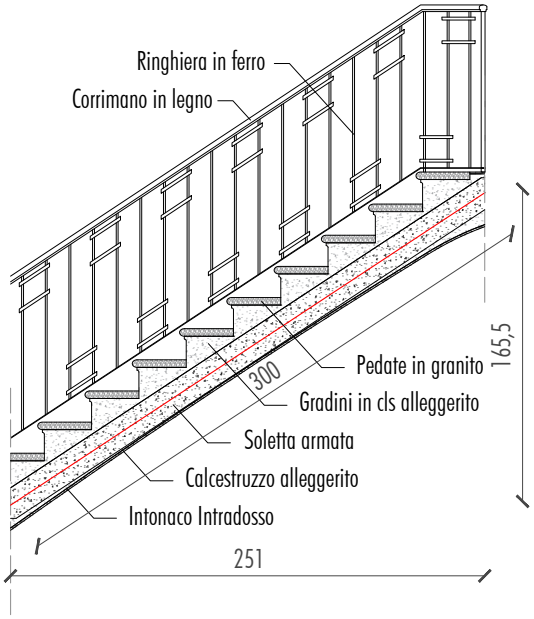
Soletta armata	Area sezione soletta =	0,212	m^2	
	Larghezza soletta =	1,07	m	
	Volume soletta =	0,226	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3	
	Peso soletta =	5,66	kN	
	Peso distribuito soletta =	**4,288**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)
Calcestruzzo alleggerito	Area sezione getto =	0,083	m^2	
	Larghezza getto =	1,07	m	
	Volume getto =	0,088	m^3	
	Peso specifico calcestruzzo =	25	kN/m^3	
	Peso getto =	2,209	kN	
	Peso distribuito getto =	**1,674**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)
Massetto	Area sezione getto =	0,017	m^2	
	Larghezza getto getto =	1,07	m	
	Volume getto getto =	0,018	m^3	
	Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
	Peso getto =	0,255	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,193**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)
Pavimento	Area sezione pavimento =	0,008	m^2	
	Larghezza pavimento =	1,07	m	
	Volume pavimento =	0,009	m^3	

	Peso specifico pavimento =	20	kN/m^3	
	Peso pavimento =	0,171	kN	
	Peso distribuito pavimento =	**0,130**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)
Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,013	m^2	
	Larghezza getto =	1,07	m	
	Volume getto =	0,014	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,252	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,191**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)
Pedate granito	Area sezione pedate =	0,008	m^2	
	Larghezza pedate =	1,07	m	
	Volume pedate =	0,009	m^3	
	Peso specifico granito =	27	kN/m^3	
	Peso pedate =	0,237	kN	
	Peso distribuito pedate =	**0,179**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)
Cls alleggerito gradino	Area sezione getto =	0,011	m^2	
	Larghezza getto getto =	1,01	m	
	Volume getto getto =	0,011	m^3	
	Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
	Peso getto =	0,157	kN	
	Peso distribuito getto =	**0,119**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,32 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Pianerottolo 1b =	**4,288**	**kN/m**
Peso non strutturale Pianerottolo 1b =	**2,459**	**kN/m**

Rampa 2



Soletta armata

Area sezione soletta =	0,480	m^2	
Larghezza soletta =	1,01	m	
Volume soletta =	0,485	m^3	
Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3	
Peso soletta =	12,12	kN	
Peso distribuito soletta =	**4,04**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)

Calcestruzzo alleggerito

Area sezione getto =	0,041	m^2	
Larghezza getto =	1,01	m	
Volume getto =	0,041	m^3	
Peso specifico calcestruzzo =	25	kN/m^3	
Peso getto =	1,03	kN	
Peso distribuito getto =	**0,343**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)

Gradini cls alleggerito

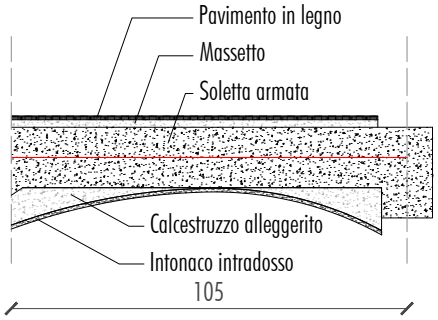
Area sezione getto gradini =	0,262	m^2	
Larghezza getto gradini =	1,01	m	
Volume getto gradini =	0,264	m^3	
Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
Peso gradini =	3,7	kN	
Peso distribuito gradini =	**1,233**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)

Pedate granito	Area sezione pedate =	0,108	m^2	
	Larghezza pedate =	1,055	m	
	Volume pedate =	0,114	m^3	
	Peso specifico granito =	27	kN/m^3	
	Peso pedate =	3,076	kN	
	Peso distribuito pedate =	**1,025**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)
Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,030	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,030	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,540	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,180**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)
Intonaco profilo	Area profilo intonaco =	0,629	m^2	
	Larghezza intonaco =	0,01	m	
	Volume getto =	0,006	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,108	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,036**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)
Ringhiera	Volume ringhiera =	0,003	m^3	
	Peso specifico ferro =	77,25	kN/m^3	
	Peso ringhiera =	0,240	kN	
	Peso distribuito ringhiera =	**0,080**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)
Corrimano	Volume corrimano =	0,004	m^3	
	Peso specifico legno =	7	kN/m^3	
	Peso corrimano =	0,027	kN	
	Peso distribuito corrimano =	**0,009**	**kN/m**	(lungo l'asse di 3,00 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Rampa 1 =	**4,04**	**kN/m**
Peso non strutturale Rampa 1 =	**2,906**	**kN/m**

Pianerottolo 2a



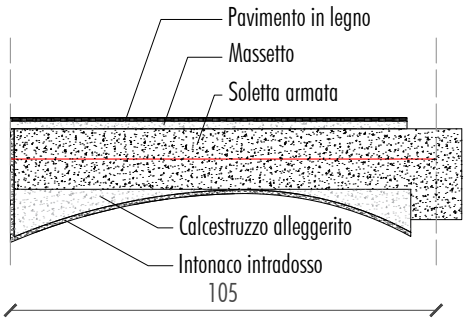
Soletta armata	Area sezione soletta =	0,168	m^2		
	Larghezza soletta =	1,01	m		
	Volume soletta =	0,170	m^3		
	Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3		
	Peso soletta =	4,242	kN		
	Peso distribuito soletta =	**4,04**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)	
Calcestruzzo alleggerito	Area sezione getto =	0,035	m^2		
	Larghezza getto =	1,01	m		
	Volume getto =	0,036	m^3		
	Peso specifico calcestruzzo =	25	kN/m^3		
	Peso getto =	0,891	kN		
	Peso distribuito getto =	**0,849**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)	
Massetto	Area sezione getto =	0,018	m^2		
	Larghezza getto getto =	1,01	m		
	Volume getto getto =	0,018	m^3		
	Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3		
	Peso getto =	0,257	kN		
	Peso distribuito getto =	**0,245**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)	
Pavimento legno	Area sezione pavimento =	0,010	m^2		
	Larghezza pavimento =	1,01	m		
	Volume pavimento =	0,010	m^3		
	Peso specifico pavimento =	10	kN/m^3		

	Peso pavimento =	0,098	kN	
	Peso distribuito pavimento =	**0,093**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)
Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,010	m^2	
	Larghezza getto =	1,01	m	
	Volume getto =	0,010	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,180	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,171**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Pianerottolo 2a =	**4,04**	**kN/m**
Peso non strutturale Pianerottolo 2a =	**1,358**	**kN/m**

Pianerottolo 2b



Soletta armata

Area sezione soletta =	0,165	m^2	
Larghezza soletta =	1,07	m	
Volume soletta =	0,176	m^3	
Peso specifico calcestruzzo armato =	25	kN/m^3	
Peso soletta =	4,41	kN	
Peso distribuito soletta =	**4,20**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)

Getto cls

Area sezione getto =	0,035	m^2	
Larghezza getto =	1,07	m	
Volume getto =	0,037	m^3	
Peso specifico calcestruzzo =	25	kN/m^3	
Peso getto =	0,944	kN	
Peso distribuito getto =	**0,899**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)

Malta cls alleggerito

Area sezione getto =	0,018	m^2	
Larghezza getto getto =	1,07	m	
Volume getto getto =	0,019	m^3	
Peso specifico cls alleggerito =	14	kN/m^3	
Peso getto =	0,273	kN	
Peso distribuito getto =	**0,260**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)

Pavimento legno

Area sezione pavimento =	0,010	m^2	
Larghezza pavimento =	1,07	m	
Volume pavimento =	0,010	m^3	
Peso specifico pavimento =	10	kN/m^3	

	Peso pavimento =	0,104	kN	
	Peso distribuito pavimento =	**0,099**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)

Intonaco Intradosso	Area sezione intonaco =	0,010	m^2	
	Larghezza getto =	1,07	m	
	Volume getto =	0,011	m^3	
	Peso specifico intonaco =	18	kN/m^3	
	Peso intonaco =	0,198	kN	
	Peso distribuito intonaco =	**0,189**	**kN/m**	(lungo l'asse di 1,05 m)

Suddividendo quindi i carichi tra strutturali e non strutturali si ottiene:

Peso strutturale Pianerottolo 2b =	**4,20**	**kN/m**
Peso non strutturale Pianerottolo 2b =	**1,437**	**kN/m**

5.5.2 Sovraccarichi

I sovraccarichi sono legati alla destinazione d'uso dell'opera, come indicato al paragrafo 3.1.4. delle NTC18.
Il valore caratteristico del sovraccarico verticale uniformemente distribuito q_k è riportato nella Tab. 3.1.II. della normativa.

Tab. 3.1.II - *Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni*

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
	Ambienti ad uso residenziale			
A	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
→	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00

Fig. 5.9 – Valori dei sovraccarichi per la categoria A, ambienti ad uso residenziale.

Si ricavano quindi i sovraccarichi accidentali in funzione della larghezza di ciascun elemento della scala:

	q_k [kN/m²]	Larghezza elemento [m]	**q_k [kN/m]**
Sovraccarico Pianerottolo 0 =	4,00	1,01	**4,04**
Sovraccarico Rampa 1 =	4,00	1,01	**4,04**
Sovraccarico Pianerottolo 1a =	4,00	1,01	**4,04**
Sovraccarico Pianerottolo 1b =	4,00	1,07	**4,28**
Sovraccarico Rampa 2 =	4,00	1,01	**4,04**
Sovraccarico Pianerottolo 2a =	4,00	1,01	**4,04**
Sovraccarico Pianerottolo 2b =	4,00	1,07	**4,28**

Si sottolinea che il valore fornito dalla normativa indica il sovraccarico da considerare sull'orizzontale. Per ottenere l'esatto valore da aggiungere sulla rampa inclinata è necessario moltiplicare per il coseno dell'angolo di inclinazione della rampa.

Si riportano di seguito gli schemi statici caricati con valori caratteristici (k):

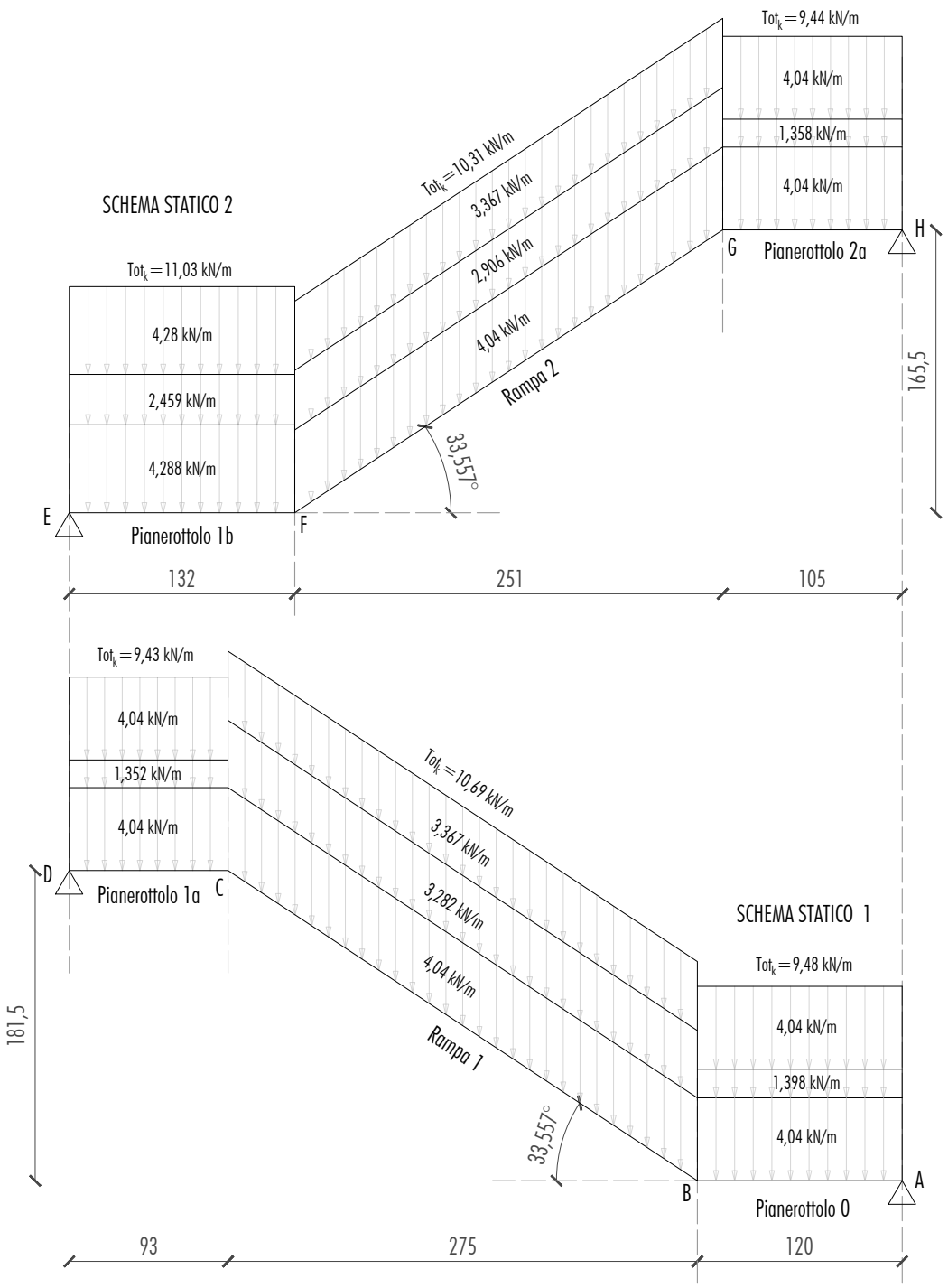


Fig. 5.10 – Schema statico 1 e schema statico 2 caricaio con valori caratteristici (k).

5.6 Analisi e Verifica della scala agli Stati Limite Ultimi

5.6.1 Analisi delle sollecitazioni

L'analisi delle sollecitazioni segue il metodo dell'analisi lineare elastica con riferimento alle combinazioni dei carichi per gli stati limite ultimi.

La combinazione fondamentale delle azioni prevista dalle NTC18 è presente nel paragrafo 2.5.3 :

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot \Psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot \Psi_{03}\cdot Q_{k3} + ... \quad (2.5.1)$$

i cui coefficienti parziali per le azioni (γ_F) sono riportati in tabella 2.6.I, mentre i coefficienti di combinazione (Ψ) nella tabella 2.5.I in funzione della categoria.

Tab. 2.6.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU*

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G_2[1]	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

[1] Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Fig. 5.11 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU.

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3

Fig. 5.12 – Coefficienti di combinazione.

Sulla base di quanto indicato dalla nota in tabella, i carichi permanenti non strutturali (G_2') si possono considerare compiutamente definiti e quindi si possono adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Di seguito si riportano i valori caratteristici, i rispettivi coefficienti parziali e i valori di design dei carichi secondo gli stati limite ultimi.

Schema statico 1

	Valori caratteristici (k)			γ_F	Valori design (d) SLU		
Pianerottolo 0	Q_k = 4,04	kN/m		1,5	Q_d = 6,06	kN/m	
	G_{2k} = 1,398	kN/m		1,3	G_{2d} = 1,82	kN/m	
	G_{1k} = 4,04	kN/m		1,3	G_{1d} = 5,25	kN/m	
	Tot_k = **9,478**	**kN/m**			Tot_d = **13,13**	**kN/m**	

	Valori caratteristici (k)			γ_F	Valori design (d) SLU		
Rampa 1	Q_k = 3,367	kN/m		1,5	Q_d = 5,05	kN/m	
	G_{2k} = 3,282	kN/m		1,3	G_{2d} = 4,27	kN/m	
	G_{1k} = 4,04	kN/m		1,3	G_{1d} = 5,25	kN/m	
	Tot_k = **10,689**	**kN/m**			Tot_d = **14,57**	**kN/m**	

	Valori caratteristici (k)			γ_F	Valori design (d) SLU		
Pianerottolo 1a	Q_k = 4,04	kN/m		1,5	Q_d = 6,06	kN/m	
	G_{2k} = 1,352	kN/m		1,3	G_{2d} = 1,76	kN/m	
	G_{1k} = 4,04	kN/m		1,3	G_{1d} = 5,25	kN/m	
	Tot_k = **9,432**	**kN/m**			Tot_d = **13,07**	**kN/m**	

Schema statico 2

	Valori caratteristici (k)			γ_F	Valori design (d) SLU		
Pianerottolo 1b	Q_k =	4,28	kN/m	1,5	Q_d =	6,42	kN/m
	G_{2k} =	2,459	kN/m	1,3	G_{2d} =	3,19	kN/m
	G_{1k} =	4,288	kN/m	1,3	G_{1d} =	5,57	kN/m
	Tot_k =	**11,027**	**kN/m**		Tot_d =	**15,18**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			γ_F	Valori design (d) SLU		
Rampa 2	Q_k =	3,367	kN/m	1,5	Q_d =	5,05	kN/m
	G_{2k} =	2,906	kN/m	1,3	G_{2d} =	3,78	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	1,3	G_{1d} =	5,25	kN/m
	Tot_k =	**10,313**	**kN/m**		Tot_d =	**14,08**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			γ_F	Valori design (d) SLU		
Pianerottolo 2a	Q_k =	4,04	kN/m	1,5	Q_d =	6,06	kN/m
	G_{2k} =	1,358	kN/m	1,3	G_{2d} =	1,76	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	1,3	G_{1d} =	5,25	kN/m
	Tot_k =	**9,438**	**kN/m**		Tot_d =	**13,07**	**kN/m**

Si riportano di seguito gli schemi statici caricati con valori di design secondo gli stati limite ultimi (SLU):

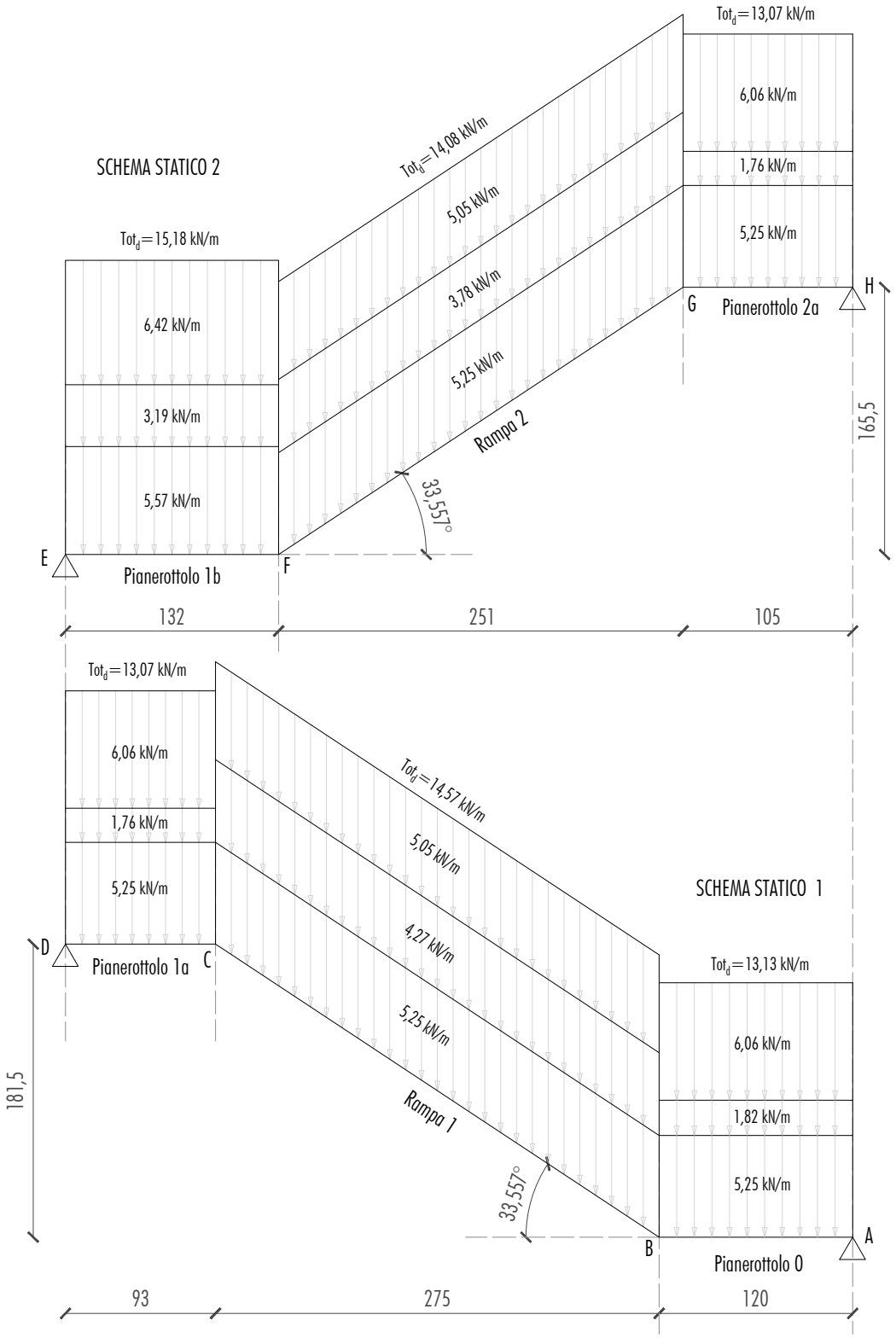


Fig. 5.13 – Schema statico 1 e schema statico 2 caricati con valori di design secondo gli SLU.

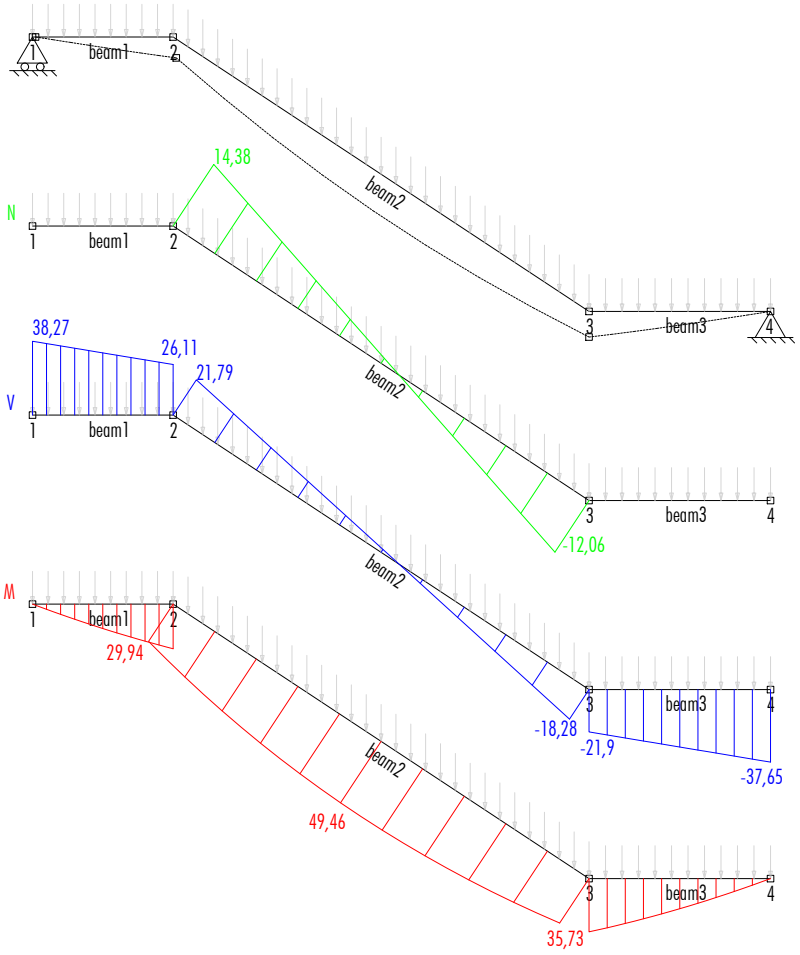
Le sollecitazioni sulla struttura si calcolano utilizzando il software Telaio2D, programma agli elementi finiti per l'analisi lineare e non lineare di telai piani.
La struttura si costruisce inserendo le coordinate dei nodi collegati da elementi che formano una trave continua a doppio ginocchio.
Le proprietà dell'elemento trave inserite sono:

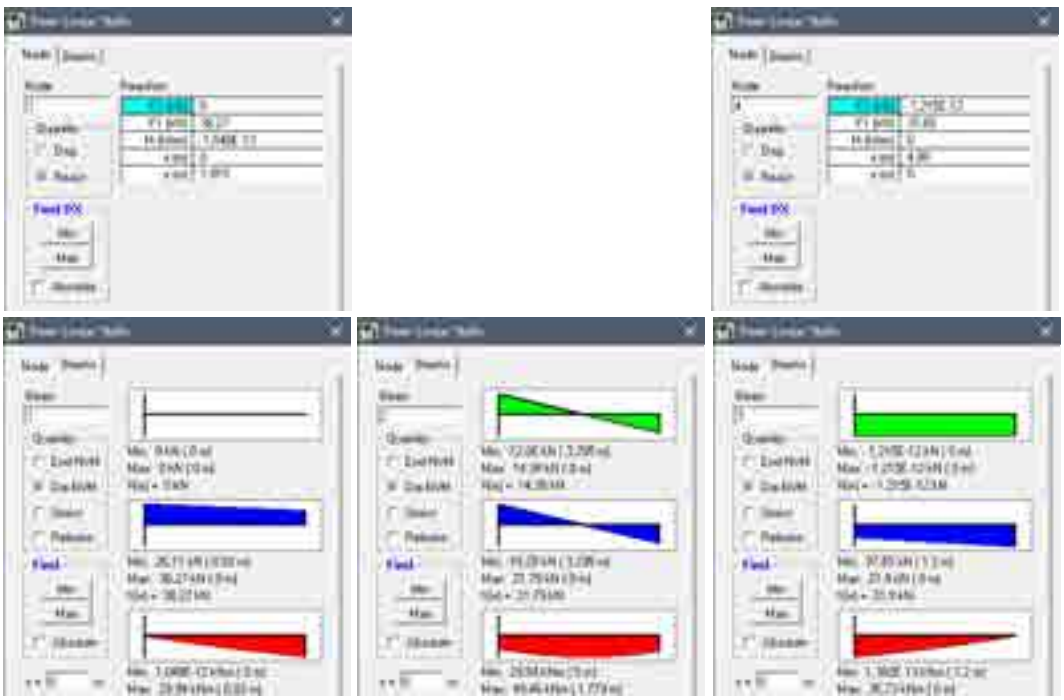
Material:	Concrete C25/30
Young Modulus:	30500 MPa
Poisson's Ratio:	0,2
Density:	2400 kg/m^3
Thermal Expansion:	0,00001 °C^{-1}
Geometry:	b=101cm; h=12cm
Section Area:	1212 cm^2
I:	14554 cm^4

L'analisi si svolge impostando tre diverse condizioni di vincolo agli estremi: Appoggio – Carrello; Appoggio – Appoggio; Incastro – Incastro.

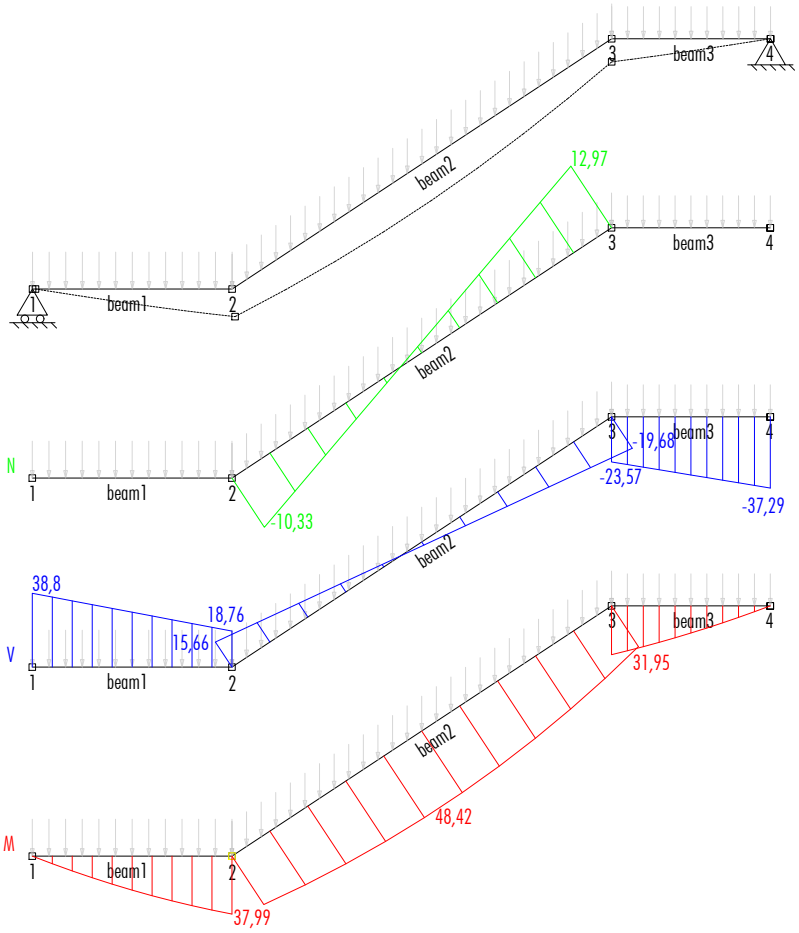
Si riportano di seguito i diagrammi della deformata, delle sollecitazioni e i risultati dell'analisi lineare proposti dal software.

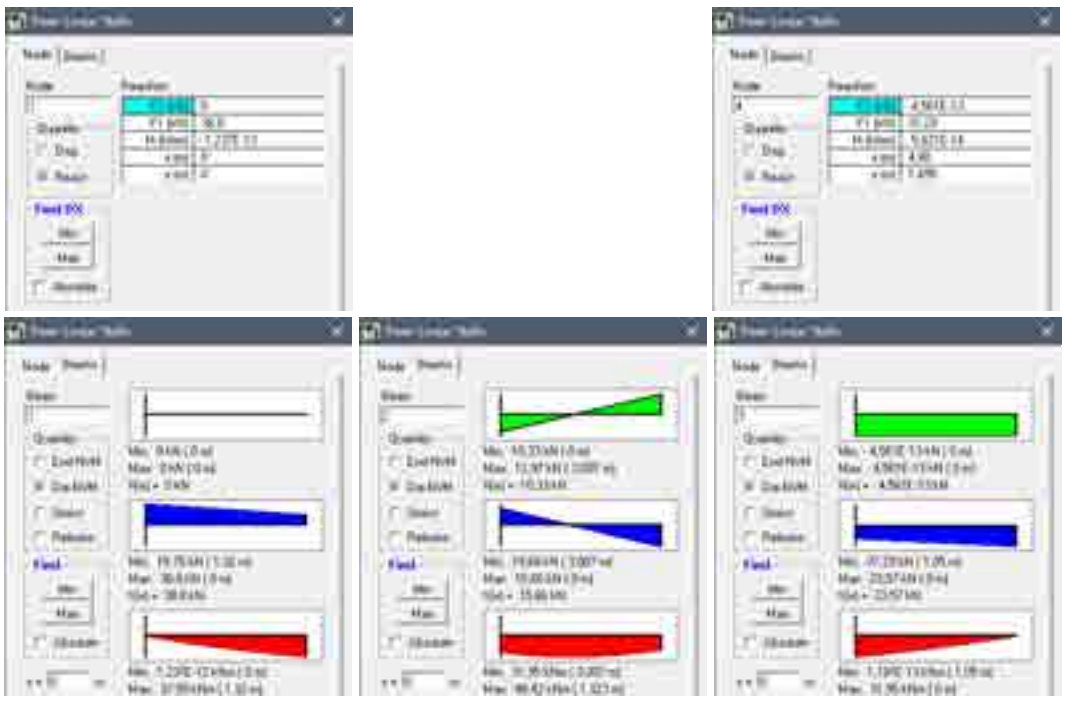
Condizione di vincolo: Appoggio – Carrello
Schema 1



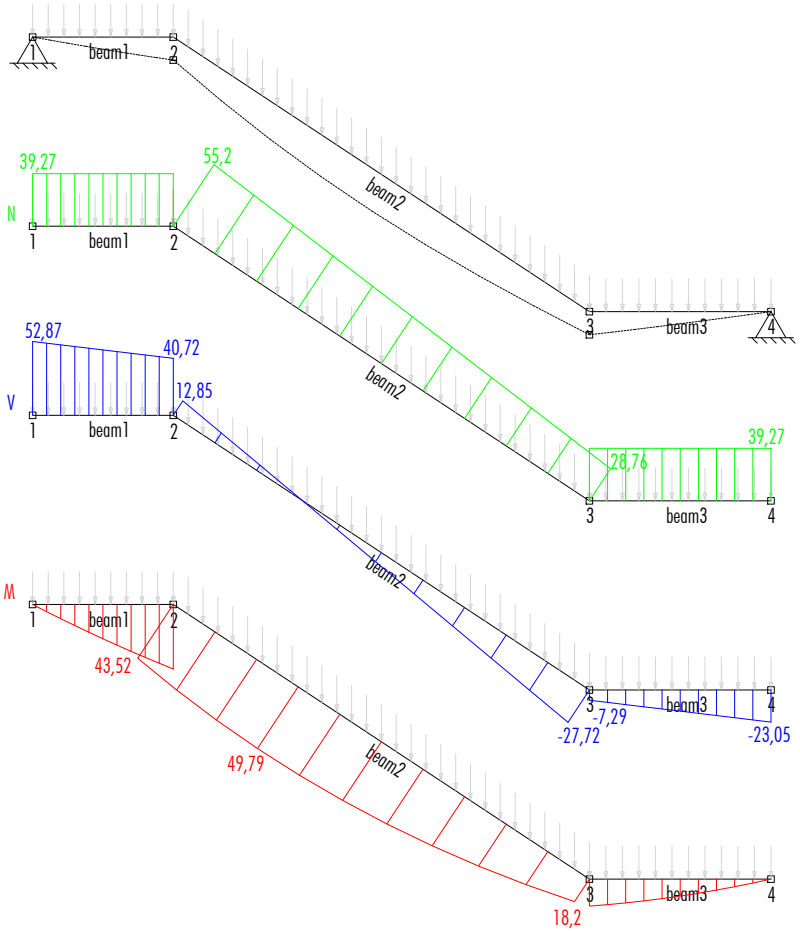


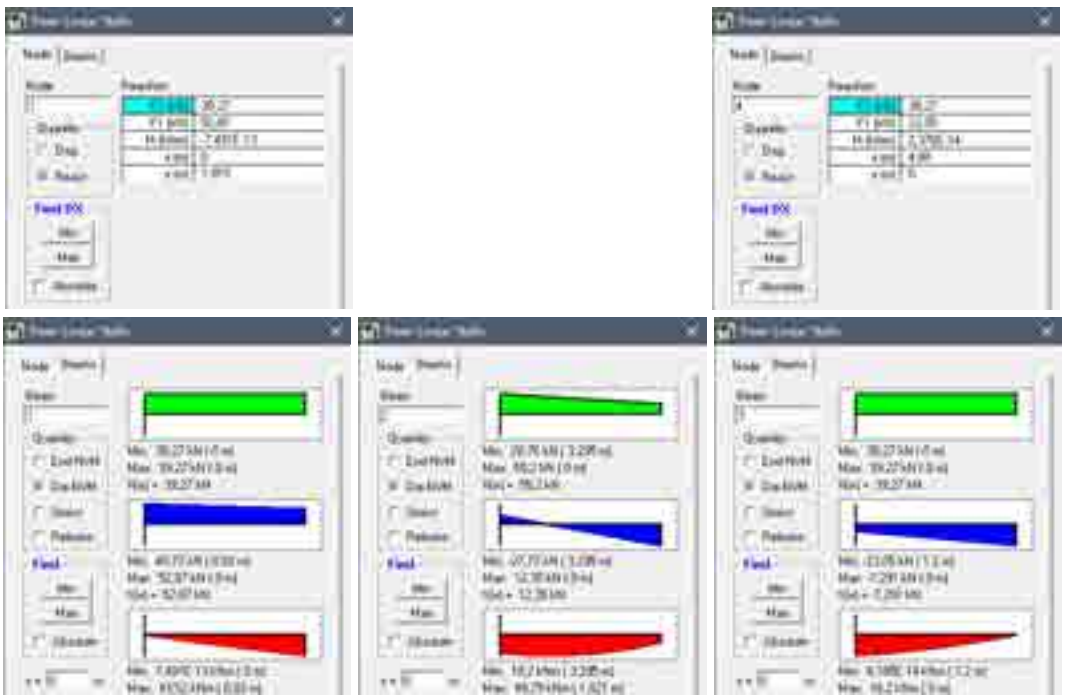
Condizione di vincolo: Appoggio – Carrello
Schema 2



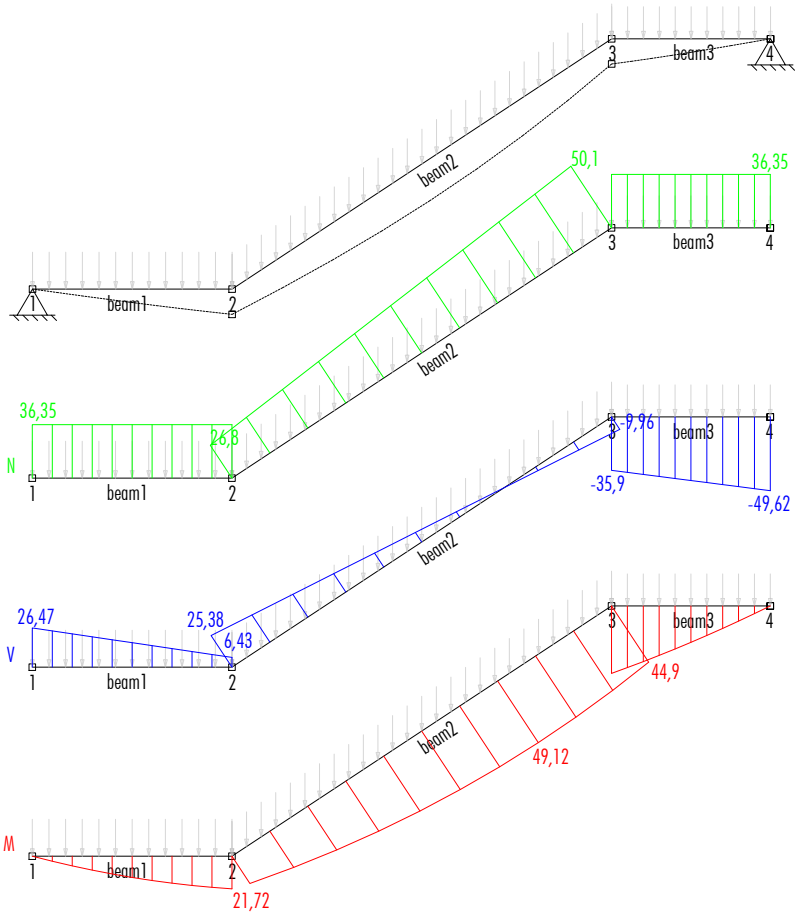


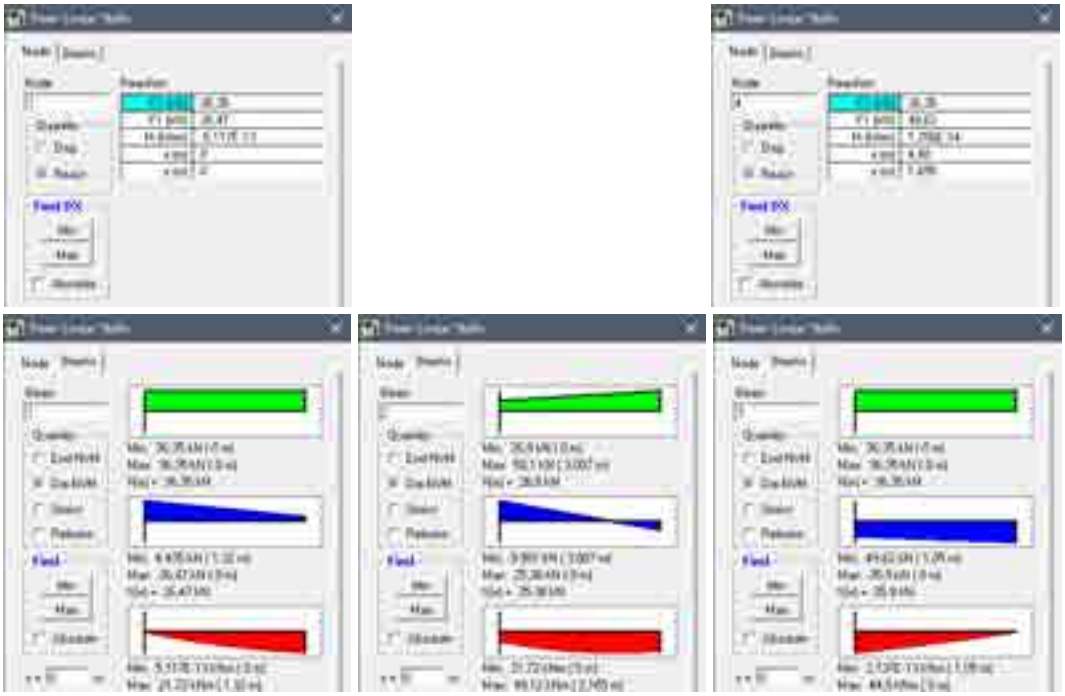
Condizione di vincolo: Appoggio – Appoggio
Schema 1



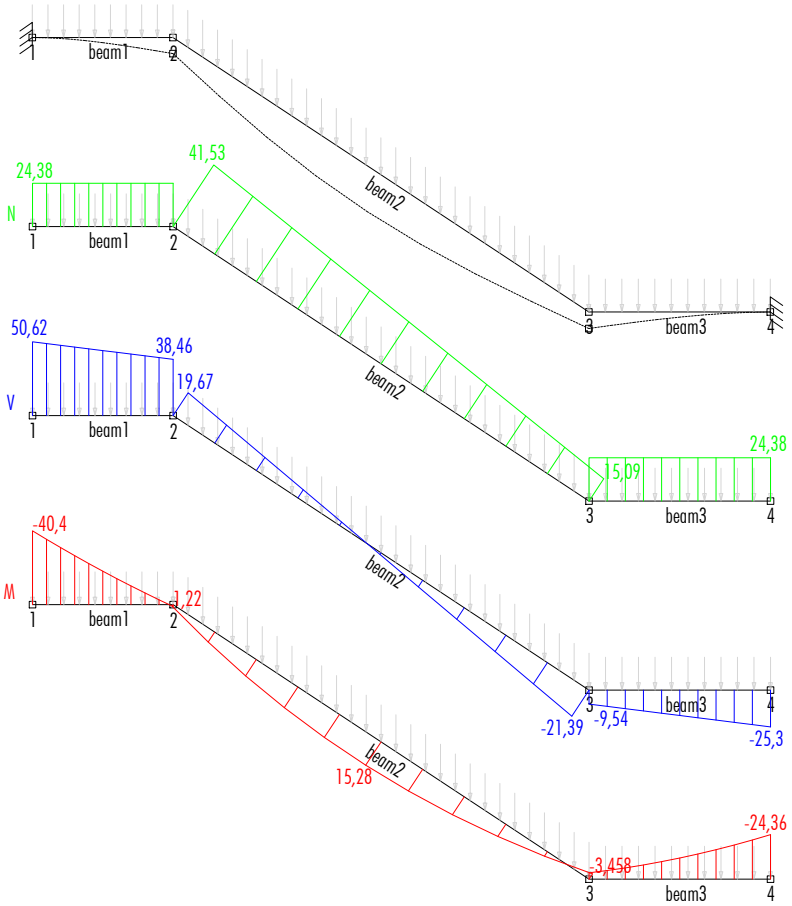


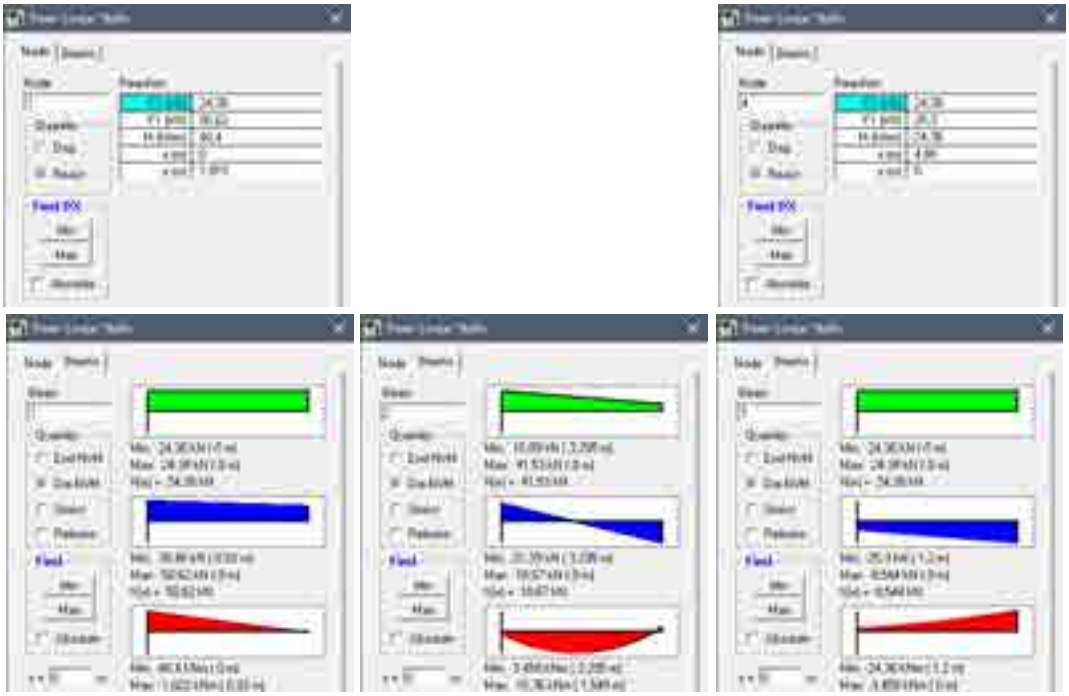
Condizione di vincolo: Appoggio – Appoggio
Schema 2



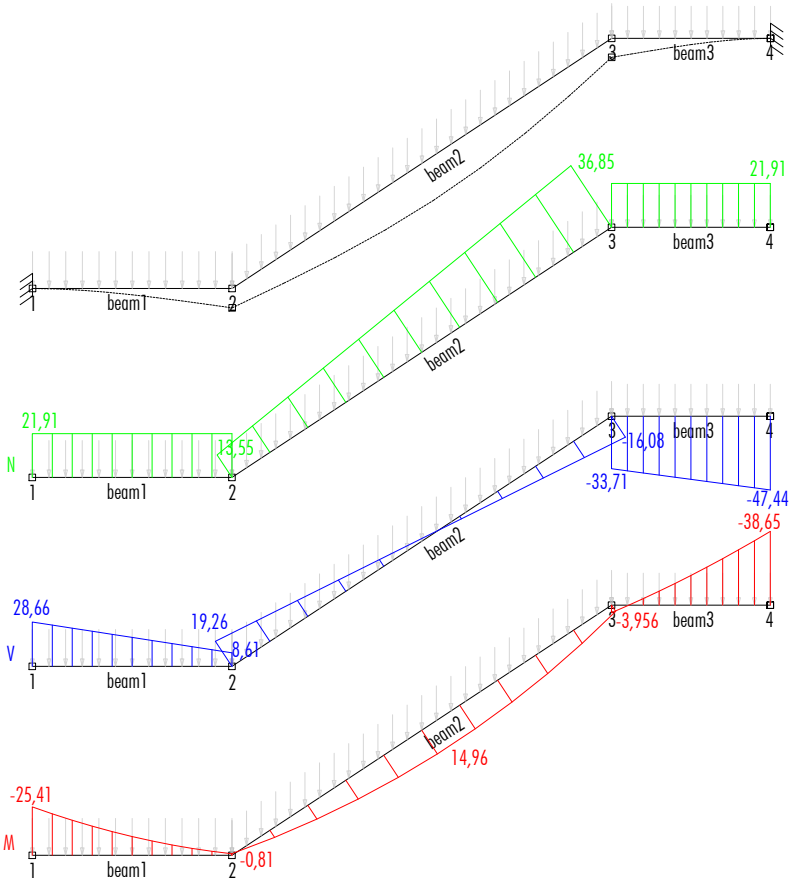


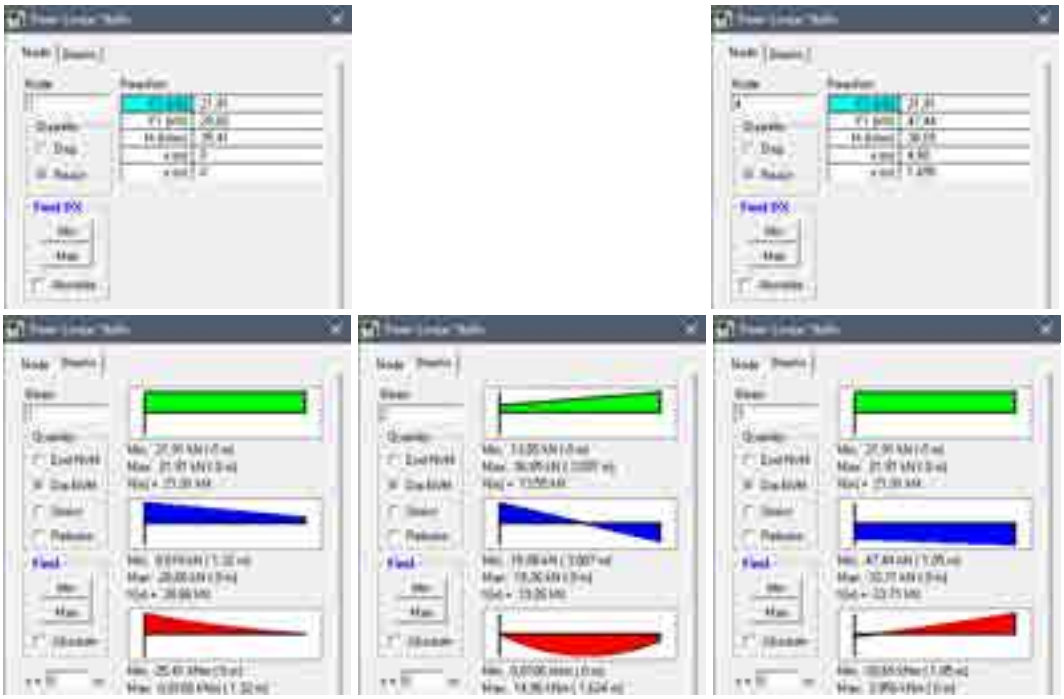
Condizione di vincolo: Incastro – Incastro
Schema 1



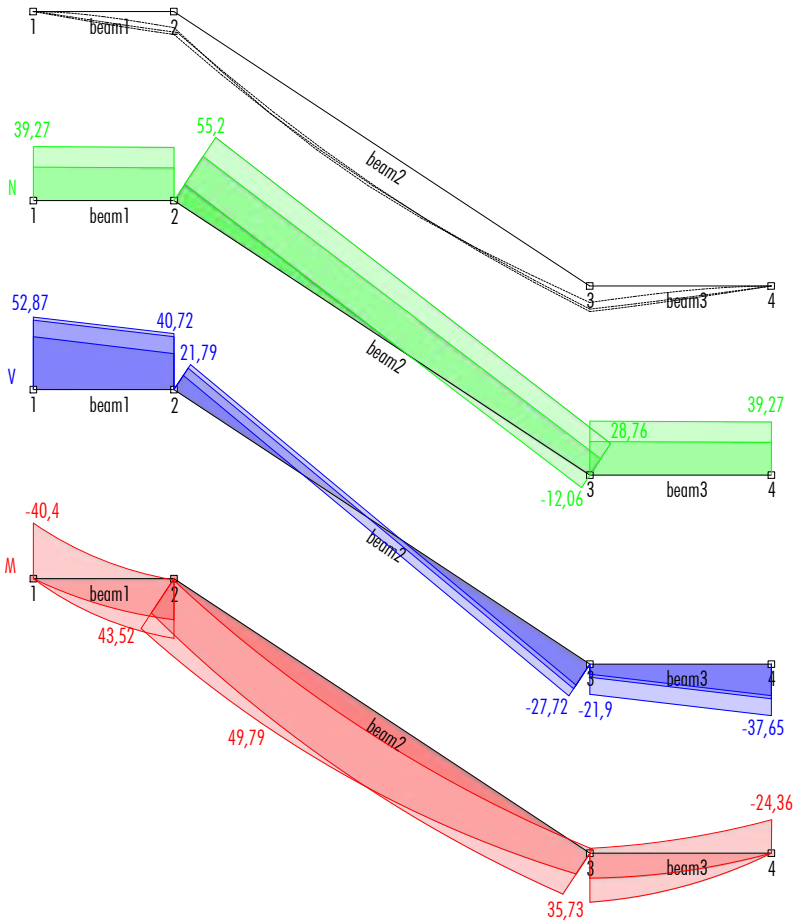


Condizione di vincolo: Incastro – Incastro
Schema 2

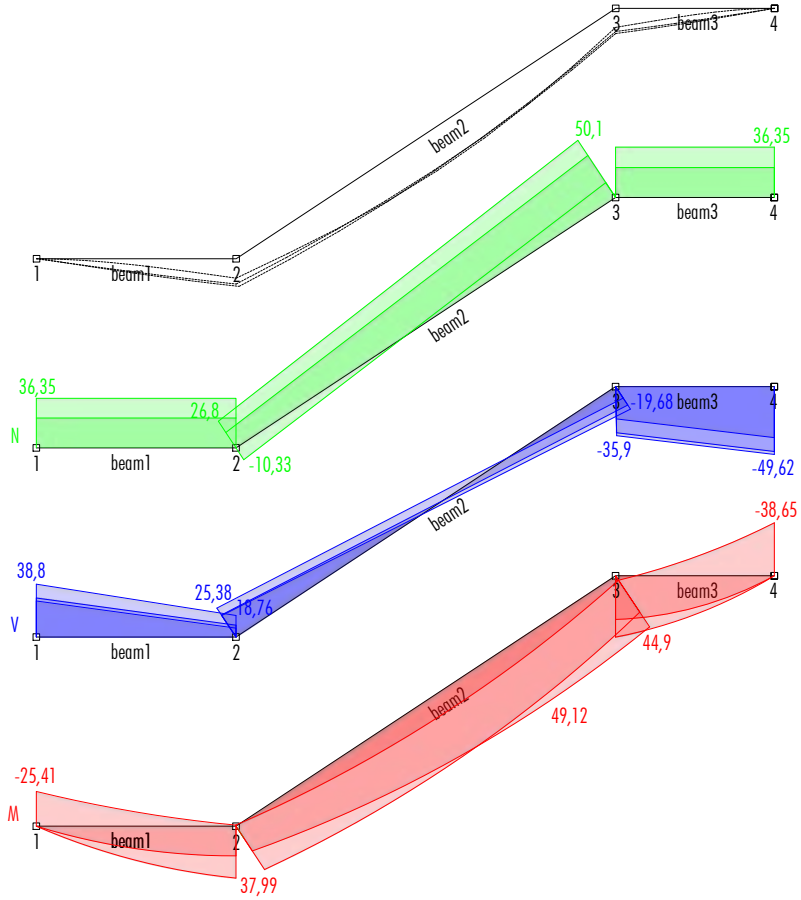




Inviluppi
Schema 1



Inviluppi
Schema 2



5.6.2 Predimensionamento delle armature

Si considerano quindi le sollecitazioni massime ottenute dagli inviluppi dei due schemi statici e con tali valori si predimensiona l'armatura longitudinale.

Per ricavare l'altezza utile d, è necessario procedere al dimensionamento del copriferro. Quest'ultimo si calcola facendo riferimento alle prescrizioni date dal punto C4.1.6.1.3 della circolare del 2009, relativa al paragrafo 4.1.6.1.3 delle NTC 2008.

Tabella C4.1.IV *Copriferri minimi in mm*

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Fig. 5.14 – Copriferri minimi in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura.

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.
Per un calcestruzzo di classe C25/30 in ambiente ordinario, considerando la soletta in cemento armato un elemento a piastra, si può assumere un copriferro pari a 30 mm per le barre longitudinali.

Alla medesima scelta si può pervenire facendo riferimento alle prescrizioni date dal punto 4.4.1 dell'EC2:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

essendo:
c_{nom} = valore nominale del copriferro
c_{min} = valore minimo del copriferro
Δc_{dev} = tolleranza di esecuzione relativa al copriferro

$$c_{min} = \max (c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

dove:
$c_{min,b}$ = copriferro minimo necessario per l'aderenza; per armature ordinarie è pari al diametro della barra: si ipotizza Ø14 mm.
$c_{min,dur}$ = copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali; per calcestruzzo C25/30 con classi di esposizione X0 e classe strutturale S4 si assume pari a 10 mm.
$\Delta c_{dur,\gamma}$ = un valore aggiuntivo del copriferro correlato alla sicurezza; si assume pari a 0 mm.
$\Delta c_{dur,st}$ = riduzione del copriferro minimo connessa all'uso di acciaio inossidabile; si assume pari a 0

mm.
$\Delta c_{dur,add}$ = riduzione del copriferro dovuta all'adozione di una protezione aggiuntiva; si assume pari a 0 mm.
Tolleranza di esecuzionecon controlli rigorosi: Δc_{dev} = 5 mm.

Si ottiene quindi che:

$$c_{min} = 14 \text{ mm.}$$

$$c_{nom} = 14 + 5 = 19 \text{ mm.}$$

E di conseguenza il copriferro "c" e l'altezza utile "d" da utilizzare nelle verifiche sono:

$$c = c_{nom} - Ø_{trasv} - (Ø_{long})/2 = 19 + 8 + 14/2 = 34 \text{ mm} \approx 35 \text{ mm.}$$

$$d = H - c = 160 - 35 = 125 \text{ mm.}$$

Poiché per elementi di questo tipo si è soliti impiegare armatura omogenea in tutte le sezioni, ponendosi a favore di sicurezza, si svolge il predimensionamento delle armature longitudinali in funzione del momento flettente massimo, utilizzando le equazioni di equilibrio alla rotazione e alla traslazione, nell'ipotesi di sezione inflessa con armatura semplice e utilizzando le seguenti leggi costitutive di progetto:

- Per il calcestruzzo viene utilizzato lo stress-block (per calcestruzzo di classe C25/30 si assume η = 1,0 e λ = 0,8).
- Per l'acciaio viene utilizzato il diagramma elastico-perfettamente plastico.

Equazione di equilibrio alla rotazione della sezione con momento sollecitante di calcolo M_{ed}, assumendo come polo il baricentro delle armature tese:

$$0{,}8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} \cdot (d - 0{,}4 \cdot x) = M_{ed}$$

da cui si ricava la posizione dell'asse neutro rispetto al lembo superiore.
Dall'equilibrio alla traslazione con ipotesi di armatura snervata si ricava A_s:

$$A_s = \frac{0{,}8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

Tale armatura non deve essere inferiore all'armatura minima come indicato al punto 4.1.6.1.1 delle NTC18:

$$A_{s,min} = 0{,}26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0{,}0013 \cdot b_t \cdot d$

dove:
b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;
d è l'altezza utile della sezione;
f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale pari a 2,63 N/mm^2.

Si riportano in tabella i risultati di tale predimensionamento indicando il progetto delle armature:

M_{ed} [kNm]	b [mm]	x [mm]	$A_{s,cal}$ [mm^2]	b_t [mm]	$A_{s,min}$ [mm^2]	max($A_{s,cal}$;$A_{s,min}$) [mm^2]	Ferri	A_s [mm^2]
49,79	1010	40,07	1167,47	1010	191,84	1167,47	10ϕ14	1539,38

Ponendosi a favore di sicurezza, per entrambe le rampe di sceglie di adottare 10 barre longitudinali di diametro 14mm.

Di seguito si riportano le formule per calcolare le lunghezze di ancoraggio in funzione del diametro Ø.

$$f_{bd} = 2{,}25\ \eta_1\ \eta_2\ f_{ctd} = 2{,}69\ N/mm^2$$

dove η_1 ed η_2 sono pari ad 1 e f_{ctd} è pari ad 1,2 N/mm^2 per calcestruzzi di resistenza C25/30,

$$l_{bd} = \frac{\emptyset}{4}\frac{f_{yd}}{f_{bd}} = 36{,}2\emptyset$$

Per ferri Ø14 è necessario un ancoraggio minimo di 510 mm.

5.6.3 Verifica agli Stati Limite Ultimi

5.6.3.1 Verifica per flessione SLU

Nell'ipotesi di acciaio teso snervato e di una distribuzione uniforme di compressioni nel calcestruzzo, con intensità f_{cd} per un'altezza pari a 0,8 volte la profondità dell'asse neutro (strss block), l'equazione di equilibrio alla traslazione risulta:

$$0{,}8\ b\ x\ f_{cd} = A_s\ f_{yd}$$

da cui si ricava la posizione dell'asse neutro:

$$x_{def} = \frac{A_s\ f_{yd}}{0{,}8\ b\ f_{cd}}$$

e attraverso l'equazione di equilibrio alla rotazione, scegliendo come polo il baricentro della distribuzione uniforme delle tensioni sulla zona compressa di calcestruzzo ovvero il baricentro delle armature tese, si ottiene il valore di progetto M_{rd} da confrontarsi, con il valore di progetto del momento sollecitante M_{ed}.

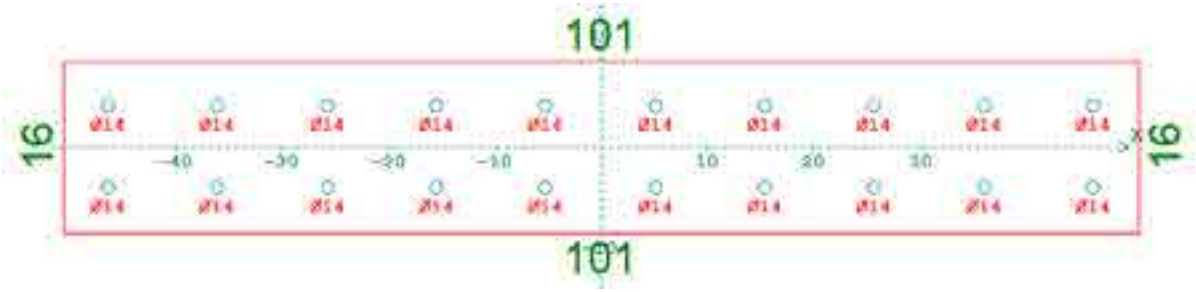
$$M_{rd} = A_s\ f_{yd}\ (d - 0{,}4\ x) = 0{,}8\ b\ x_{def}\ f_{cd}\ (d - 0{,}4\ x) \geq M_{ed}$$

Si riportano di seguito i risultati di tale verifica a stato limite ultimo per flessione:

b [mm]	d [mm]	As [mm^2]	x_{def} [mm]	x/d	M_{ed} [kNm]	M_{rd} [kNm]
1010	125	1539,38	52,82	0,422	49,79	62,55

5.6.3.2 Verifiche Sforzo Normale e Momento Flettente SLU

Attraverso l'utilizzo del software di verifica "Sezione Win" di Ingegneriasoft si effettuano le restanti verifiche, riportando di seguito la relazione di calcolo redatta dal programma.



OPZIONI:
Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione; Posiz. sezione: fuori dalla zona critica; Carico conc.: No
Armatura inferiore a taglio: Si; Considera eccentricità aggiuntiva: No; Verifica eccentricità M/N: Si;
Cond. Ambientali: ordinarie; Sensibilità armature: poco sensibili.

MATERIALI:
Calcestruzzo: C25/30; R_{ck}=30.00; E_c= 31447.16; MPa; γ_c: 1.50
f_{ck}=24.90; fcd=14.11; f_{ctk}=1.79; f_{ctd}=1.19; f_{ctm}=2.56; f_{cfm}=3.07; (in MPa)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f_2=14.11 MPa; ε_{cu2}=0.0035; ε_{c2}=0.0020
Acciaio barre: B450C; γs : 1.15
f_{yk}=450.00; f_{yd}=391.30; f_{bd}=2.69; E_s=206010.00; (in MPa);
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u=0.0675; k=1.15
Acciaio staffe: f_{yks}=450.00, f_{yds}=391.30 (in MPa)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

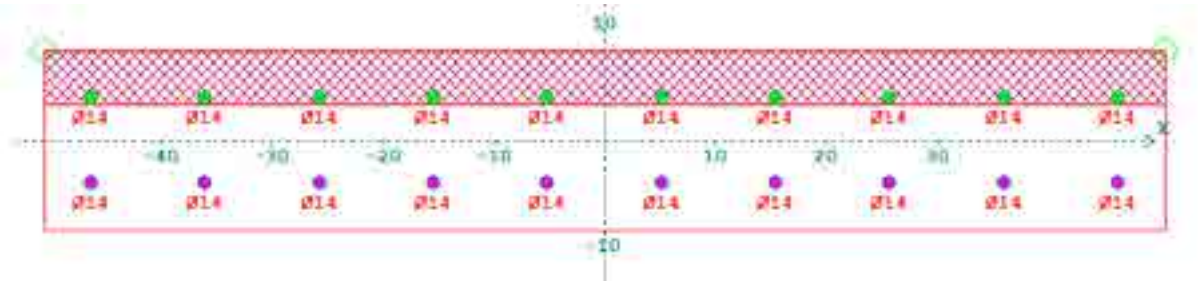
FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
Base (cm): B = 101.00 cm; Base (cm): H = 16.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : A_{st} = 30.79 cm^2
Copriferro di progetto : c = 3.50 cm
Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
Area: Acls = 1616.00 cm^2; Baricentro: Xg_{Cls} = 0.00 cm; Yg_{Cls} = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: J_x = 34474.67 cm^4; J_y = 1373734.67 cm^4; J_{xy} = 0.00 cm^4;
Momenti principali d'inerzia: J_{csi} = 1373734.67 cm^4; J_{eta} = 34474.67 cm^4;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -1.57 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (N, Nm).

N	M_x	V_x	M_y	V_y	M_t
55200	49790	52870	0	0	0



VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE:
Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=0.000000; b=2000.000000; c=-6569.607357
Angolo asse neutro-asse x : α= 0.00000 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
Sezione parzializzata
Deformazione massima cls : ε_c = 3.50000 / 1000
Deformazione massima acciaio : ε_f = -5.25891 / 1000
Deformazione minima acciaio : ε_f = 0.38242 / 1000

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, Nm):
N_S=55200.00; M_{xiS}=0.00; M_{yiS}=-49790.00; T_{xiS}=0.00; T_{yiS}=52870.00
Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna
Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, Nm):
N_R=55192.79; M_{xiR}= -0.00; M_{yiR}= -60529.19

M_{xi0}=0.00, M_{yi0}=-0.00 - Punto base nel grafico M_{xi}-M_{yi} sul piano N_S=cost.
M_R=(((M_{xiR}-M_{xi0})≤+(M_{yiR}-M_{yi0})≤)Ω=60529.19; M_S=(((M_{xiS}-M_{xi0})≤+(M_{yiS}-M_{yi0})≤)Ω=49790.00
Fattore di sicurezza ad N costante: M_R/M_S = 1.2157 > 1
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (x/d= 0.3996)
$\delta = 0.44 + 1.25\cdot(0.6 + 0.0014/\varepsilon_{cu})\cdot x/d$ = 0.9395

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA
N_S=55200.00 < N_{rd}=3028859.90 N

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

N_s=55200.00 < N_{Rd}=0.65·A_{cls}·f_{cd} =1482114.40 N

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE

(A_{fTot}=30.79 cm^2; $Area_{Cls}$=1616.00 cm^2)

Armatura tesa: A_{ft}=15.39 cm^2 > 0.26·f_{ctm}·b_t·d/f_{yk}=1.76 cm^2

A_{ft}=15.39 cm^2 > 0.0013·b_t·d=1.55 cm^2

con: b_t=101.00 cm; d=11.80 cm

$A_{ftesa\ max}$ = 15.39 cm^2 e $A_{fcompr\ max}$ = 15.39 cm^2 < 0.04·$Area_{Cls}$=64.64 cm^2

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}$=1616.00 cm^2, f_{yk}=450.00 MPa

Armatura compressa: A_f=15.39 cm^2; ρ_{comp}=0.009526

Armatura tesa: A_f=15.39 cm^2; ρ=0.009526

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre ÿ >= 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-50.50	-8.00	-8.38
2	-50.50	8.00	3.50
3	50.50	8.00	3.50
4	50.50	-8.00	-8.38

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	46.30	3.80	14.00	0.38
2	46.30	-3.80	14.00	-5.26
3	-46.30	-3.80	14.00	-5.26
4	-46.30	3.80	14.00	0.38
5	-36.01	3.80	14.00	0.38
6	-25.72	3.80	14.00	0.38
7	-15.43	3.80	14.00	0.38
8	-5.14	3.80	14.00	0.38
9	5.14	3.80	14.00	0.38
10	15.43	3.80	14.00	0.38
11	25.72	3.80	14.00	0.38
12	36.01	3.80	14.00	0.38
13	-36.01	-3.80	14.00	-5.26
14	-25.72	-3.80	14.00	-5.26
15	-15.43	-3.80	14.00	-5.26
16	-5.14	-3.80	14.00	-5.26
17	5.14	-3.80	14.00	-5.26
18	15.43	-3.80	14.00	-5.26
19	25.72	-3.80	14.00	-5.26
20	36.01	-3.80	14.00	-5.26

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-50.50	3.28
2	50.50	3.28

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

N_{Si}, M_{Sxi}, M_{Syi}: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia.

N_{Ri}, M_{Rxi}, MR_{yi}: azioni resistenti '' '' '' ''

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU.

A_{ft}, A_{fc}: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione.

TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;, C = $N_S > Nr_d$ o il fattore N_{Rd}/N_S risulta piu' sfavorevole ($N_{Rd}=f_{cd}\ A_{cls}\ 0.65=1111586N$); T = $N_S < N_{rt}$ o il fattore N_{Rt}/N_S risulta piu' sfavorevole (N_{Rt}= -1785935N); E = l'eccentricità della sollecitazione e inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge.

N_{Si}	M_{Sxi}	M_{Syi}	N_{Ri}	M_{Rxi}	M_{Ryi}	A_{ft}	A_{fc}	sic.	TV
(N)	(Nm)	(Nm)	(N)	(Nm)	(Nm)	(cm^2)	(cm^2)		
55200	0	-49790	55193	-0	-60529	15.39	15.39	1.2157	N

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

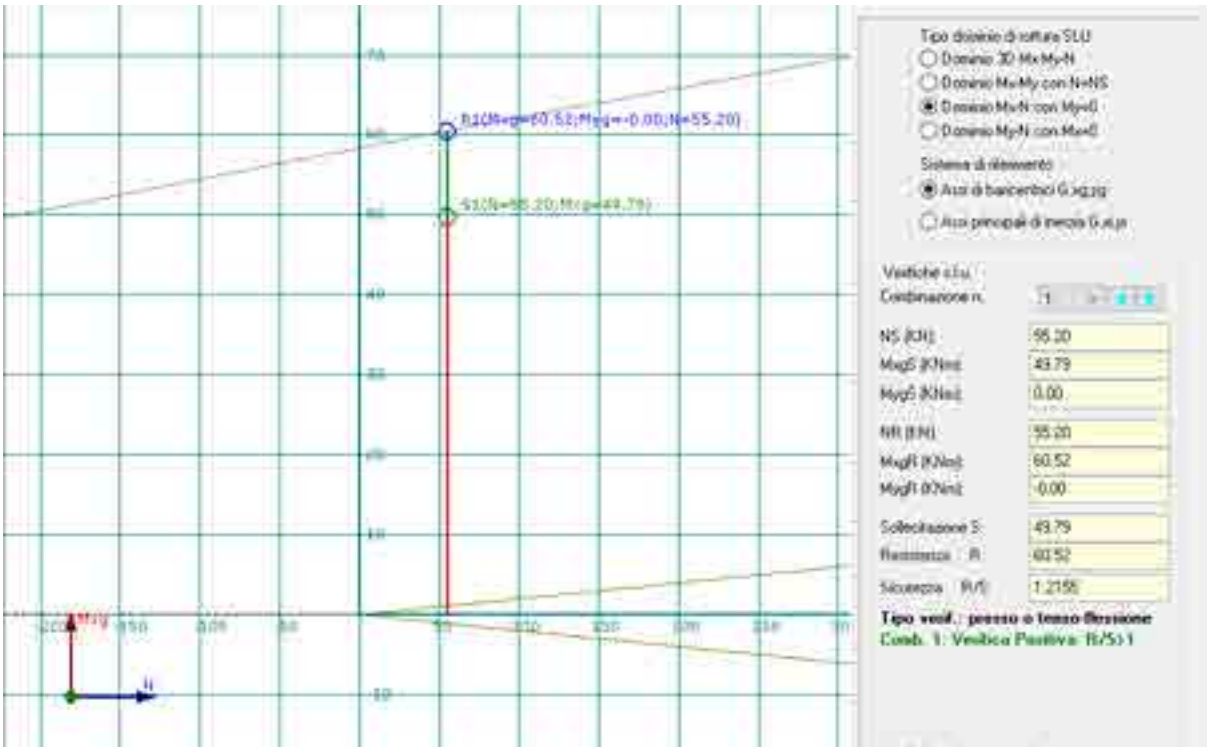


Fig. 5.15 – Dominio Momento Flettente – Sforzo Assiale della sezione contenente la massima sollecitazione.

5.6.3.3 Verifiche Sforzo di Taglio SLU

Verifica di elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

V_{ed} = 45,92 kN

Verifica: $V_{Rd} \geq V_{Ed}$

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = max\left\{\frac{0{,}18}{\gamma_c}\left[\left(1+\sqrt{\frac{200}{d}}\right)(100\,\rho_l\,f_{ck})^{1/3}\right]b_w d\;;\;(\nu_{min}\,b_w d)\right\}$$

con

ν_{min} = 0,035 $k^{3/2}$ $f_{ck}^{1/2}$ = 0,4949747

d = altezza utile da calcolo = 125 mm

k = min [1 + (200/d)$^{1/2}$; 2] = 2

ρ_l = A_{sl} /(b_w d) è il rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0,02) = 0,01219

b_w = larghezza minima della sezione = 1010 mm

Si ottiene quindi:

V_{Rd} = 94,64 kN > V_{Ed} = 45,92 kN

La verifica positiva indica che l'elemento resiste al massimo sforzo di taglio anche senza armatura trasversale.

La normativa al punto 4.1.2.3.5.1 indica che per elementi quali solai, piastre e membrature a comportamento analogo, per i quali, sulla base del calcolo, non è richiesta armatura a taglio, è consentito omettere l'armatura minima, purché sia garantita una ripartizione trasversale dei carichi. La ripartizione trasversale si può ottenere attraverso l'utilizzo di singole barre o staffe a secondo della funzione costruttiva per il posizionamento delle barre longitudinali.
L'armatura di ripartizione si pone pari al 20% circa dell'armatura longitudinale:
A_{st} = 20% A_{sl} = 0,2 · 1539 mm^2 = 308 mm^2 al metro.
Si sceglie di utilizzare staffe Ø8/20 a 4 bracci per garantire la ripartizione trasversale dei carichi.

5.7 Analisi e Verifica della scala agli Stati Limite di Esercizio

5.7.1 Limitazione stato di tensione

La verifica prevede la limitazione delle massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature, dovute alle combinazioni caratteristica (rara) e quasi permanente delle azioni.
La massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_{c,max}^{\ rara} \leq 0{,}60\ f_{ck}$ per combinazione caratteristica

$\sigma_{c,max}^{\ qp} \leq 0{,}45\ f_{ck}$ per combinazione quasi permanente

La massima tensione dell'acciaio deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_{s,max}^{\ rara} \leq 0{,}80\ f_{yk}$ per combinazione caratteristica

Combinazione caratteristica (rara)

Si valutano innanzitutto le sollecitazioni sotto combinazione dei carichi caratteristici prevista dalle NTC18 al punto 2.5.3, cosiddetta combinazione rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02}\, Q_{k2} + \Psi_{03}\, Q_{k3} \ldots . \quad (2.5.2)$$

dove i valori dei coefficienti di combinazione Ψ sono riportati in tabella 2.5.I:

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3

Fig. 5.16 – Coefficienti di combinazione

Nel caso in esame il carico variabile Q_k è unico, riducendo la combinazione soltanto a: $G_1+G_2+Q_{k1}$.

Di seguito si riportano i valori caratteristici e i valori di design dei carichi secondo la combinazione rara.

Schema statico 1

	Valori caratteristici (k)			Valori design (d) RARA		
Pianerottolo 0	Q_k =	4,04	kN/m	Q_d =	4,04	kN/m
	G_{2k} =	1,398	kN/m	G_{2d} =	1,398	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**9,478**	**kN/m**	Tot_d =	**9,48**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			Valori design (d) RARA		
Rampa 1	Q_k =	3,367	kN/m	Q_d =	3,367	kN/m
	G_{2k} =	3,282	kN/m	G_{2d} =	3,282	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**10,689**	**kN/m**	Tot_d =	**10,69**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			Valori design (d) RARA		
Pianerottolo 1a	Q_k =	4,04	kN/m	Q_d =	4,04	kN/m
	G_{2k} =	1,352	kN/m	G_{2d} =	1,352	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**9,432**	**kN/m**	Tot_d =	**9,43**	**kN/m**

Schema statico 2

	Valori caratteristici (k)			Valori design (d) RARA		
Pianerottolo 1b	Q_k =	4,28	kN/m	Q_d =	4,28	kN/m
	G_{2k} =	2,459	kN/m	G_{2d} =	2,459	kN/m
	G_{1k} =	4,288	kN/m	G_{1d} =	4,288	kN/m
	Tot_k =	**11,027**	**kN/m**	Tot_d =	**11,03**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			Valori design (d) RARA		
Rampa 2	Q_k =	3,367	kN/m	Q_d =	3,367	kN/m
	G_{2k} =	2,906	kN/m	G_{2d} =	2,906	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**10,313**	**kN/m**	Tot_d =	**10,31**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			Valori design (d) RARA		
Pianerottolo 2a	Q_k =	4,04	kN/m	Q_d =	4,04	kN/m
	G_{2k} =	1,358	kN/m	G_{2d} =	1,358	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m	G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**9,438**	**kN/m**	Tot_d =	**9,44**	**kN/m**

Si riportano di seguito schemi statici caricati con valori di design secondo la combinazione caratteristica (rara):

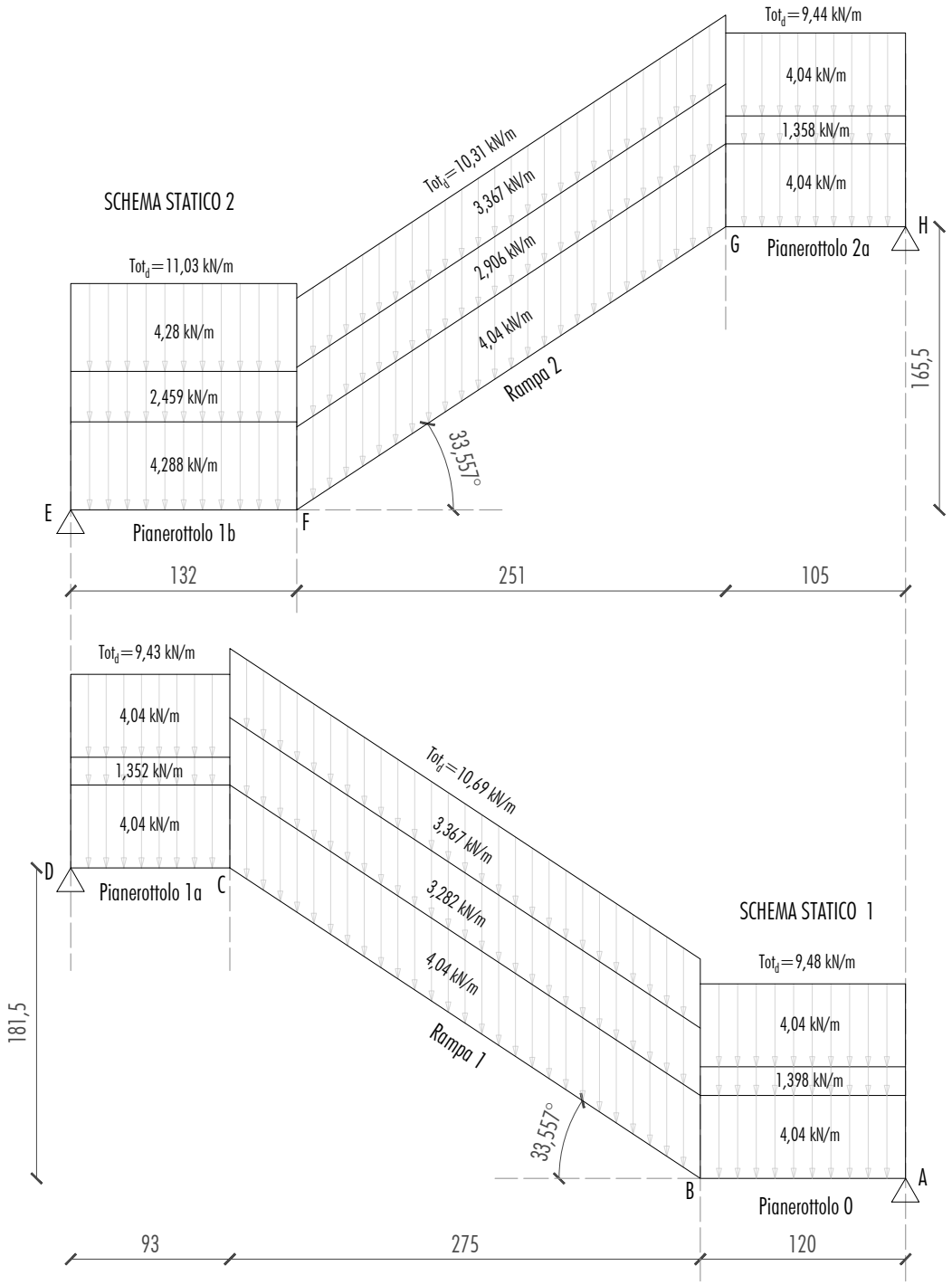
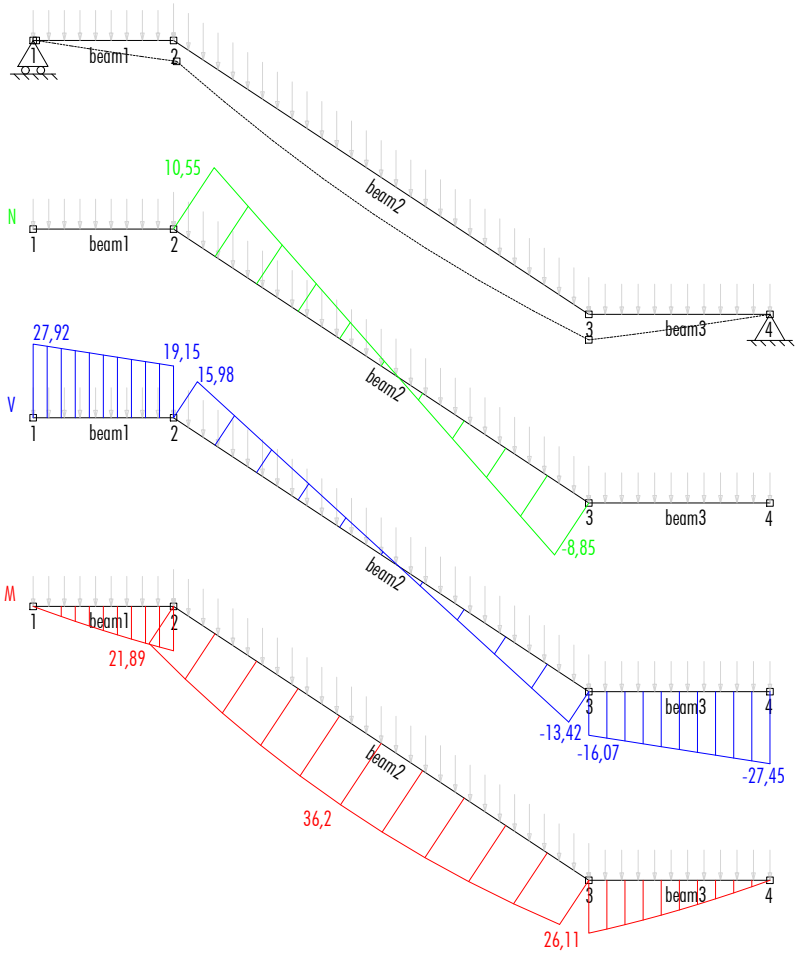


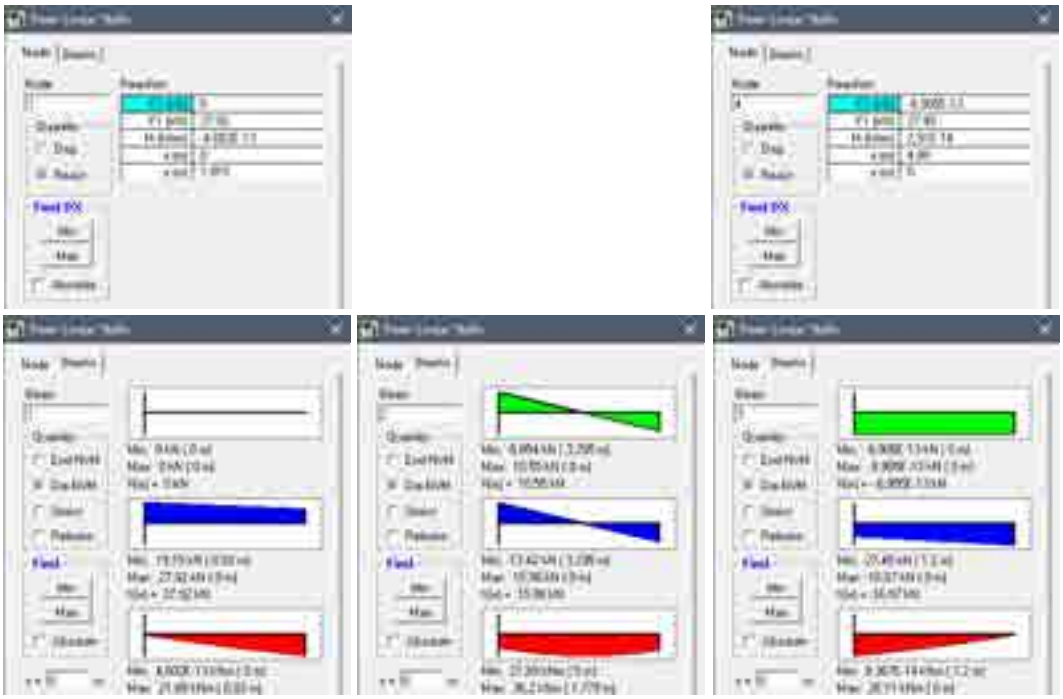
Fig. 5.17 – Schema statico 1 e schema statico 2 caricati con valori di design secondo la combinazione caratteristica.

Le sollecitazioni sulla struttura si calcolano utilizzando il software Telaio2D, svolgendo i calcoli per tre diverse condizioni di vincolo agli estremi: Appoggio – Carrello; Appoggio – Appoggio; Incastro – Incastro.

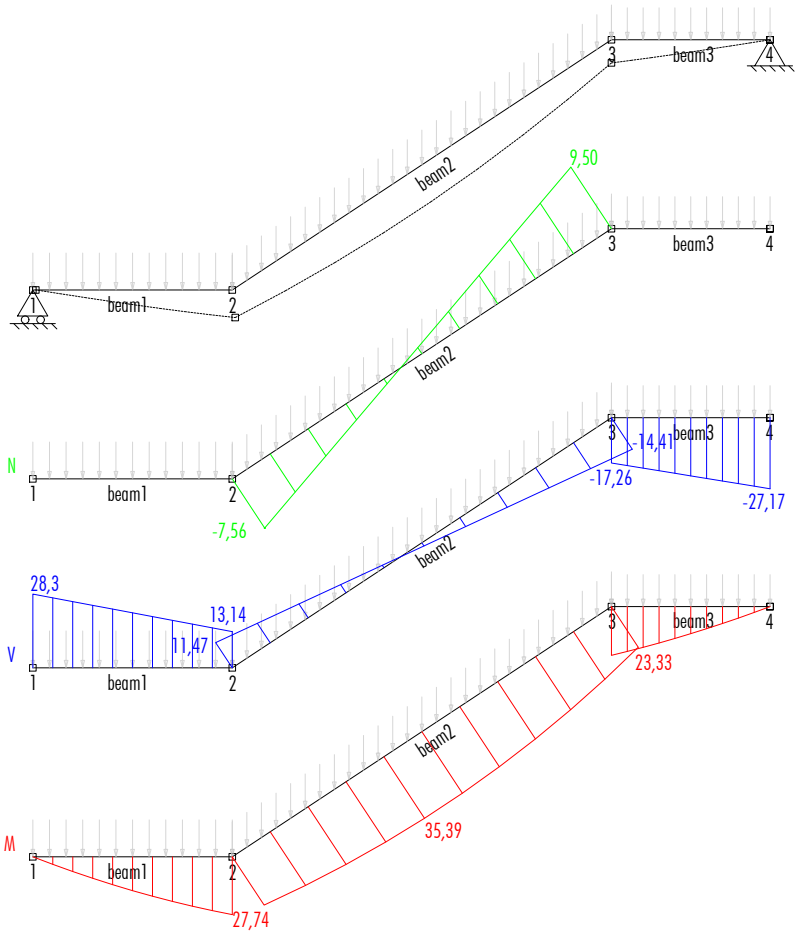
Si riportano di seguito i diagrammi della deformata, delle sollecitazioni e i risultati dell'analisi lineare proposti dal software.

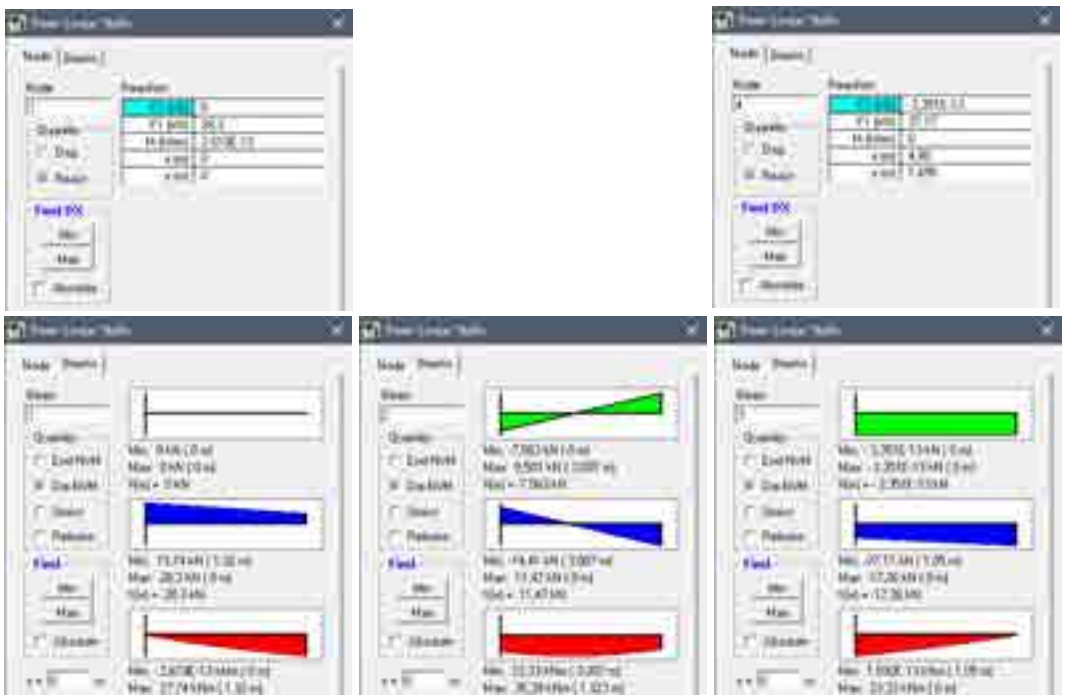
Condizione di vincolo: Appoggio – Carrello
Schema 1



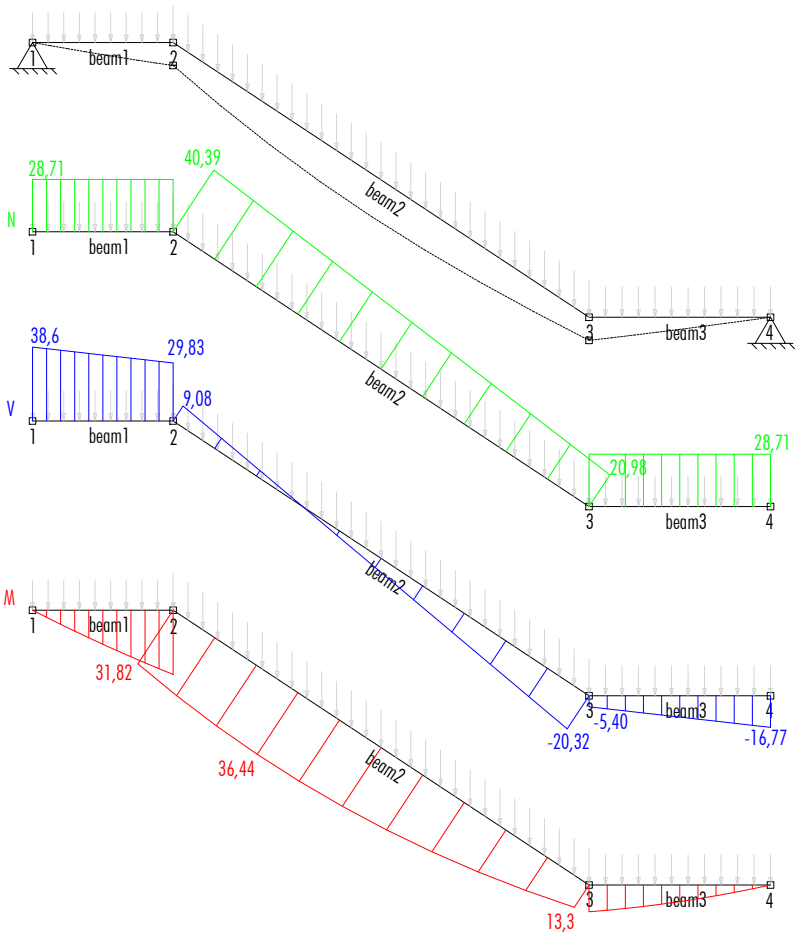


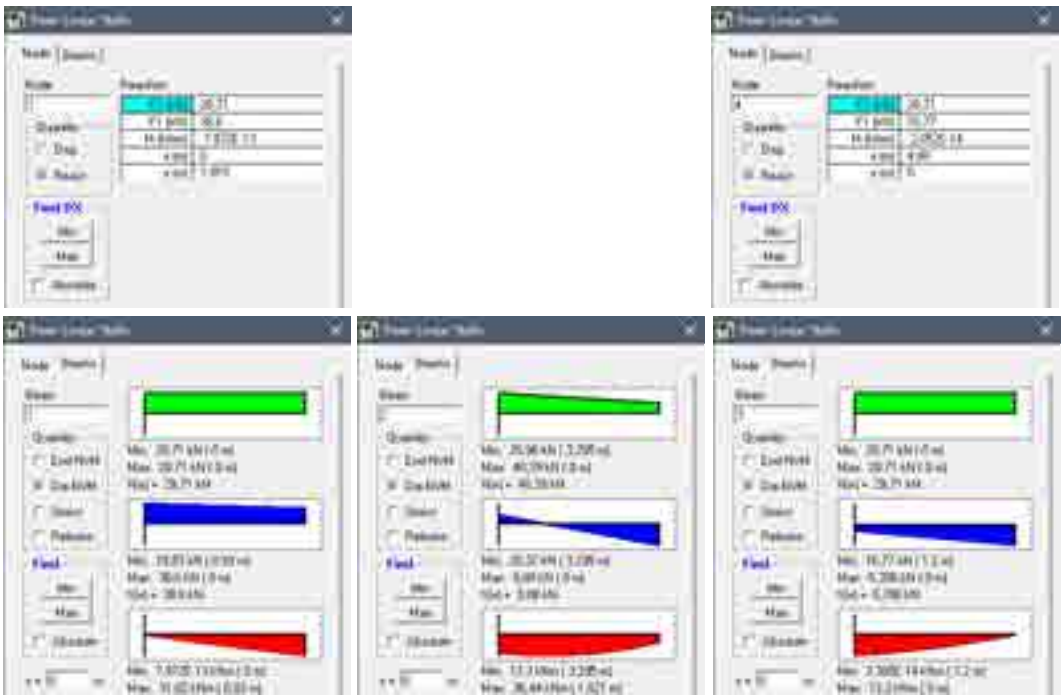
Condizione di vincolo: Appoggio – Carrello
Schema 2



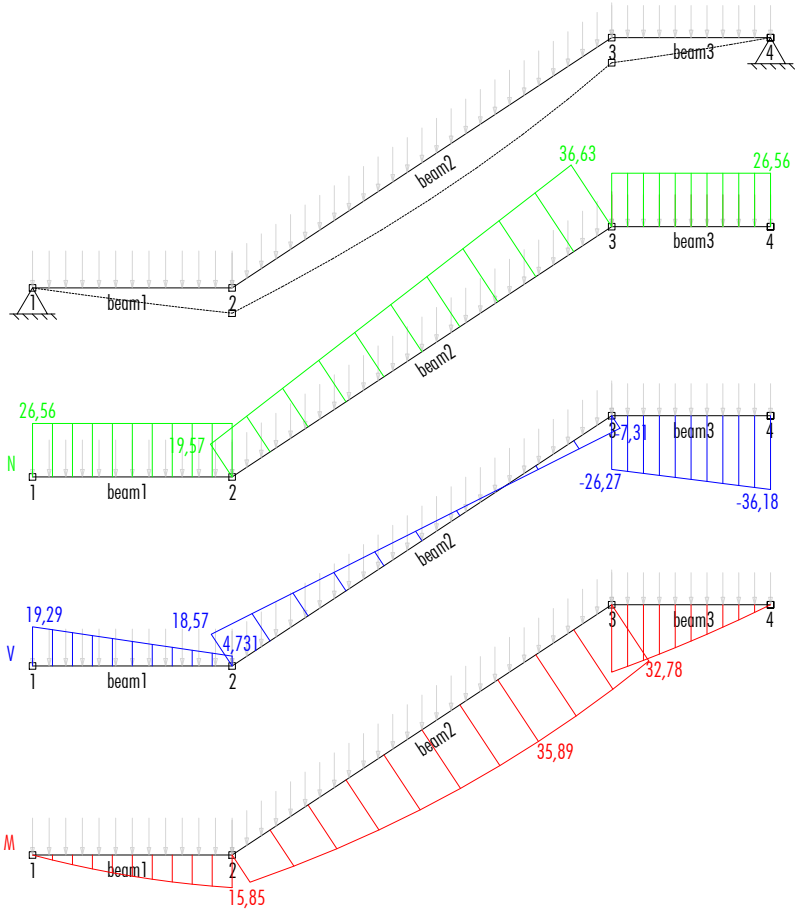


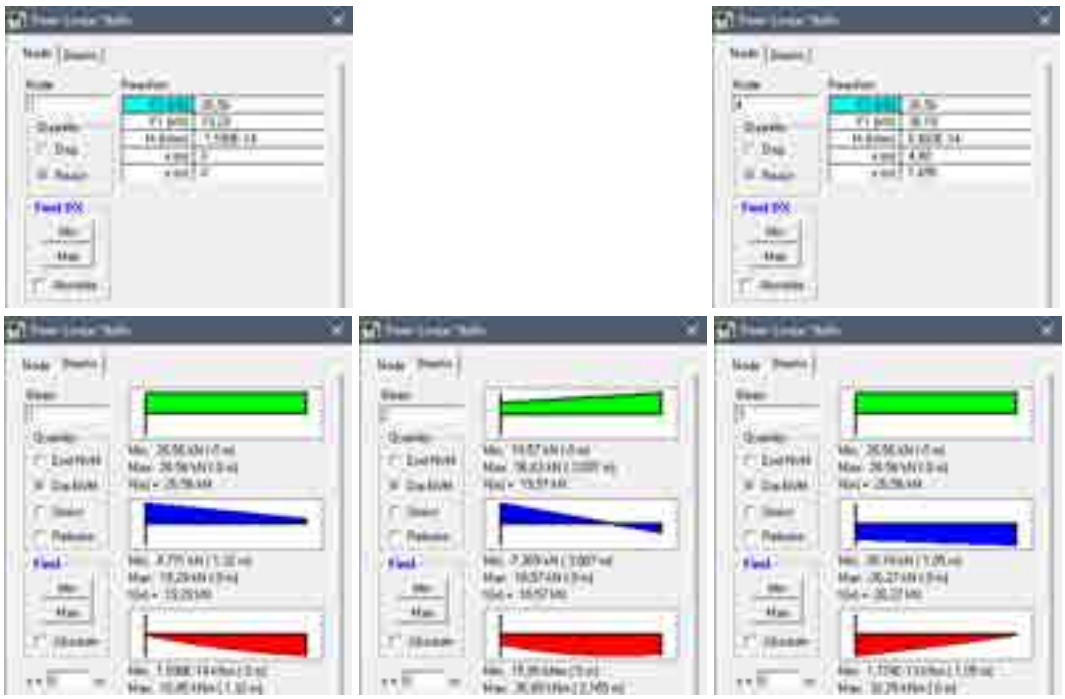
Condizione di vincolo: Appoggio – Appoggio
Schema 1



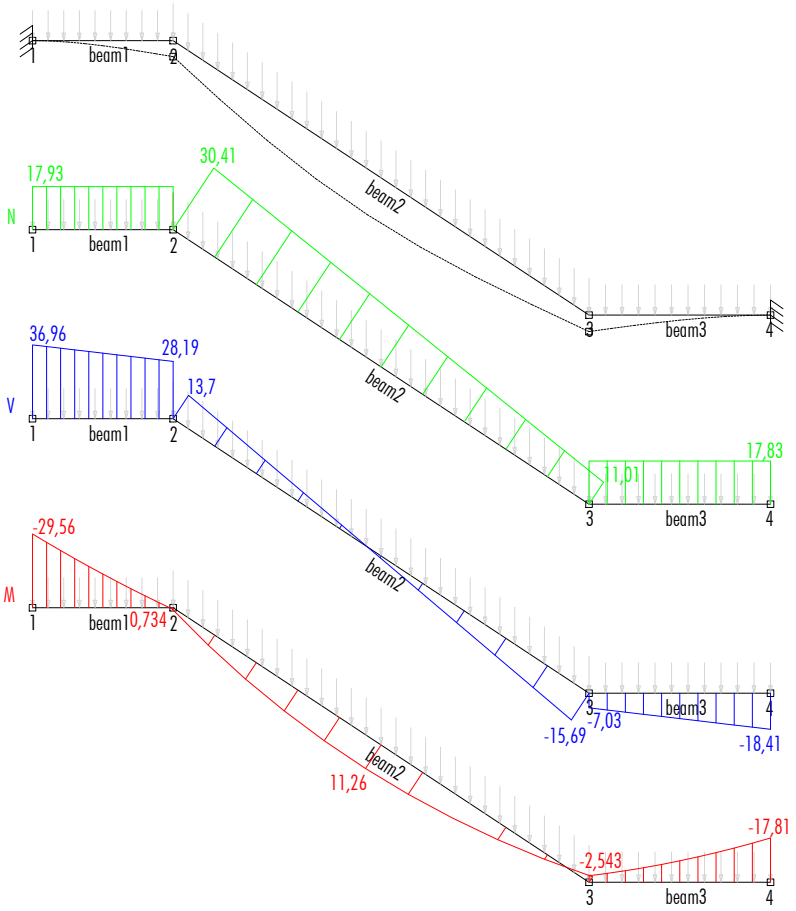


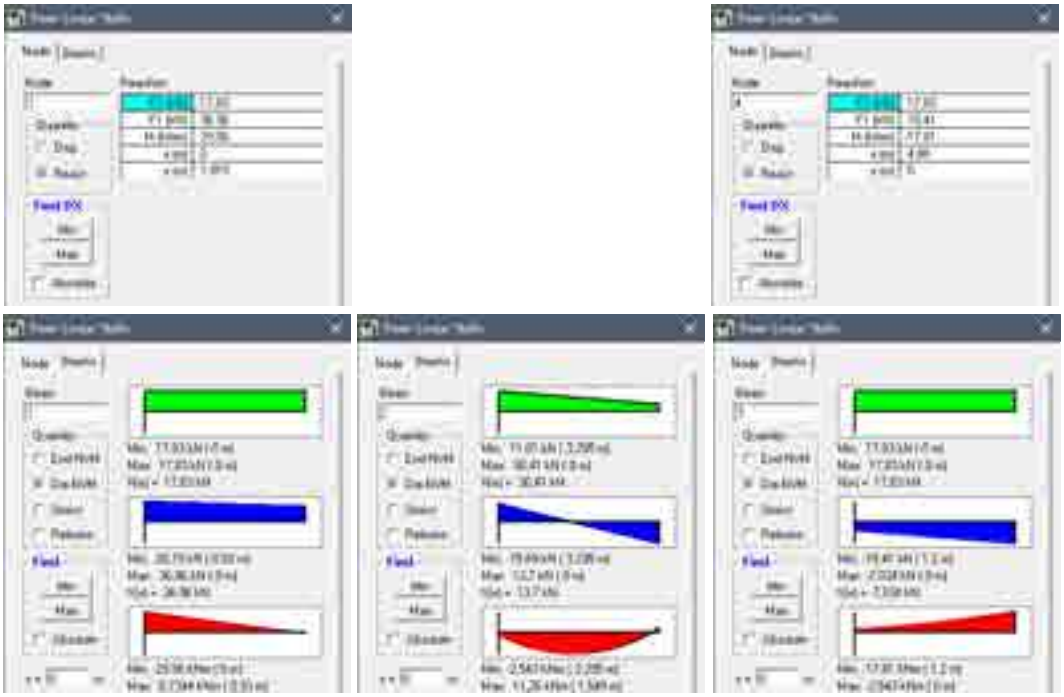
Condizione di vincolo: Appoggio – Appoggio
Schema 2



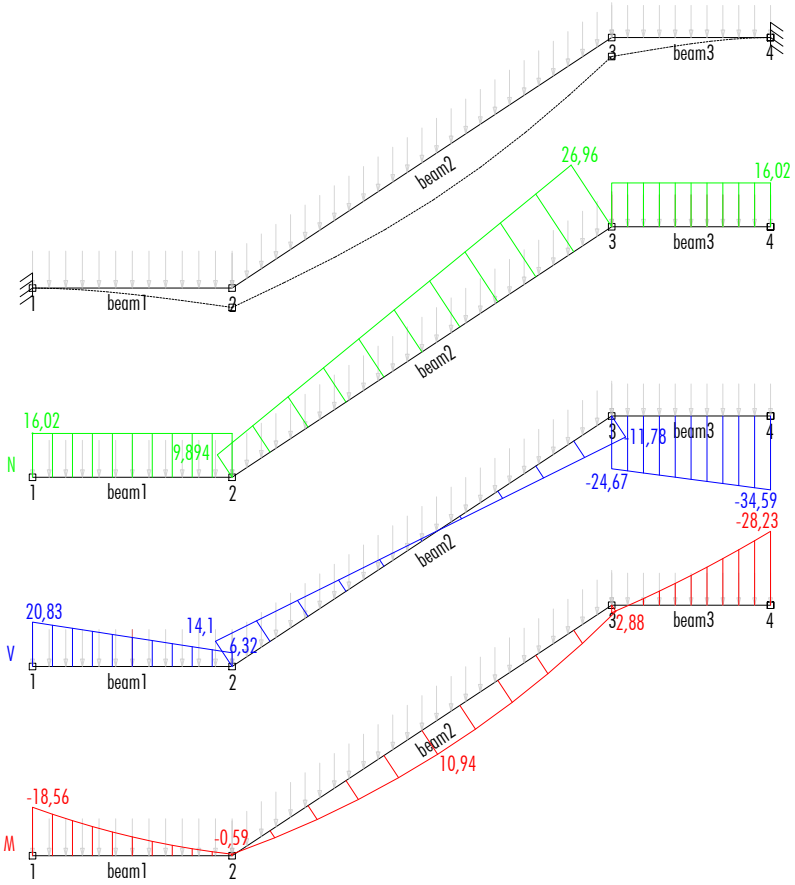


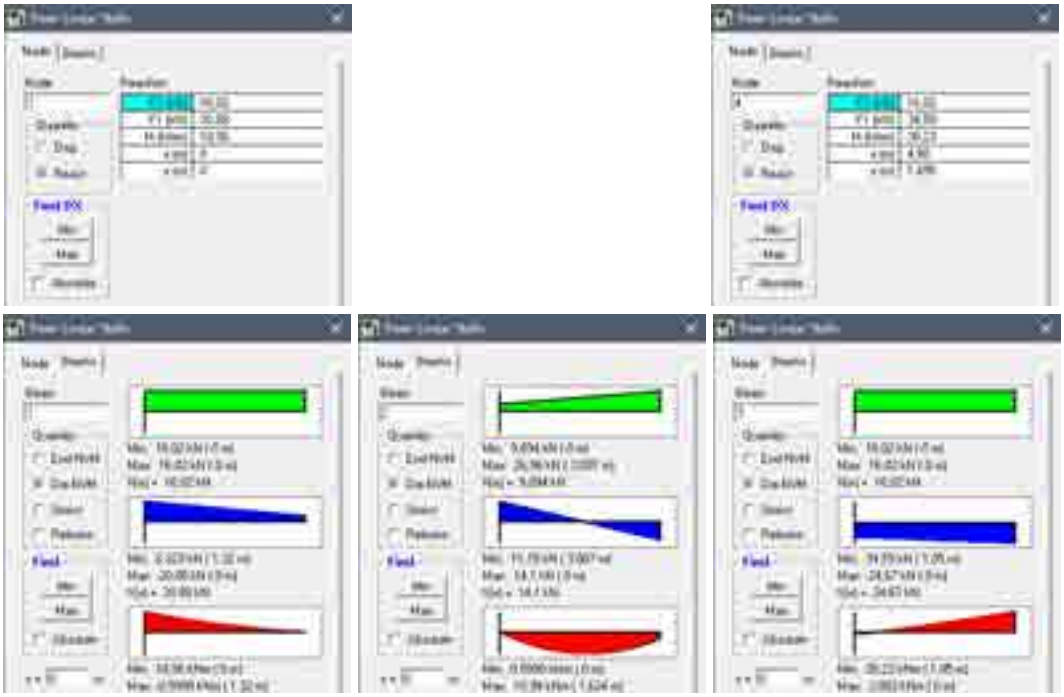
Condizione di vincolo: Incastro - Incastro
Schema 1



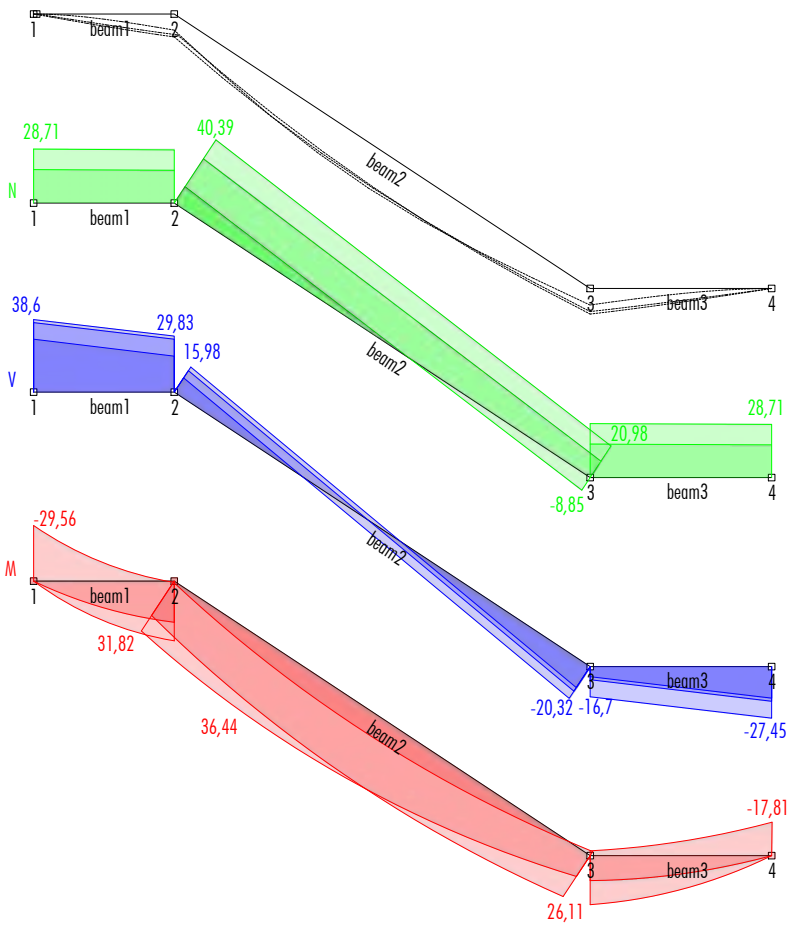


Condizione di vincolo: Incastro - Incastro
Schema 2

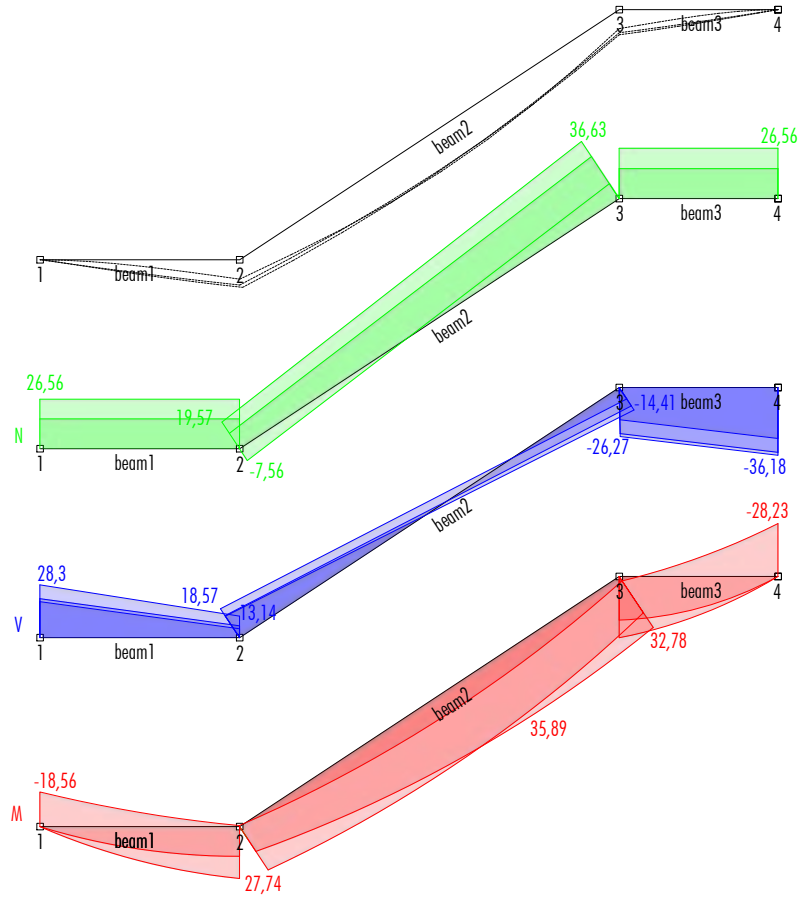




Inviluppi
Schema 1



Inviluppi
Schema 2



Si procede pertanto con i calcoli relativi alla verifica dello stato tensionale dei materiali nella sezione individuata come più significativa, sulla base dei valori ricavati dall'inviluppo del momento flettente.

Nell'ipotesi di planarità delle sezioni e con riferimento a un comportamento elastico dei materiali, trascurando il contributo del calcestruzzo teso (sezione parzializzata) e imposto n = 15, si scrive dapprima l'equazione di equilibrio alla traslazione:

$$\frac{1}{2}\,\sigma_c\,b\,x\;+\;\sigma'_s\,A'_s-\sigma_s\,A_s\;=\;0$$

Considerando:

$$\sigma_s\;=\;n\,\sigma_c\,\frac{d-x}{x}$$

$$\sigma'_s\;=\;n\,\sigma_c\,\frac{x-d'}{x}$$

Dividendo per σ_c , l'equazione diventa:

$$\frac{1}{2}\,b\,x^2\;+\;n\,(A_s+\;A'_s)\,x-\,n\,(A_s d\;+\;A'_s d)\;=\;0$$

da cui si ricava la posizione dell'asse neutro x = 51,26 mm.

Attraverso l'equazione di equilibrio alla rotazione rispetto al baricentro delle trazioni, si possono calcolare i valori di sforzo sia nel calcestruzzo sia nell'acciaio, da confrontarsi con i rispettivi valori ammissibili.

$$\frac{1}{2}\,\sigma_c\,b\,x\,(\,d-\frac{x}{3})\;+\;A'_s\,\sigma'_s\,(d-x)\;=\;M_{ed}$$

$$\sigma_c\;=\;\frac{M_{ed}\;\;x}{\frac{1}{2}b\,d\,x^2-\frac{1}{6}\,b\,x^3\;+\;n\,A'_s\,d\,x-\,n\,A'_s\,x^2-\,n\,A'_s\,c'\,d\;+\;n\,A'_s\,c'\,x}\leq\;0{,}6\,f_{ck}$$

$$=\;15\frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_s\;=\;n\,\sigma_c\frac{d-x}{x}\;\leq\;0{,}8\,f_{yk}\;=\;360\;\frac{N}{mm^2}$$

Di seguito si riportano le verifiche di esercizio secondo la combinazione rara:

M_{ed} [kNm]	b [mm]	A_s [mm^2]	A'_s [mm^2]	x [mm]	σ_c^{rara} [N/mm^2]	$\sigma_{c\,amm}$ [N/mm^2]	σ_s^{rara} [N/mm^2]	σ'^{rara}_s [N/mm^2]	$\sigma_{s\,amm}$ [N/mm^2]
36,44	1010	1539	1539	51,26	10,93	15	235,85	52,00	360

La verifica degli stati tensionali secondo la combinazione caratteristica (rara) risulta soddisfatta.

Combinazione quasi permanente

Si valutano le sollecitazioni sotto combinazione dei carichi quasi permanente prevista dalle NTC18 al punto 2.5.3, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} \ldots. \quad (2.5.2)$$

dove i valori dei coefficienti di combinazione Ψ sono riportati in tabella 2.5.I:

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3

Fig. 5.18 – Coefficienti di combinazione

Nel caso in esame il carico variabile Q_k è unico, riducendo la combinazione soltanto a: $G_1+G_2+\Psi_{21}Q_{k1}$, con $\Psi_{21} = 0,3$.

Di seguito si riportano i valori caratteristici e i valori di design dei carichi secondo la combinazione quasi permanente.

Schema statico 1

	Valori caratteristici (k)			Ψ_{21}	Valori design (d) QP		
Pianerottolo 0	Q_k = 4,04	kN/m		0,3	Q_d = 1,212	kN/m	
	G_{2k} = 1,398	kN/m			G_{2d} = 1,398	kN/m	
	G_{1k} = 4,04	kN/m			G_{1d} = 4,04	kN/m	
	Tot_k = **9,478**	**kN/m**			Tot_d = **6,65**	**kN/m**	

	Valori caratteristici (k)			Ψ_{21}	Valori design (d) QP		
Rampa 1	Q_k = 3,367	kN/m		0,3	Q_d = 1,01	kN/m	
	G_{2k} = 3,282	kN/m			G_{2d} = 3,282	kN/m	
	G_{1k} = 4,04	kN/m			G_{1d} = 4,04	kN/m	
	Tot_k = **10,689**	**kN/m**			Tot_d = **8,34**	**kN/m**	

	Valori caratteristici (k)			Ψ_{21}	Valori design (d) QP		
Pianerottolo 1a	Q_k = 4,04	kN/m		0,3	Q_d = 1,212	kN/m	
	G_{2k} = 1,352	kN/m			G_{2d} = 1,352	kN/m	
	G_{1k} = 4,04	kN/m			G_{1d} = 4,04	kN/m	
	Tot_k = **9,432**	**kN/m**			Tot_d = **6,60**	**kN/m**	

Schema statico 2

	Valori caratteristici (k)			Ψ_{21}	Valori design (d) QP		
Pianerottolo 1b	Q_k =	4,28	kN/m	0,3	Q_d =	1,284	kN/m
	G_{2k} =	2,459	kN/m		G_{2d} =	2,459	kN/m
	G_{1k} =	4,288	kN/m		G_{1d} =	4,288	kN/m
	Tot_k =	**11,027**	**kN/m**		Tot_d =	**8,03**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			Ψ_{21}	Valori design (d) QP		
Rampa 2	Q_k =	3,367	kN/m	0,3	Q_d =	1,01	kN/m
	G_{2k} =	2,906	kN/m		G_{2d} =	2,906	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m		G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**10,313**	**kN/m**		Tot_d =	**7,96**	**kN/m**

	Valori caratteristici (k)			Ψ_{21}	Valori design (d) QP		
Pianerottolo 2a	Q_k =	4,04	kN/m	0,3	Q_d =	1,212	kN/m
	G_{2k} =	1,358	kN/m		G_{2d} =	1,358	kN/m
	G_{1k} =	4,04	kN/m		G_{1d} =	4,04	kN/m
	Tot_k =	**9,438**	**kN/m**		Tot_d =	**6,61**	**kN/m**

Schema statico caricato con valori di design secondo la combinazione quasi permanente:

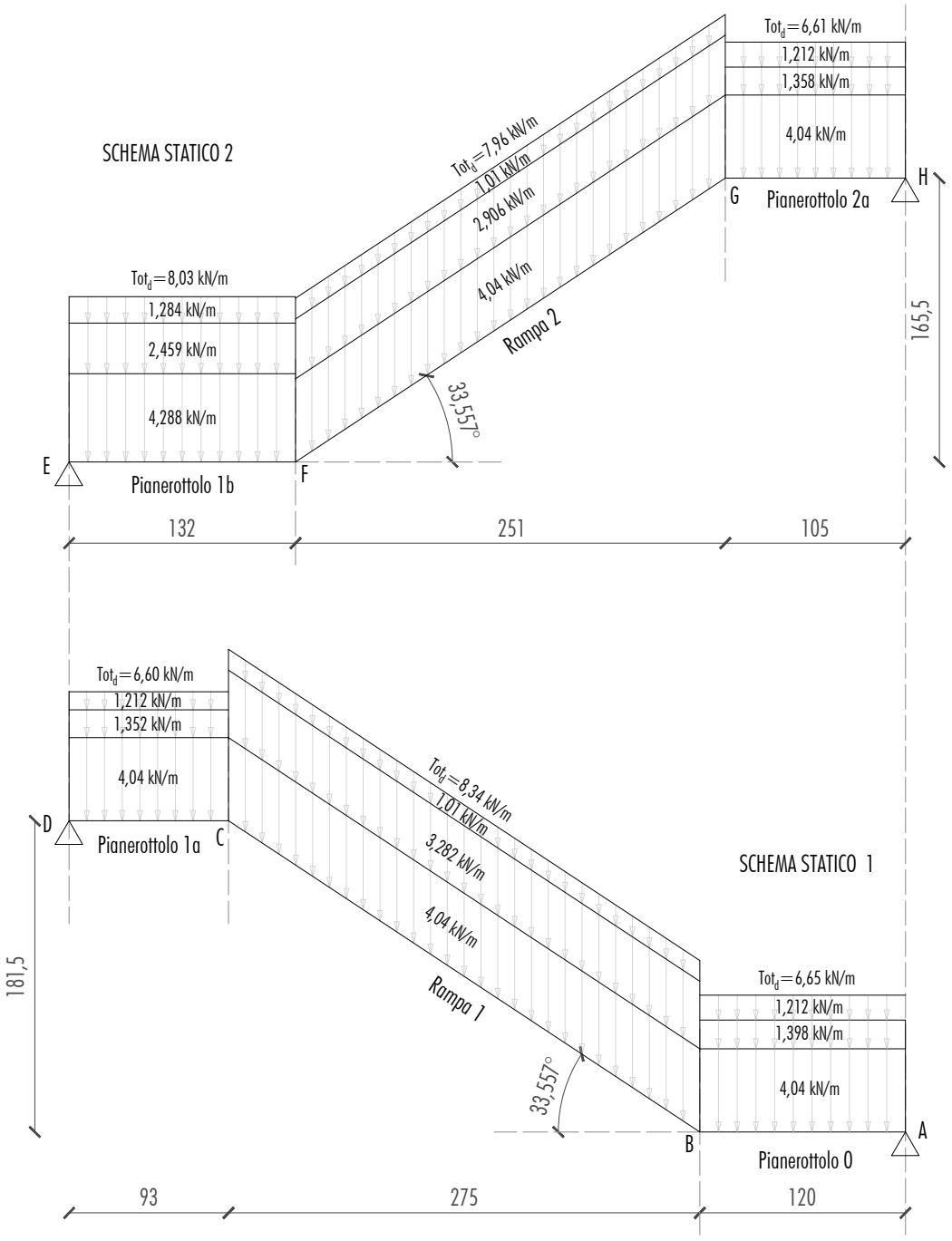
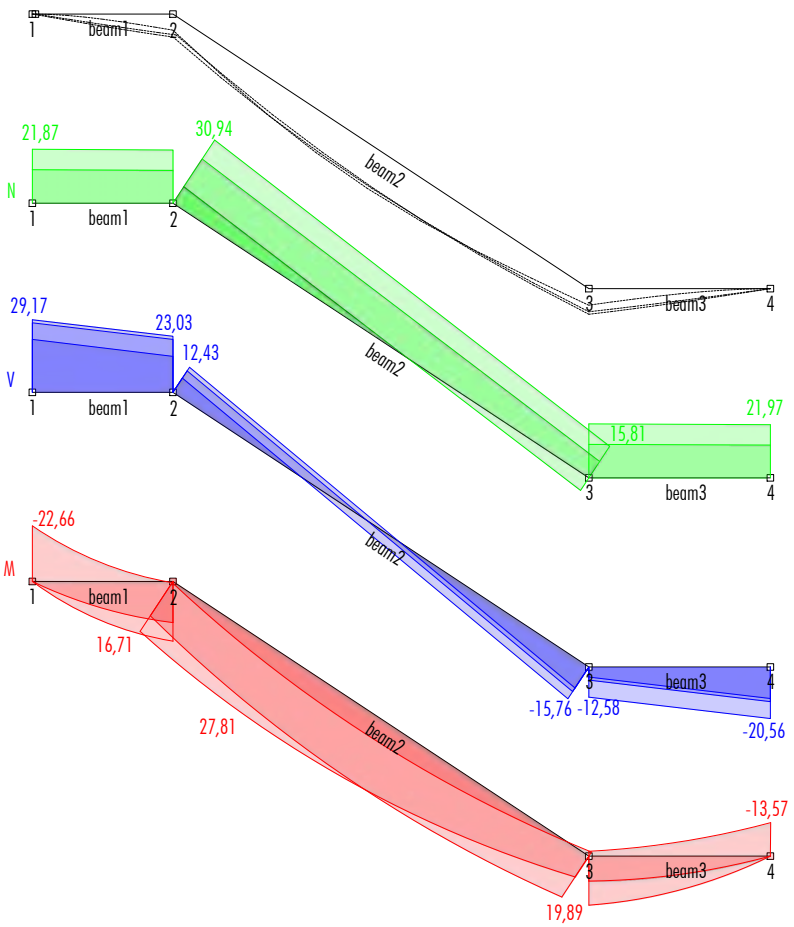


Fig. 5.19 – Schema statico 1 e schema statico 2 caricati secondo la combinazione quasi permanente.

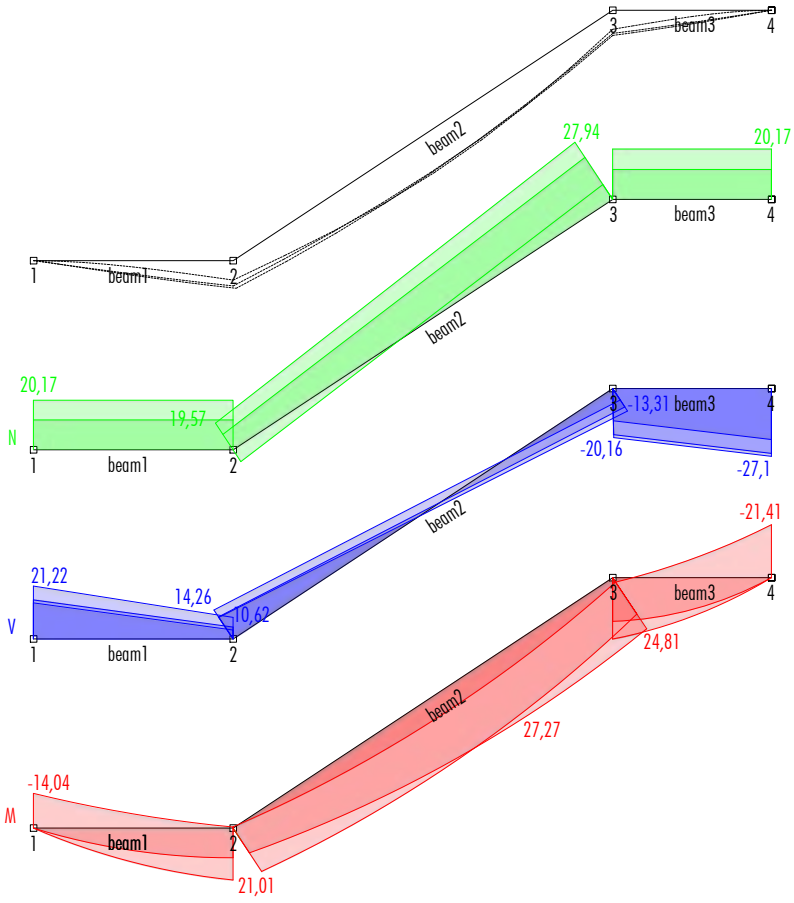
Le sollecitazioni sulla struttura si calcolano utilizzando il software Telaio2D, svolgendo i calcoli per tre diverse condizioni di vincolo agli estremi: Appoggio – Carrello; Appoggio – Appoggio; Incastro – Incastro.

Si riportano di seguito gli inviluppi dei diagrammi della deformata, delle sollecitazioni e i risultati dell'analisi lineare proposti dal software.

Inviluppi
Schema 1



Inviluppi
Schema 2



Si procede pertanto con i calcoli relativi alla verifica dello stato tensionale dei materiali nella sezione individuata come più significativa, sulla base dei valori ricavati dall'inviluppo del momento flettente.

$$\sigma_{c,amm} = 0{,}45\, f_{ck} = 11{,}25\, \frac{N}{mm^2}$$

Di seguito si riportano le verifiche di esercizio secondo la combinazione rara:

M_{ed} [kNm]	b [mm]	A_s [mm^2]	A'_s [mm^2]	x [mm]	σ_c^{qp} [N/mm^2]	$\sigma_{c\ amm}$ [N/mm^2]	σ_s^{qp} [N/mm^2]	σ'^{qp}_s [N/mm^2]
27,97	1010	1539	1539	51,26	8,39	11,25	175,17	41,56

La verifica degli stati tensionali secondo la combinazione quasi permanente risulta soddisfatta.

5.7.2 Limitazione stato di fessurazione

Tale verifica si svolge per controllare il ricoprimento delle armature e non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione.

Nella Tab. 4.1.IV delle NTC18 sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione:

Tab. 4.1.IV - *Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione*

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Fig. 5.20 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

dove w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4 con valori nominali pari a:

$w_1 = 0{,}2$ mm
$w_2 = 0{,}3$ mm
$w_3 = 0{,}4$ mm

La verifica dell'ampiezza di fessurazione può anche essere condotta senza calcolo diretto, limitando la tensione di trazione nell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per le combinazioni di carico previste dalla normativa (frequente e quasi permanente), ad un massimo correlato al diametro delle barre ed alla loro spaziatura.
Tali valori limite sono riportati nelle seguenti tabelle della circolare esplicativa:

Tabella C4.1.II *Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0{,}4$ mm	$w_2 = 0{,}3$ mm	$w_1 = 0{,}2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Fig. 5.21 – Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione.

Tabella C4.1.III -*Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione*

Tensione nell'acciaio	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
σ_s [MPa]	$w_3 = 0{,}4$ mm	$w_2 = 0{,}3$ mm	$w_1 = 0{,}2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Fig. 5.22 – Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione.

Nel caso studio si può ipotizzare una condizione ambientale ordinaria con classe di esposizione XC1, in assenza di qualsiasi rischio di corrosione per le armature poco sensibili alla corrosione.
La limitazione dell'ampiezza risulta quindi:

ampiezza di fessura $w_k \leq w_3 = 0{,}4$ mm per la combinazione frequente
ampiezza di fessura $w_k \leq w_2 = 0{,}3$ mm per la combinazione quasi permanente

Ciò, in base ai prospetti sopra riportati, corrisponde a limitare la tensione nelle barre ai seguenti valori:

per barre di diametro Ø14 mm:
$\sigma_s \leq 300$ N/mm^2 per la combinazione frequente
$\sigma_s \leq 260$ N/mm^2 per la combinazione quasi permanente

e di conseguenza si ricava la spaziatura massima s delle barre:

s ≤ 175 mm per la combinazione frequente
s ≤ 175 mm per la combinazione quasi permanente

Dagli inviluppi dei momenti flettenti secondo le due combinazioni, si nota che i valori ricavati per la combinazione quasi permanente risultano simili (leggermente inferiori) rispetto ai valori ottenuti con la combinazione frequente.
Si sceglie quindi di procedere svolgendo le verifiche solo per la combinazione quasi permanente, poiché, seppur i momenti risultano circa il 5% inferiori rispetto alla frequente, la limitazione dell'ampiezza di fessura w_k è il 25% più restrittiva.

<u>Combinazione quasi permanente</u>

Sulla base dei valori ottenuti dalle precedenti verifiche, la tensione dell'acciaio nella sezione più significativa secondo la combinazione quasi permanente vale:
$\sigma_s^{qp} = 175{,}17$ N/mm^2
$\sigma_s^{'qp} = 41{,}56$ N/mm^2

M_{ed} [kNm]	b [mm]	A_s [mm^2]	A'_s [mm^2]	x [mm]	σ_c^{qp} [N/mm^2]	σ_s^{qp} [N/mm^2]	σ'^{qp}_s [N/mm^2]	$\sigma_{s\ amm}$ [N/mm^2]
27,97	1010	1539	1539	51,26	8,39	175,17	41,56	260

La verifica indiretta risulta soddisfatta.

5.7.3 Limitazione stato di deformazione

Il punto C4.1.2.2.2 della circolare esplicativa indica che il calcolo della deformazione flessionale si effettua mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo e degli effetti del ritiro.
Per quanto riguarda la salvaguardia dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, la freccia a lungo termine del solaio, calcolata sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non deve superare il limite di 1/250 della luce, mentre per l'integrità delle pareti divisorie e di tamponamento portate, il limite è di 1/500 della luce.
Il caso in esame prevede luci non superiori a 10 m ed è quindi possibile omettere la verifica delle inflessioni, ritenendola implicitamente soddisfatta, se il rapporto di snellezza $\lambda = l/h$ tra luce e altezza rispetta la limitazione:

$$\lambda \leq K \left[11 + \frac{0{,}0015 \cdot f_{ck}}{\rho + \rho'}\right] \cdot \left[\frac{500 \cdot A_{s,eff}}{f_{yk} \cdot A_{s,calc}}\right]$$

dove:

f_{ck} = 25 MPa	resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo;
f_{yk} = 450 MPa	tensione di snervamento caratteristica dell'armatura;
$\rho = A_{s,eff}/bd$ = 0,012190099	rapporto d'armatura tesa;
ρ' = 0 (trascuro armatura compressa)	rapporto d'armatura compressa;
$A_{s,eff}$ = 1539 mm^2	armatura tesa effettivamente presente nella sezione più sollecitata
$A_{s,calc}$ = 1195,5 mm^2	armatura di calcolo nella stessa sezione
K = 1	coefficiente correttivo che dipende dallo schema strutturale, il cui valore è riportato in tabella C4.1.I.

Nel caso in esame:

$$\lambda = \frac{l}{h} = \frac{5430\,mm}{160\,mm} = 33{,}937$$

$$\lambda \leq 1 \cdot \left[11 + \frac{0{,}015 \cdot 25}{0{,}012190099}\right] \cdot \left[\frac{500 \cdot 1539}{450 \cdot 1195{,}5}\right] = \lambda_{lim}$$

$$\lambda = 33{,}937 < \lambda_{lim} = 59{,}74$$

La verifica può ritenersi implicitamente soddisfatta.

5.8 Tracciato delle armature

Si riportano di seguito i tracciati delle armature rappresentate in sezione trasversale e longitudinale alle rampe e in vista assonometrica e prospettica.

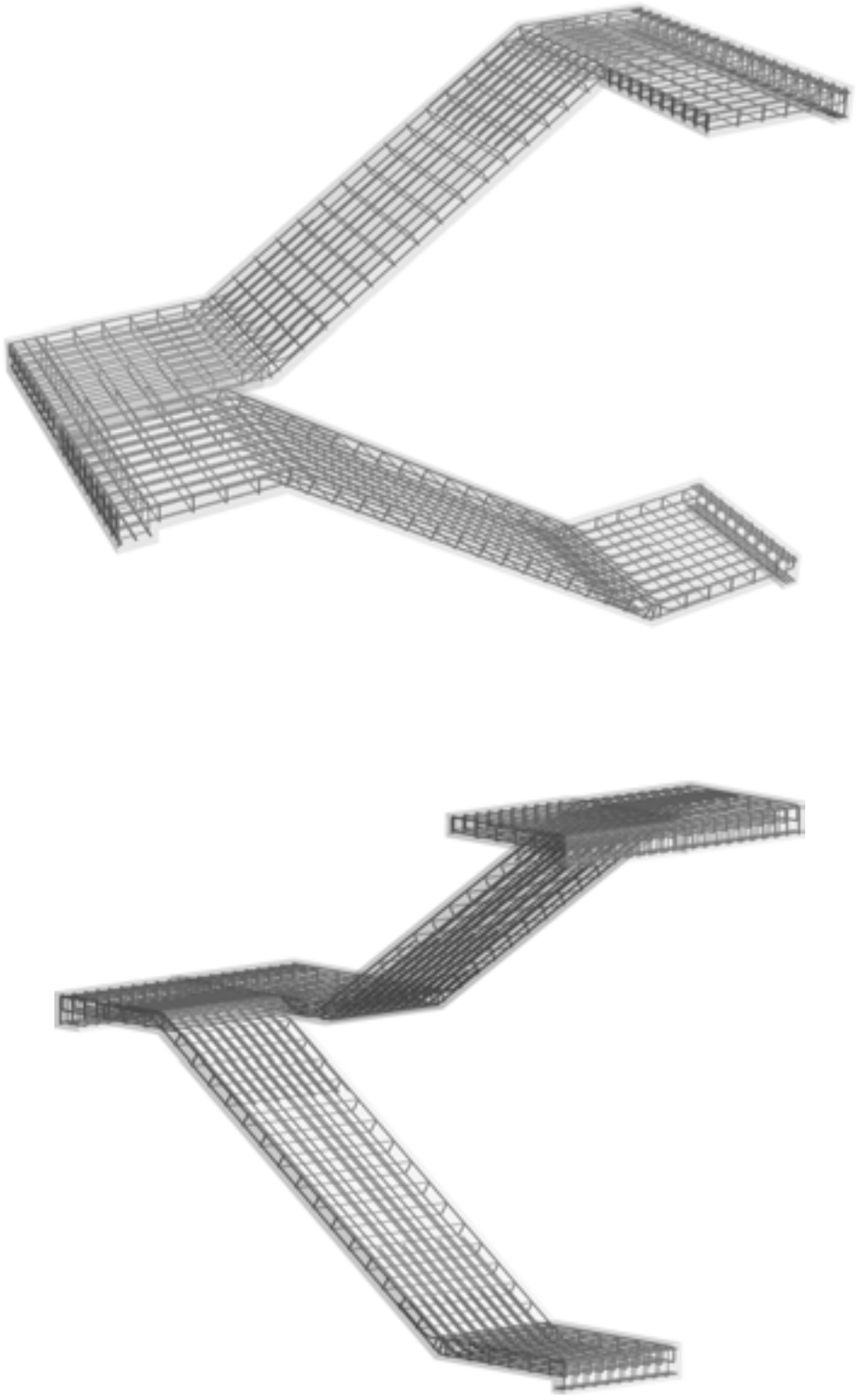
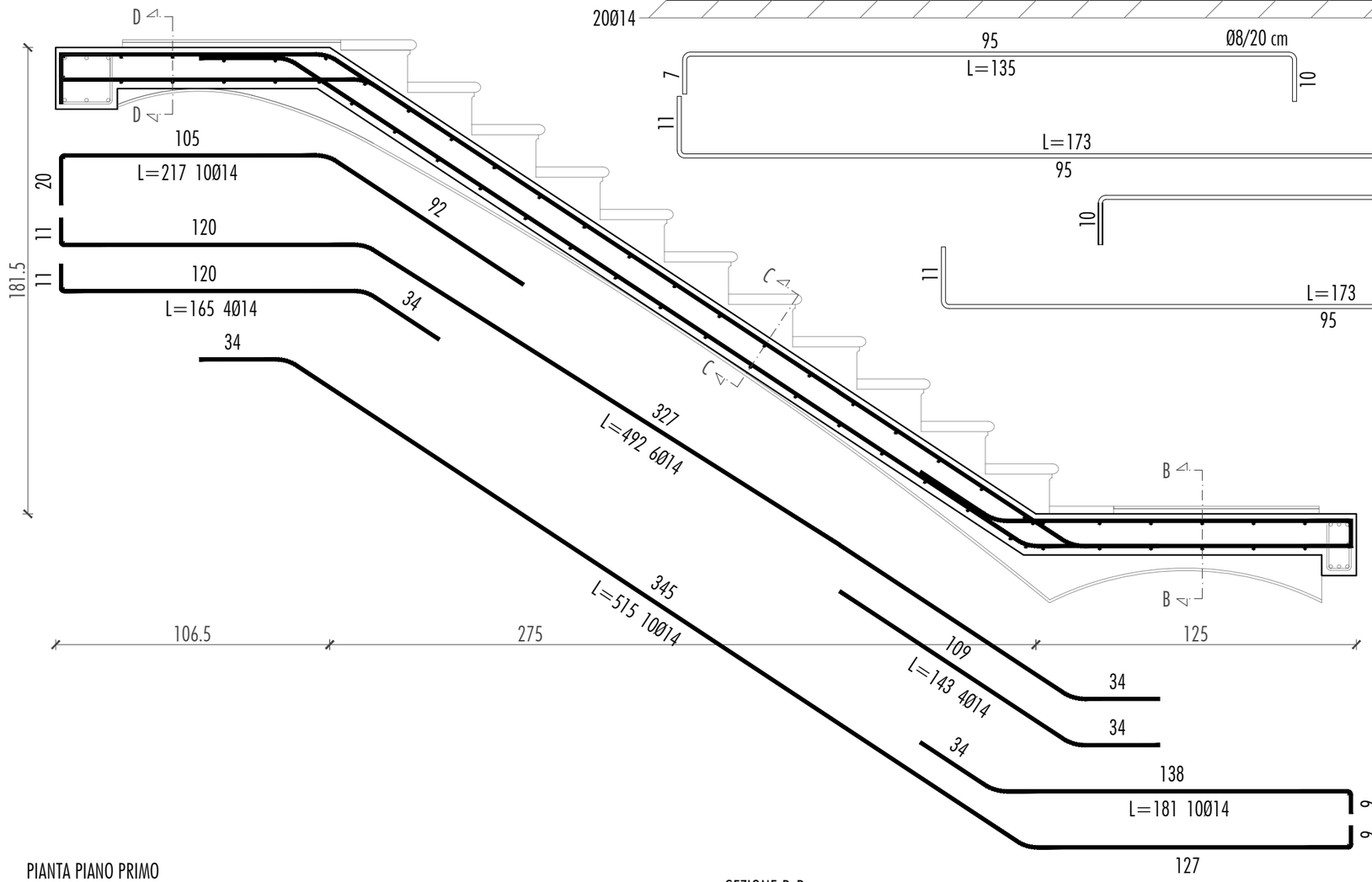


Fig. 5.23 – Viste 3d delle armature in riferimento alla sagoma della soletta in c.a..

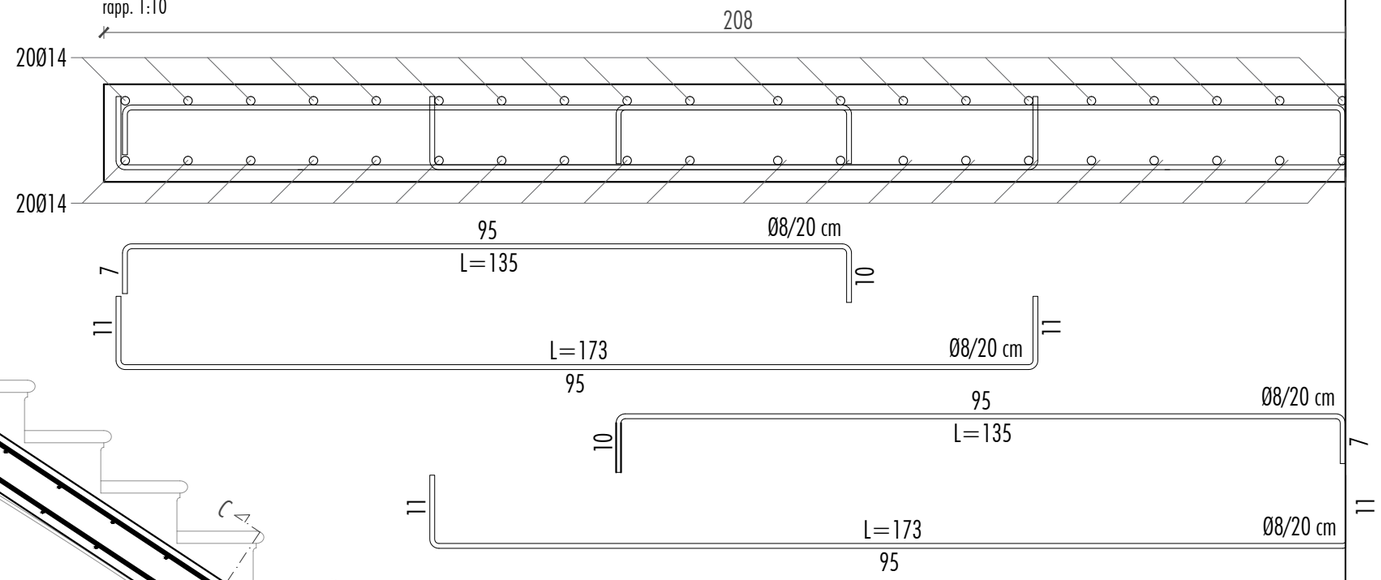
TRACCIATO ARMATURE RAMPA 1

VIALE E.DE AMICIS, 1

SEZIONE A-A
rapp. 1:20



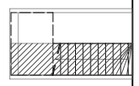
SEZIONE D-D
rapp. 1:10



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO: C25/30
ACCIAIO: B450C
PESO ACCIAIO: 7,85 Kg/dm^3

COMPUTO ARMATURE
RAMPA 1



Abaco armature: barre Ø8 mm

Ø	nr.	L [m]	L tot [m]	[kg/ml]	Peso tot [kg]
8	25	1,12	28	0,359	10,05
8	25	1,14	28,5	0,359	10,23
8	4	1,35	5,4	0,359	1,94
8	4	1,73	6,92	0,359	2,48

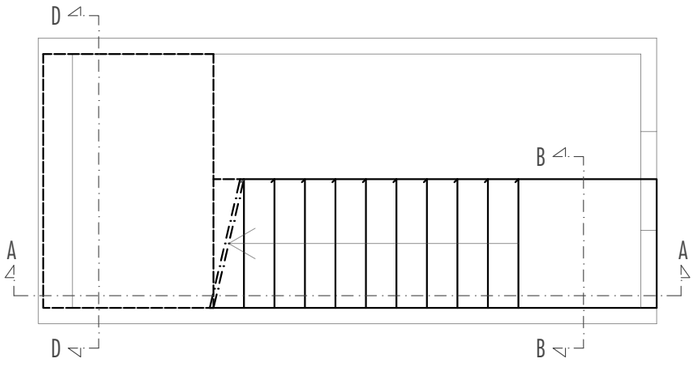
L tot : 68,82 m Peso tot : 24,70 kg

Abaco armature: barre Ø14 mm

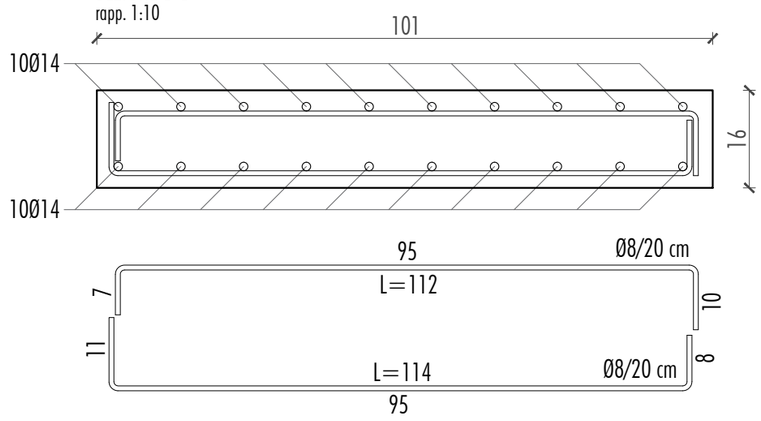
Ø	nr.	L [m]	L tot [m]	[kg/ml]	Peso tot [kg]
14	10	5,15	51,5	1,208	62,21
14	10	1,81	18,1	1,208	21,86
14	4	1,43	5,72	1,208	6,91
14	4	1,65	6,60	1,208	7,97
14	6	4,92	29,52	1,208	35,66
14	10	2,17	21,7	1,208	26,22

L tot : 133,2 m Peso tot : 160,83 kg

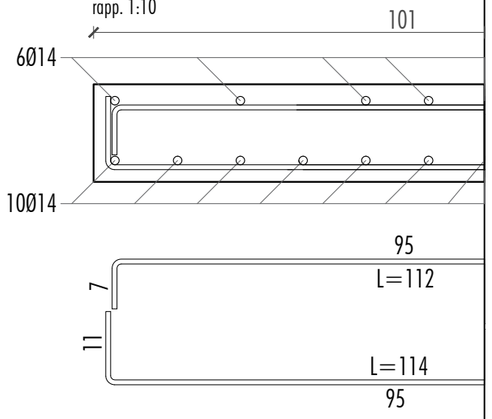
PIANTA PIANO PRIMO
rapp. 1:50



SEZIONE B-B
rapp. 1:10



SEZIONE C-C
rapp. 1:10



16

UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

16

Ø8/20 cm

8

10

Ø8/20 cm

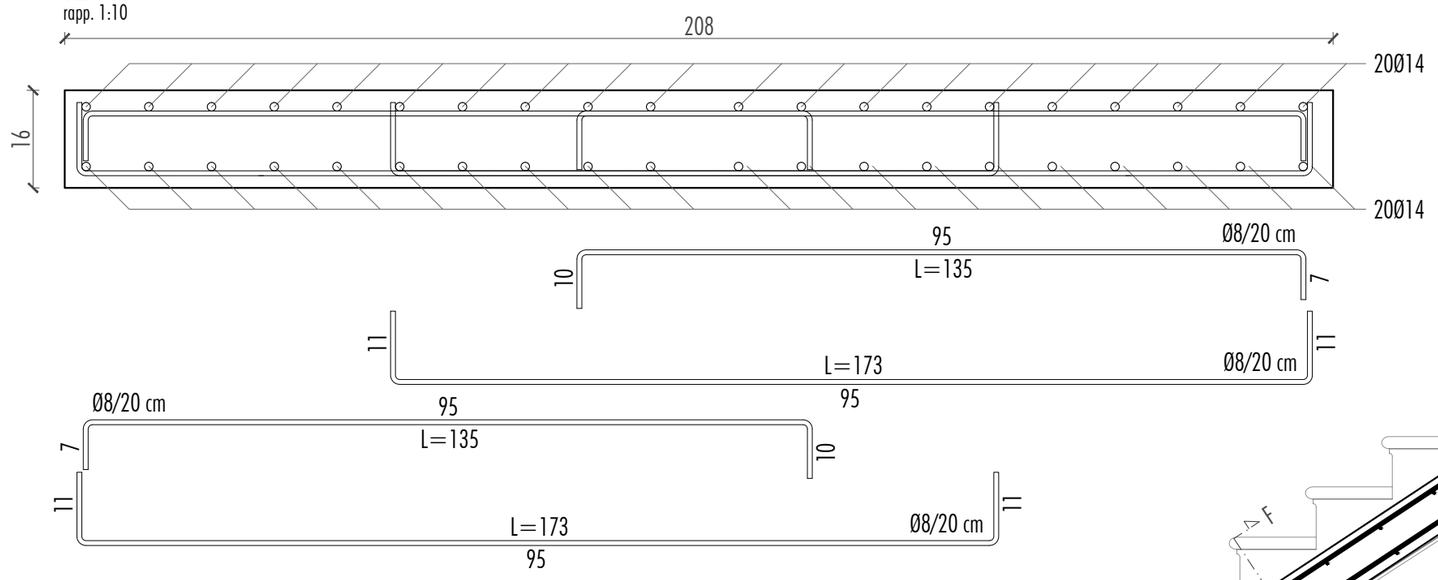
TRACCIATO ARMATURE SCALA

TAVOLA
SP06

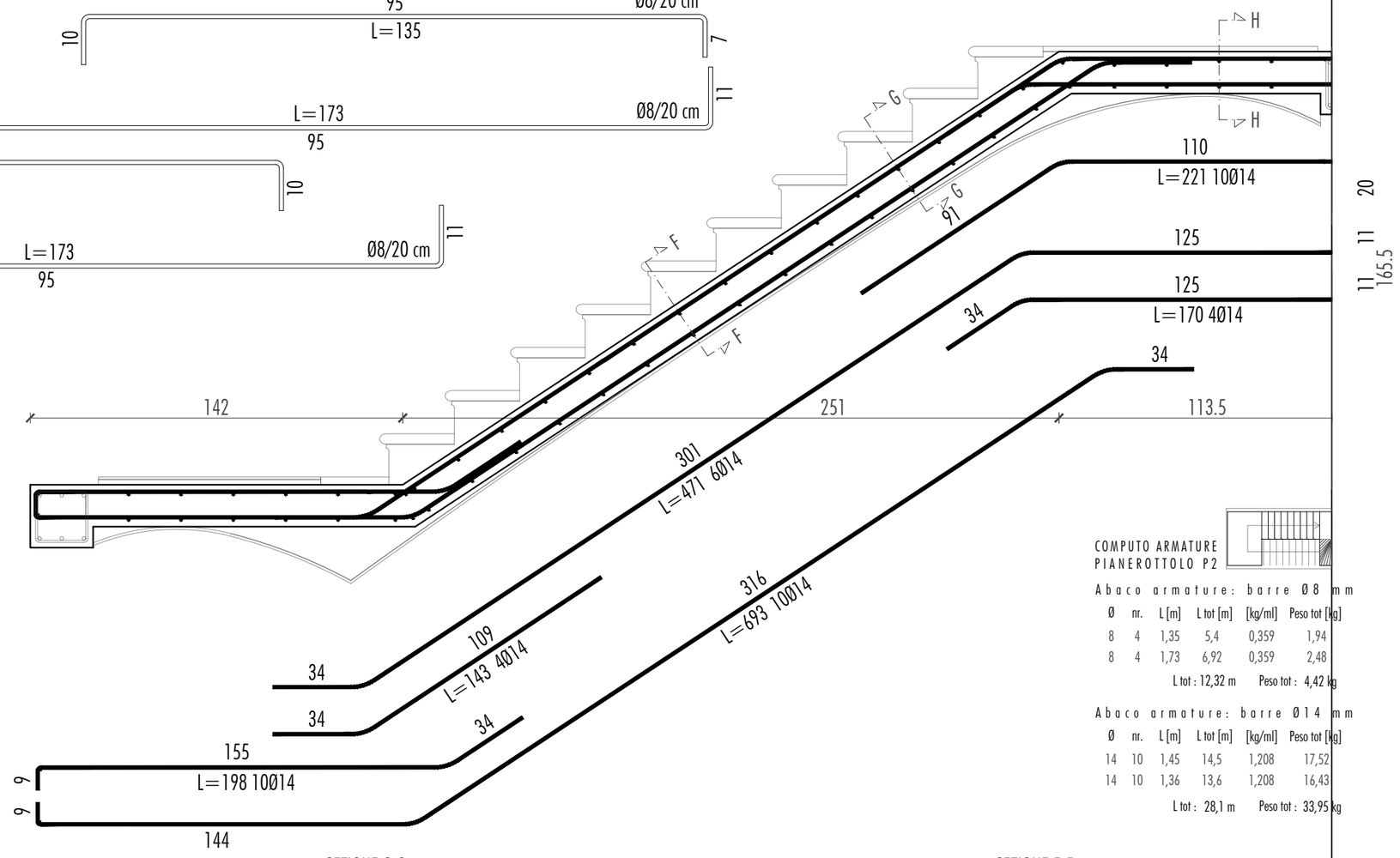
TRACCIATO ARMATURE RAMPA 2

VIALE E.DE AMICIS, 1

SEZIONE H-H
rapp. 1:10



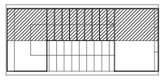
SEZIONE E-E
rapp. 1:20



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO: C25/30
ACCIAIO: B450C
PESO ACCIAIO: 7,85 Kg/dm^3

COMPUTO ARMATURE
RAMPA 2



Abaco armature: barre Ø8 mm

Ø	nr.	L [m]	L tot [m]	[kg/ml]	Peso tot [kg]
8	20	1,12	22,4	0,359	8,04
8	20	1,14	22,8	0,359	8,18
8	7	1,35	9,45	0,359	3,39
8	7	1,73	12,11	0,359	4,35

L tot : 66,76 m Peso tot : 23,96 kg

Abaco armature: barre Ø14 mm

Ø	nr.	L [m]	L tot [m]	[kg/ml]	Peso tot [kg]
14	10	6,93	69,3	1,208	83,71
14	10	1,98	19,8	1,208	23,92
14	4	1,43	5,72	1,208	6,91
14	4	1,70	6,8	1,208	8,21
14	6	4,71	28,26	1,208	34,14
14	10	2,21	22,1	1,208	26,70

L tot : 152 m Peso tot : 183,6 kg

COMPUTO ARMATURE
PIANEROTTOLO P2

Abaco armature: barre Ø8 mm

Ø	nr.	L [m]	L tot [m]	[kg/ml]	Peso tot [kg]
8	4	1,35	5,4	0,359	1,94
8	4	1,73	6,92	0,359	2,48

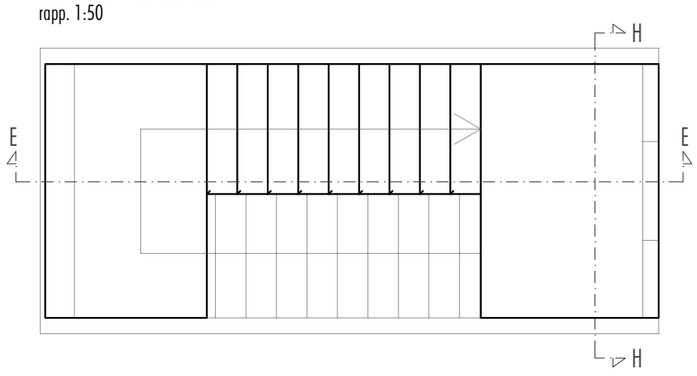
L tot : 12,32 m Peso tot : 4,42 kg

Abaco armature: barre Ø14 mm

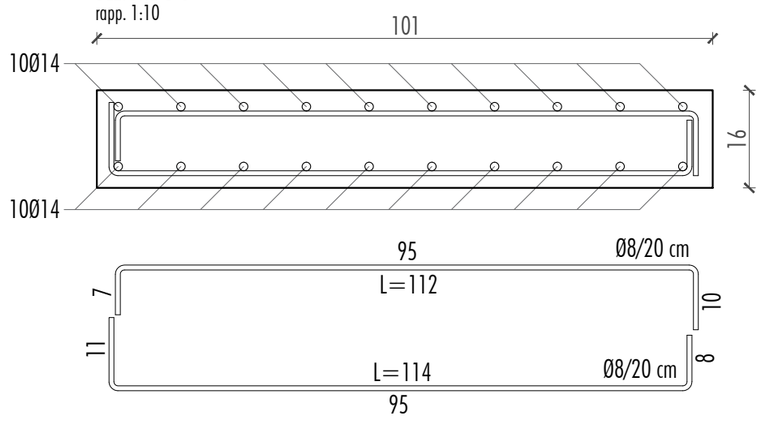
Ø	nr.	L [m]	L tot [m]	[kg/ml]	Peso tot [kg]
14	10	1,45	14,5	1,208	17,52
14	10	1,36	13,6	1,208	16,43

L tot : 28,1 m Peso tot : 33,95 kg

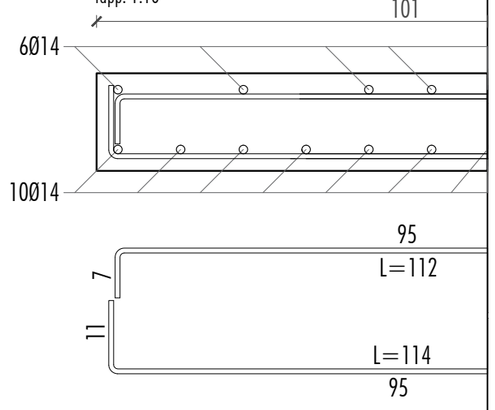
PIANTA PIANO SECONDO
rapp. 1:50



SEZIONE G-G
rapp. 1:10



SEZIONE F-F
rapp. 1:10



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

16

Ø8/20 cm

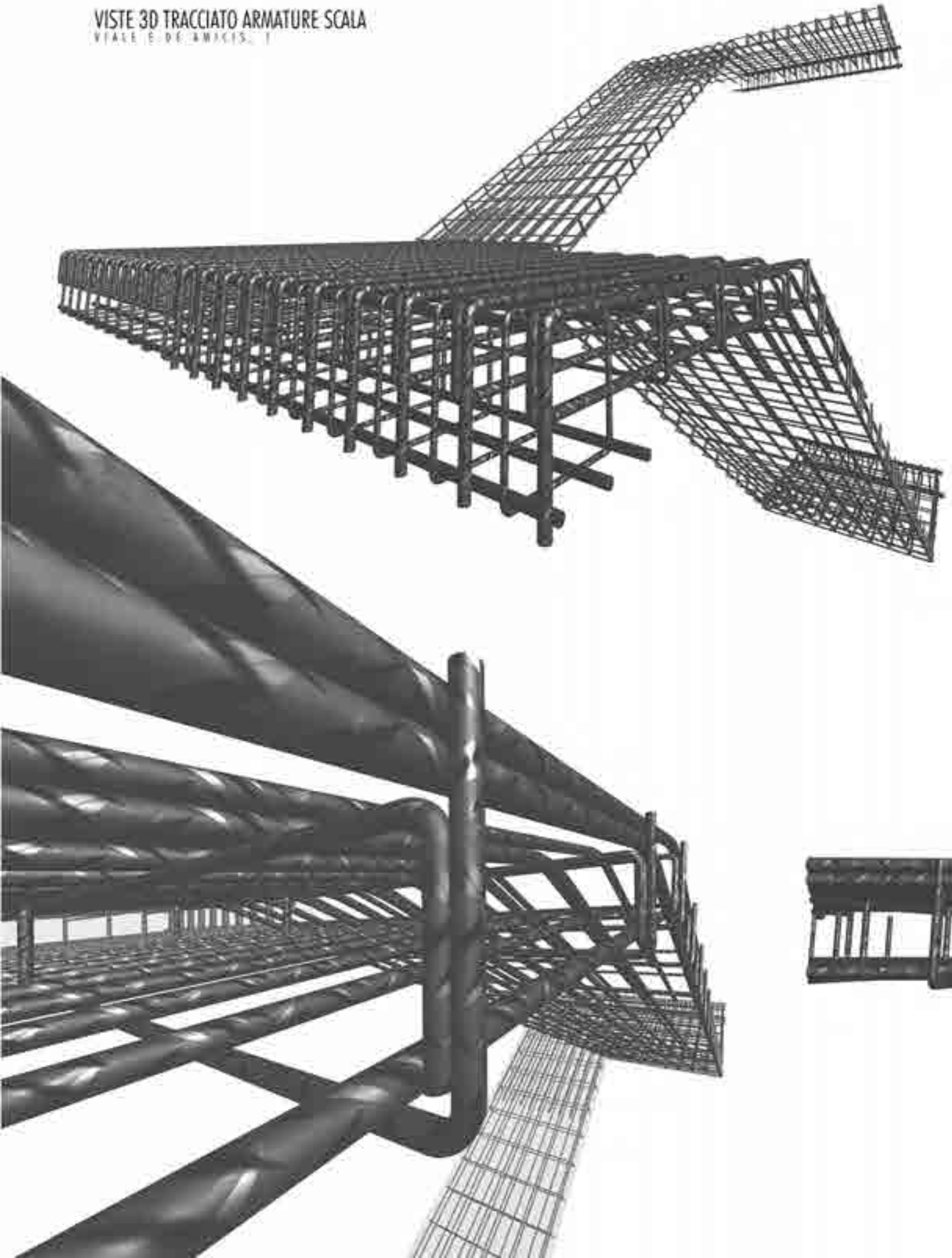
8 10

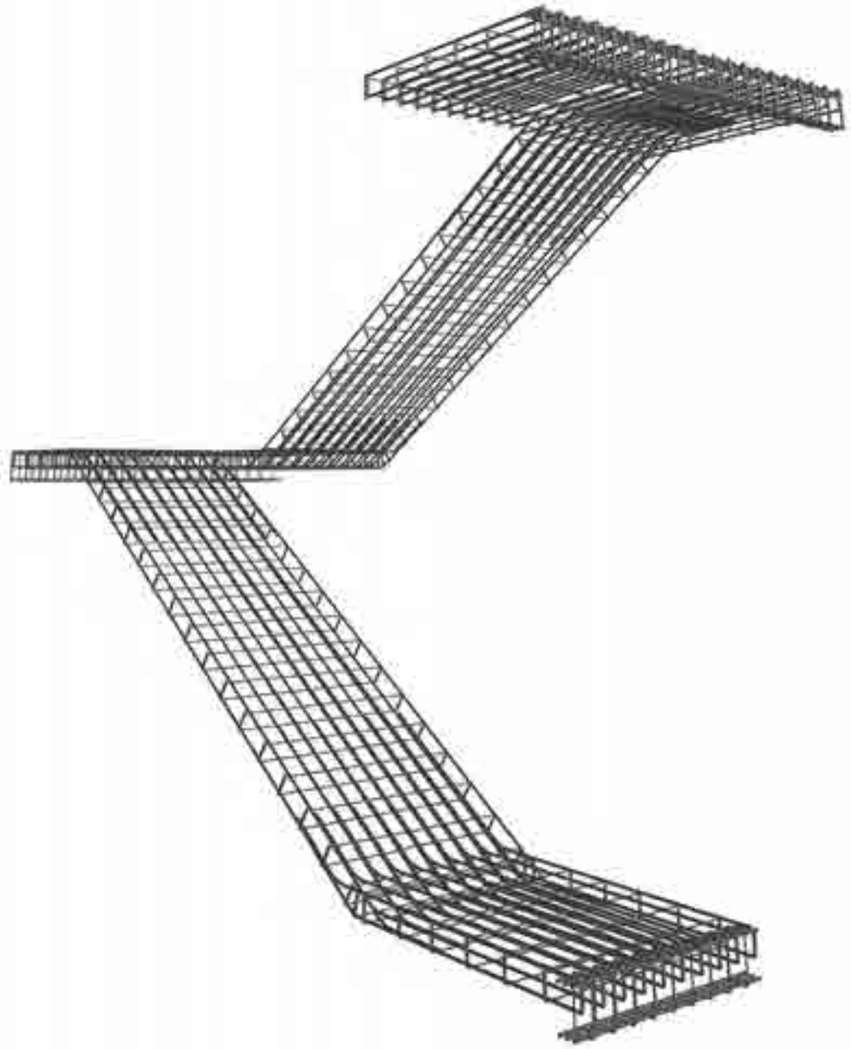
Ø8/20 cm

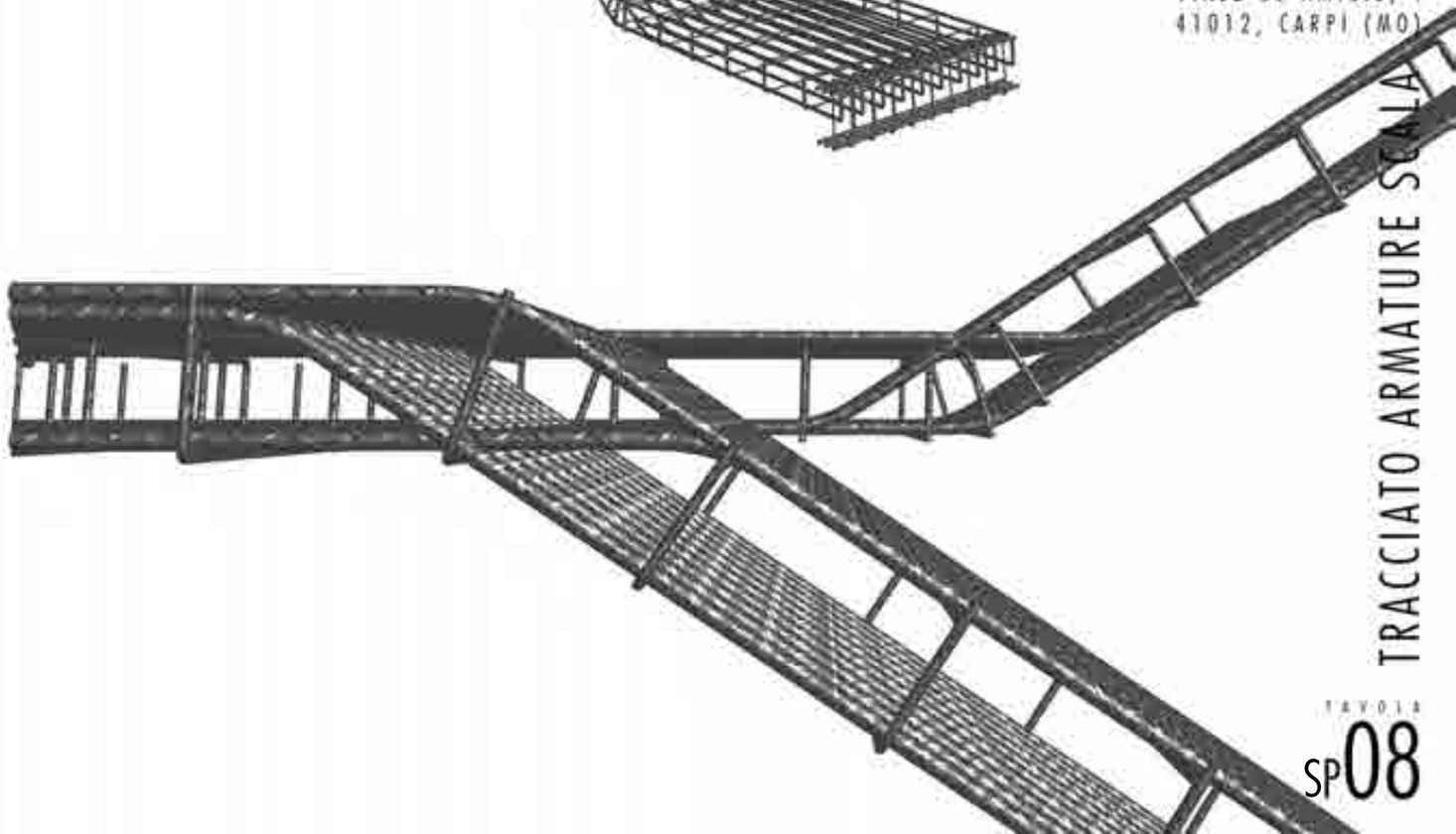
TRACCIATO ARMATURE SCALA

TAVOLA
SP07

VISTE 3D TRACCIATO ARMATURE SCALA
VIALE E. DE AMICIS, 1







UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE DI
MARCO ASCARI

RELATORE: CHIAR.MA PROF.SSA
CHIARA VERNIZZI

CORRELATORE: CHIAR.MO PROF.
ROBERTO CERIONI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

EX CANTINA SOCIALE DI CARPI

L'UTILIZZO DEL BIM NELLA GESTIONE DEL RILIEVO, DELLE VERIFICHE STRUTTURALI E DELLA PROPOSTA DI RIUSO FUNZIONALE

VIALE DE AMICIS, 1
41012, CARPI (MO)

TRACCIATO ARMATURE SCALA

TAVOLA
SP08

6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le considerazioni conclusive si concentrano sulla critica dell'utilizzo del BIM per lo svolgimento di tutte le operazioni. Il lavoro svolto infatti si è reso possibile grazie all'utilizzo dei numerosi software e applicativi citati nelle varie fasi operative, sia nella restituzione del rilievo, sia nella parte progettuale, sia nelle fasi di calcolo e verifica strutturale.
In particolar modo il software maggiormente utilizzato è stato l'applicativo Autodesk Revit per la modellazione 3D, il disegno tecnico e la renderizzazione dei materiali. L'interoperabilità del software è stata messa a dura prova dalla necessità di utilizzare altri applicativi che facessero riferimento alla modellazione svolta su Revit, esportata in vari formati e file.

6.1 Considerazioni riguardo il BIM

Il termine BIM è l'acronimo di Building Information Modeling, ovvero modellizzazione delle informazioni di costruzione. Con questa definizione si indica un metodo per l'ottimizzazione della pianificazione, realizzazione e gestione di costruzioni attraverso l'utilizzo di un software. Tramite esso tutti i dati rilevanti di una costruzione possono essere raccolti, combinati e collegati digitalmente. La costruzione virtuale è visualizzabile inoltre come un modello geometrico tridimensionale.
Il Building Information Modeling viene utilizzato sia nel settore edile per la progettazione e costruzione (architettura, ingegneria, impianti tecnici) come anche nel facility management.
Il BIM è dunque da intendersi come l'approccio più vicino alla realtà percepita dagli esseri umani. Attraverso gli applicativi BIM si può gestire il processo di sviluppo, crescita e analisi di modelli multi-dimensionali virtuali generati in digitale, sostenendo la comunicazione, la cooperazione, la simulazione e il miglioramento ottimale di un progetto, nel suo ciclo di costruzione e di vita.
Il termine BIM è la rappresentazione di un modello di dati diversi di un edificio relazionati alle diverse discipline che lo definiscono. I dati contenuti nel modello sono numerosi in quanto definiscono tutte le informazioni riguardanti uno specifico componente di una costruzione. In tal senso, un modello tridimensionale della geometria di un edificio utilizzato solo per simulazioni grafiche o di rendering non può essere considerato BIM.
Per essere definito tale un applicativo deve poter contenere qualsiasi informazione riguardante l'edificio o le sue parti. Le informazioni più comunemente raccolte riguardano la localizzazione geografica, la geometria, le proprietà dei materiali/componenti/sistemi e degli elementi tecnici, le fasi di realizzazione, le operazioni di manutenzione, lo smaltimento di fine ciclo.

6.2 Considerazioni riguardo Autodesk Revit

Revit è l'applicativo della casa Autodesk per la modellazione tridimensionale di impronta civile, che consente la progettazione attraverso la creazione di elementi di modellazione parametrica e di disegno. Tramite la parametrizzazione e la tecnologia 3D è possibile impostare la concettualizzazione di architetture e forme tridimensionali.

Revit rientra nell'elenco degli applicativi certificati redatto dall'associazione internazionale che si occupa della regolamentazione del BIM e che certifica l'interoperabilità dei software.
Uno dei punti di forza di Revit è quello di costruire il modello utilizzando elementi costruttivi, mentre in altri software analoghi la creazione delle forme è svincolata dalla funzione costruttiva e strutturale. Altra caratteristica di estrema importanza è quello quella di poter generare con estrema facilità viste prospettiche o assonometriche, che richiederebbero notevoli sforzi nel disegno manuale, come ad esempio la creazione di spaccati prospettici ombreggiati. Inoltre Revit implementa la possibilità di impostare le fasi temporali della vita della costruzione: stato di fatto e stato di progetto. Il ciclo di vita dell'opera costruita è definito dalla fase progettuale attraverso la fase di realizzazione fino a quella di uso e manutenzione.

Sulla base di queste vantaggiose caratteristiche si è effettuata la scelta di utilizzare Revit come software attraverso il quale sviluppare e completare il lavoro di restituzione del rilievo di un edificio di valenza storico-architettonica, testando l'operabilità e valutando le eventuali problematiche incontrate durante l'intero processo.
Le principali difficoltà e problematiche riscontrate durante la fase di restituzione, espresse in parte nei capitoli precedenti riguardanti la procedura seguita, si concentrano soprattutto nel concetto di creazione di oggetti vincolata alla funzione costruttiva, strutturale o di decoro. Per quanto il software proponga svariati tipi di elementi costruttivi, modificabili e parametrizzabili, non colma completamente le necessità per svolgere al dettaglio un processo di restituzione di un edificio che presenta irregolarità in ciascuna delle sue parti. Inoltre le particolarità costruttive di alcuni elementi le cui parti strutturali fungono anche da decoro complicano maggiormente lo svolgimento del lavoro.
Revit infatti è stato creato con un'impronta preponderatamene progettuale, dove la standardizzazione degli elementi classificati per famiglie e tipo, differenziati in base alla parametrizzazione, punta alla raccolta di informazioni concentrate elementi con proprietà specifiche, la cui modifica di parametri dimensionali, meterici o fisici risulti agevole e veloce, in base alle esigenze del progetto.
Nel caso della restituzione in esame però la modifica dei parametri dimensionali della maggior parte degli elementi risulta complessa e macchinosa, obbligando un abbondante utilizzo di modelli generici esterni non classificabili tra le scelte proposte dal software per funzione/struttura. Quindi si perde parzialmente il senso di utilizzare tale applicativo, che dovrebbe racchiudere in ciascun elemento tutte le informazioni e le proprietà relative.
Un'altra problematica riscontrata durante il lavoro di restituzione riguarda la scelta della tipologia della concezione progettuale. In origine Revit era suddiviso in diversi applicativi studiati appositamente per la progettazione architettonica, strutturale o impiantistica: ciascun programma era sviluppato in base alle differenti discipline. Oggi il software comprende tutte le versioni, accorpate in un unico programma, che contiene i tre moduli e un modulo di analisi.
Nonostante questo accorpamento delle discipline è necessario scegliere la modalità di restituzione: dal punto di vista architettonico o dal punto di vista strutturale. Nel primo caso l'edificio si compone di elementi suddivisi per tipologia architettonica (muri perimetrali, di spina, solai, copertura, ecc…) che presentano al loro interno una stratigrafia articolata comprendente tutte le

proprietà e informazioni del caso. La restituzione dal punto di vista strutturale invece si suddivide in elementi prettamente strutturali con continuità e singolarità materica ed elementi di rivestimento/finitura/decoro/servizio che completano l'involucro e gli interni dell'edificio.
Per ottenere un risultato ottimale della restituzione in tutte le sue parti fino al dettaglio è necessario dunque utilizzare entrambe le modalità, che risultano però parzialmente in contrasto tra loro.
Questa scelta risente fortemente dell'utilizzo finale per cui si effettua la modellazione. Se lo scopo è la pura rappresentazione architettonica e la simulazione grafica per ottenere render e/o inserimenti fotorealistici la scelta migliore e più adatta è la modalità architettonica. Se invece l'obiettivo finale è più improntato sul calcolo e sulla verifica strutturale dell'edificio è necessario modellare gli elementi portanti secondo la modalità strutturale, permettendo così la possibilità di esportare il modello in altri software compatibili per il calcolo strutturale.
In ultima considerazione bisogna tener presente che lo studio e la restituzione del degrado dei materiali non è agevolmente rappresentabile attraverso Revit. La possibilità di creare appositi tipi di materiali basati su raddrizzamenti di immagini modularmente ripetute aiuta alla resa realistica degli oggetti in fase di renderizzazione, ma non è sufficiente per implementare i segni del degrado e lo studio dell'azione degli agenti atmosferici. Nel caso in esame la limitazione del programma è stata parzialmente aggirata creando rifiniture e decalcomanie per i decori degli intonaci esterni ed interni. Un punto debole del programma è la qualità di rendering, che non è paragonabile a quella ottenibile con software di rendering dedicati e necessita quindi di altri applicativi per la manipolazione delle immagini realistiche.

Nella fase di lavoro progettuale invece il software ha risposto meglio alle esigenze di restituzione. Le modifiche per la trasformazione sono state agevoli e veloci, permettendo di ottenere in pochi passaggi gli elaborati tecnici e tematici; la divisione del lavoro in fasi, stato di fatto e stato di progetto, ha favorito la redazione degli elaborati di confronto tra parti demolite e parti in costruzione. L'unica problematica riscontrata è in riferimento al prolungamento della scala esistente, necessariamente redatto attraverso la modellazione di elementi generici esterni al progetto data la particolarità delle forme richieste per la continuità architettonica.

Nell'ultima fase di verifica strutturale l'applicativo BIM è stato molto utile e funzionale per il controllo delle stratigrafie e degli spessori delle parti strutturali, nel calcolo dei carichi dovuti ai pesi dei materiali e nel disegno tecnico tridimensionale delle armature dell'elemento progettato, permettendo così la progettazione del montaggio e il controllo del posizionamento di ogni singolo ferro, evitando sovrapposizioni o intersezioni.
Per quanto riguarda la verifica qualitativa della muratura portante dell'intero edificio la restituzione 3D non ha apportato alcun vantaggio aggiuntivo rispetto ad elaborati bidimensionali ricavabili con altri software. Nel caso invece di verifiche quantitative per il calcolo dei paramenti e delle relative resistenze la disponibilità di un modello 3D (esportabile in software appositi) agevolerebbe notevolmente la procedura.
In merito al calcolo strutturale delle due rampe a doppio ginocchio in soletta piena la disponibilità del modello tridimensionale non ha apportato alcun vantaggio: per una struttura semplice che si

sviluppa principalmente lungo due direzioni per uno spessore costante è sufficiente utilizzare software di calcolo bidimensionali.

6.3 Interoperabilità del software

L'interoperabilità di Autodesk Revit è stata messa a dura prova dalla necessità di utilizzare altri applicativi che facessero riferimento alla modellazione e restituzione svolta su Revit, esportata in vari formati e file.
Nella prima fase di restituzione del rilievo Revit ha permesso di svolgere la maggior parte delle operazioni assieme all'altro software sempre della casa Autodesk incentrato sulla modellazione vettoriale bidimensionale. AutoCad e Revit risultano essere molto compatibili, utilizzabili parallelamente nei vari passaggi per garantire un ottimo controllo dei dati e ottenere risultati ottimali. La possibilità di esportare e importare file di formati compatibili e vettoriali tra i due software permette di scegliere la modalità con cui raggiungere il risultato finale: la redazione di elaborati, impaginazioni, tavole tecniche e tematiche può essere effettuata attraverso entrambi gli applicativi, in base alle conoscenze di utilizzo dell'utente.
Nel caso in esame Revit è stato utilizzato per la creazione e la modellazione di tutti gli elementi da restituire, basandosi su piante di riferimento in formato DWG create in precedenza con AutoCad ed importate su Revit come linee di base su cui sviluppare il modello 3D. Terminata la modellazione gli elaborati tecnici bidimensionali sono stati esportati in formato vettoriale ed importati in AutoCad per essere impaginati, quotati, e settati secondo tipi di linea e spessori impostati per la stampa finale in formato PDF e cartaceo. Gli elaborati estraibili da Revit in formato DWG o DXF presentano la suddivisione di elementi in vista, in sezione o in proiezione, suddividendo gli oggetti in vari tipi di layer secondo le categorie di appartenenza. È necessario però effettuare un processo di pulizia dei vettoriali estratti a causa della sovrabbondanza degli elementi duplicati per sovrapposizione. Revit infatti si basa sul concetto di elementi tridimensionali inseriti in uno spazio e l'esportazione in DWG avviene attraverso la conversione degli elementi in linee bidimensionali in base alla vista e alla scala impostata per l'esportazione.
L'altro tipo di file esportabile da Revit sono le immagini raster in vari formati e qualità, per ottenere render o stampe in visualizzazione realistica e ombreggiata. Tale possibilità risulta molto utile per l'elaborazione e l'impaginazione di tavole tematiche ed inserimenti fotorealistici, anche tramite l'utilizzo di applicativi più improntati sulla manipolazione delle immagini, primo tra tutti Adobe Photoshop.
Revit inoltre presenta una sezione per la creazione di tavole con l'inserimento di cartigli modificabili e personalizzabili, ritagli delle viste da inserire nella scala prescelta, quotature, etichettature e tutto il necessario per giungere alla stampa dell'elaborato finale.
Le possibilità di scambio file e disegni tecnici utilizzando i due applicativi della casa Autodesk sono svariate garantendo un'interoperabilità completa.

Nella fase di progetto il programma più utilizzato in affiancamento ad Autodesk Revit ed AutoCad è stato Adobe Photoshop per realizzare gli inserimenti fotorealistici e manipolare i render estratti da Revit.

Dal punto di vista della simulazione grafica Revit ha buone capacità di render, senza eccellere però nella resa realistica degli elementi. Per ottenere risultati ottimali sarebbe necessario importare l'intero progetto nel software 3ds Max sempre della casa Autodesk, per generare render in viste prospettiche il più realistico possibile, settando i parametri legati all'illuminazione e alla resa dei materiali. L'interoperabilità è garantita anche in questo caso, così come per quasi tutti gli applicativi facenti parte il grande ecosistema Autodesk.
Nel caso in esame le simulazioni delle viste prospettiche sono state realizzate con impostazioni di base e velocità di render intermedia, per poi essere esportate in JPG o PNG. I raster così ottenuti sono stati importati in Adobe Photoshop per la manipolazione e l'inserimento degli elementi di contorno. Anche in questo caso dunque la possibilità di esportare le immagini raster in svariati formati garantisce un'ottima interoperabilità con qualsiasi altro software per la manipolazione grafica.

Nell'ultima fase di calcolo e verifica l'interoperabilità risulta inesistente, poiché sono stati utilizzati software per i quali non si è resa necessaria l'importazione di file o dati direttamente da Revit; le strutture calcolate su base bidimensionale sono talmente semplici da non richiedere un'importazione dal progetto tridimensionale delle geometrie e delle dimensioni. Per l'inserimento dei pesi dei materiali e dei carichi da calcolo non si estrapola nessuna informazione dall'applicativo Revit. Si sottolinea però che nel caso di verifiche strutturali più complesse che comprendano l'intero edificio o parti di esso è possibile l'esportazione del sistema strutturale tridimensionale in software di calcolo più avanzati, nei il grado di adattamento delle informazioni importate dipenderà dalla compatibilità di lettura dei formati estraibili dal Revit.

BIBLIOGRAFIA E RIVISTE

Archivio Storico Comunale di Carpi, Atti Comunicativi, 1923. *Progetto dell'architetto Alfio Guaitoli della palazzina per uffici della Cantina Sociale di Carpi*. Protocollo n. 1966. Carpi (MO).

Archivio Studio Ing. Santi Marc'Aurelio, 2002-2010. *Piano particolareggiato di iniziativa privata P.P.6 per l'area dell'Ex Cantina Sociale di Carpi*. Carpi (MO).

Bolognesi Cecilia, 2016. *La rappresentazione nell'era BIM oriented.* InGenio-web. Milano.

Borri Antonio, Paci Giuseppe. 2014. *Resistenza a taglio delle murature: prove diagonali e correlazione con l'Indice di Qualità Muraria IQM*. Perugia.

Cappello Stefania, Prandi Alfonso, 1973. *Carpi, tradizione e sviluppo*. Il Mulino. Bologna.

Carbone Ilario, Fiore Angela, Pistone Giuseppe. 2001. *Le costruzioni in muratura interpretazione del comportamento statico e tecniche di intervento*. Hoepli. Milano.

Cattaneo Sara, D'Antonio Tommaso, Pisani Andrea, 2019. *Consolidamento delle strutture guida ai criteri, ai materiali e alle tecniche più utilizzati*. Hoepli. Milano.

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Gazzetta Ufficiale, Serie Generale - n. 35. 2019. *Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma.

Colli Dante, 2004. *Quando la viticoltura diventa storia. Cantina Sociale di Carpi*. Carpi (MO).

Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Gazzetta Ufficiale, Serie Generale - n. 42. 2018. *Norme tecniche per le costruzioni.* Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma.

Ferrari Armando, 1956. *Diario dell'andamento dei lavori per l'ampliamento della cantina*. Fondo geom. A. Ferrari, Carpi (MO).

Lo Turco Massimiliano, 2015. *Il BIM e la rappresentazione infografica nel processo edilizio. Dieci anni di ricerche e applicazioni*. Aracne. Ariccia (RM).

Pavan Alberto, Mirarchi Claudio, Giani Matteo, 2017. *BIM: strumenti e metodi. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*. Tecniche Nuove. Milano.

Saetti G., 1932. *La prima Società per la lavorazione cooperativa delle vinacce*. Roma.

SITOGRAFIA

www.3digitallab.com/videocorsi/revit-architecture
www.artefascista.it/guaitoli_alfio
www.autodesk.it
www.bimobject.com
www.bimportale.com
www.bimstore.co
www.cantinadicarpiesorbara.it/la-cantina/storia
www.cnt.rm.ingv.it
www.comune.carpi.mo.it
www.costruttoriediliriuniti.it
www.ctrl-z.it/sezione-architettonica-photoshop
www.davidecicchini.it/fogli-di-calcolo-per-costruzioni-in-muratura
www.delibere.comune.carpi.mo.it
www.design.rootiers.it
www.emidius.mi.ingv.it/GNDT
www.fernandolugli.it/
www.gelfi.unibs.it/software/programmi_studenti
www.geoindustrie.com/murature
www.google.it/maps
www.hilti.it
www.incarpi.info
www.ingegneri.info/
www.ingegneriaedintorni.com/2017/05/il-legno-negli-edifici-storici
www.issuu.com
www.it.cleanpng.com
www.itcgalilei.gov.it/materiali_Studio
www.iuav.it
www.madosoft.it
www.modlar.com
www.oppo.it/tabelle/profilati_ipe
www.paolosottile.it/NTC2018
www.prg.carpidiem.it
www.reluis.it
www.sit.comune.carpi.mo.it
www.tecnaria.com/solai-in-acciaio
www.teknoring.com
www.unieco.it/immobili/area-carpi-ex-cantine/
www.voce.it/it/rubrica/Carpi-area-ex-Cantina
www.wikipedia.org