

POLITECNICO DI TORINO
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

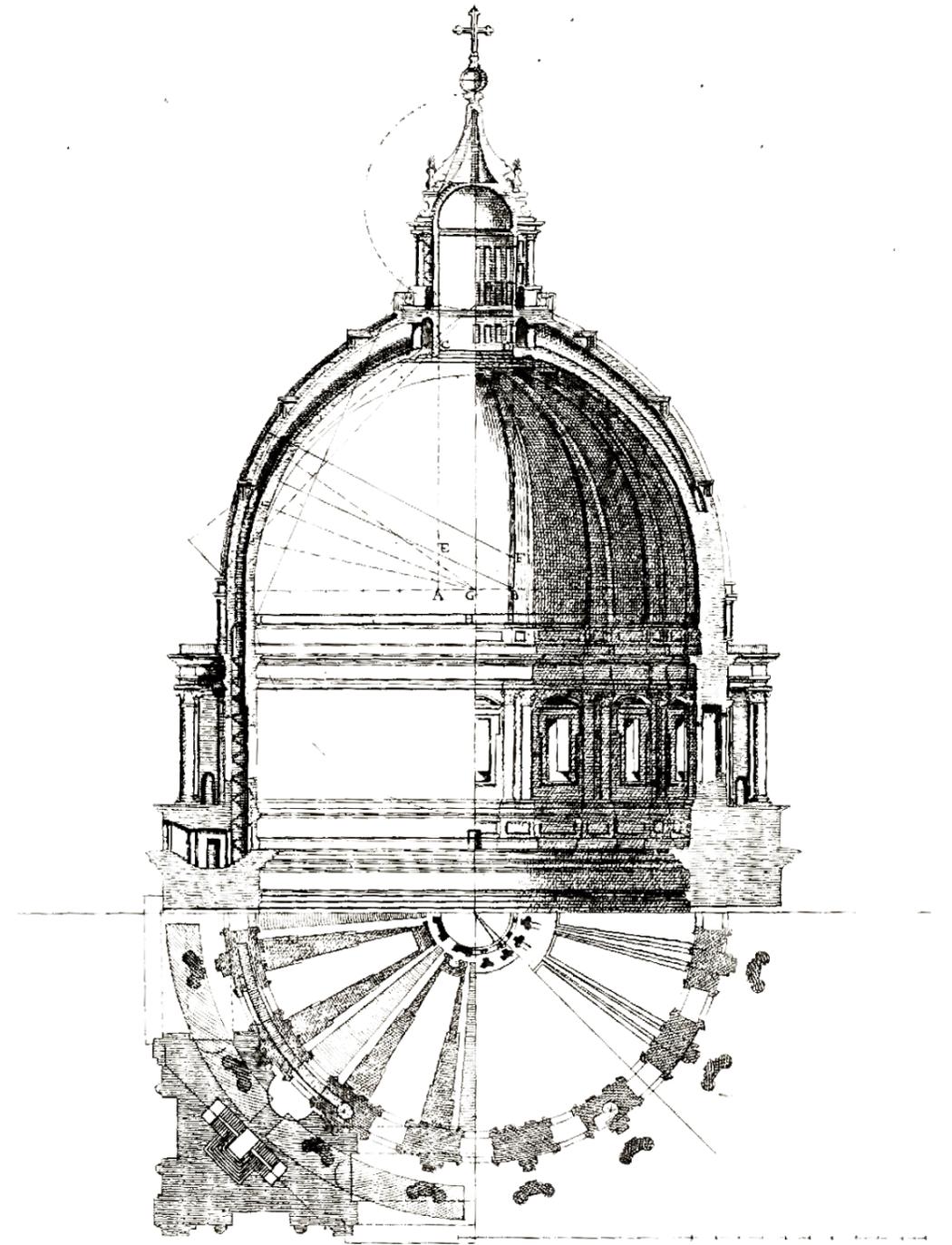
Tesi di Laurea Magistrale
Indagine conoscitiva della vulnerabilità sismica finalizzata al progetto di restauro
del Collegio dei Catecumeni di Bernardo Vittone in Pinerolo.



Relatore
professore Carlo Luigi Ostorero
Corelatore
professore Gian Paolo Cimellaro

Candidato
Simone Gramaglia

Anno Accademico 2020/2021



“DEVE PERTANTO IL GENIO DELL’ARCHITETTO ESSER LIBERO E PER QUANTO BENE POSSANO AVER PENSATO, GLI PREANDATI VALENTI ARCHITETTI, NO, NON V’HA RAGIONE, CHE CI PERSUADA, CHE MIGLIORARE IN QUALCHE MODO NON SI POSSANO I LORO PENSIERI; NÒ NON È CREDIBILE CHE IL FONTE DELL’INVENZIONE CHIUSO TROVASI PER GLI UOMINI MODERNI E LORO POSTERI.”

INGEGNER BERNARDO ANTONIO VITTONI



La tesi affronta lo studio per il recupero e la rifunzionalizzazione a destinazione museale del Collegio dei Catecumeni di Pinerolo, edificio barocco realizzato nella seconda metà del '700, più comunemente noto come Palazzo Vittone, in onore del suo progettista.

La tematica del recupero si è sviluppata seguendo da una parte l'indagine conoscitiva materiale e funzionale dell'edificio e da un'altra parte l'indagine circa la sua componente strutturale per valutarne la vulnerabilità sismica alla luce della più recente normativa.

Nella prima parte vengono sviluppati analisi e studi derivati da ricerche archivistiche e bibliografiche che insieme a osservazioni acquisite nel corso dei sopralluoghi hanno contribuito alla costruzione di una cronologia della fabbrica, la cui testimonianza documentale si è rivelata scarsa e incompleta. Un'indagine filologica ha quindi esaminato i documenti disponibili, mentre un'ipotesi congetturale ha proposto la ricostruzione dell'evoluzione storico costruttiva dell'edificio, dal primo progetto al suo stato attuale.

Nella seconda parte viene trattato l'argomento dell'indagine circa la vulnerabilità sismica dell'edificio. Questo tipo di indagine applicata ad un edificio storico comporta approfondimenti di notevole complessità legati alla vasta gamma di materiali e metodi costruttivi storici. La ricerca ha quindi evidenziato quanto unico e irripetibile sia il singolo caso di studio applicato ad un organismo edilizio quantunque quest'ultimo possa ricollegarsi ad una famiglia tipologica e costruttiva omogenea.

Un efficace modello di calcolo è stato realizzato attraverso il software 3Muri (STADData) specializzato nello studio di edifici antichi realizzati in muratura e grazie alle analisi eseguite si è osservato che Palazzo Vittone presenta una più che discreta capacità di risposta agli eventi sismici, anche in paragone ad edifici realizzati più recentemente. L'ultimo tema sviluppato nell'analisi della vulnerabilità sismica riguarda il comportamento complessivo della struttura in un quadro di post-intervento. Nell'ipotizzata realizzazione di un nuovo corpo scale e di un sistema di accesso verticale meccanizzato si è riusciti a dimostrare che le integrazioni apportate alla struttura porterebbero ad un miglioramento delle condizioni di staticità, dando in questo senso un valore aggiunto al progetto globale di restauro e rifunzionalizzazione.



This thesis deals about the restoration design of an 18th century's building called Collegio dei Catecumeni in the city of Pinerolo. Nowadays this baroque palace is known as Palazzo Vittone from the name of its author, the engineer architect Antonio Bernardo Vittone.

The refurbishment resource was developed following a strict survey over the building construction techniques and layout. Moreover was investigated its structural design to evaluate its seismic behavior.

In the first chapter were consulted historical archives to make a comparison with the information acquired during the visit on site with the goal of recreating a chronology of the building. A detailed inquiry on the available documents was added to a reconstructive hypothesis describing the historical building life's evolution, from the original design to the current state.

In the second part of the resource it is investigated the structural consistency and its seismic strength. The resource has pointed out the unicity that each building presents when it is investigated under this point of view. A calculation model was developed using a software called 3Muri (STADData) that is specific for masonry building. The analysis showed that Palazzo Vittone's seismic behavior is quite good also compared to more modern buildings. At last it was checked the seismic behavior supposing that the shortest side of the building should be sided by side with a new steel structure containing new elevator and new staircases to reach all the building floors. With this addition the seismic behavior is improved and this demonstrates that the functional refurbishment of the vertical distribution is useful both for a more safe use of the building as for the structural behavior of the building itself.

CAPITOLO 0 - INTRODUZIONE	1
---------------------------------	---

PARTE I

CAPITOLO 1 - IL BAROCCO E VITTORE

1.1 Introduzione al Barocco.....	2
1.2 La vita di Vittone.....	4
1.3 L'architettura di Vittone.....	5

CAPITOLO 2 - L'ANALISI FILOLOGICA DI PALAZZO VITTORE

2.1 Cenni storici che precedono la fondazione dell'Ospizio dei Catecumeni.....	7
2.2 Rifugio dei Catecumeni.....	7
2.3 L'Ospizio dei Catecumeni, Origine e Vicende.....	7
2.4 La visita del Mellarede.....	8
2.5 L'Intendente Ottavio Avenato del Lingotto.....	9
2.6 Vittone processato e assolto.....	9
2.7 La piazza d'Armi.....	9

CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTORE

3.1 Storia di Pinerolo.....	10
3.2 Il progetto originale di Vittone.....	12
3.3 Le architetture dei ricoveri vittoniani.....	13
3.4 Confronto con diverse architetture barocche.....	18
3.5 L'evoluzione della fabbrica.....	19
3.6 Analisi del Palazzo attraverso il contesto.....	23
3.6.1 Il progetto per la Piazza d'Armi.....	23
3.6.2 L'evoluzione del Palazzo nel suo contesto.....	25

CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTORE OGGI

4.1 Le facciate.....	30
4.2 Piano interrato.....	31
4.3 Piano terra.....	33
4.4 Piano ammezzato.....	35
4.5 Piano Nobile.....	37
4.6 Piano secondo.....	40
4.7 Sezioni e prospetti esistenti.....	42

PARTE II

CAPITOLO 5 - IL MATERIALE MURATURA

5.1 Introduzione al materiale muratura.....	45
5.2 Proprietà e comportamento meccanico della muratura.....	46
5.3 Comportamento sismico delle strutture in muratura.....	49
5.3.1 Accenni di sismologia.....	49
5.3.2 Natura oscillatoria degli edifici.....	50
5.3.3 Comportamento sismico delle strutture in muratura.....	50

CAPITOLO 6 - LA NORMATIVA E LE ANALISI SISMICHE

6.1 La normativa sismica per il patrimonio edilizio.....	53
6.2 Analisi sismiche.....	54
6.3 La sismicità nel pinerolese.....	55

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON 3MURI

7.1 Introduzione al software e metodo di calcolo.....	56
7.2 Input del modello.....	57
7.3 Definizione telaio equivalente.....	61
7.4 Analisi push-over.....	61
7.4.1 Analisi statica di controllo.....	61
7.4.2 Impostazioni parametri del sito.....	62
7.4.3 Analisi di vulnerabilità sismica.....	62
7.4.3.1 Analisi 1.....	65
7.4.3.2 Analisi 8.....	67
7.5 Analisi pressoflessione fuori dal piano.....	69
7.6 Analisi post-intervento di rifunionalizzazione.....	70
7.6.1 Descrizione dell'intervento.....	70
7.6.2 Risultati delle analisi post-intervento.....	71
7.7 Analisi meccanismi locali.....	73

BIBLIOGRAFIA.....	76
-------------------	----

Con il seguente lavoro di tesi si intende affrontare uno studio multidisciplinare sull'Ospizio dei Catecumeni di Pinerolo, un importante edificio barocco, realizzato nella seconda metà del '700 e disegnato da Antonio Bernardo Vittone. Questo palazzo, noto a tutti i pinerolesi come Palazzo Vittone, nel corso del tempo ha subito diverse trasformazioni, assecondando le varie destinazioni d'uso che si sono susseguite, da collegio dei catecumeni a edificio scolastico e museale. Attualmente l'edificio è in parte abbandonato, infatti dal 2005, anno in cui il liceo si è trasferito nella sua attuale sede, il piano nobile e l'ultimo piano sono inutilizzati.

Durante il corso di Recupero e Conservazioni degli Edifici, venne affidato come tema d'esercitazione la rifunzionalizzazione museale del palazzo, prevedendo anche di modificare la disposizione dei due attuali musei presenti, il Museo Etnografico e la Pinacoteca Civica e il collocamento della collezione di Arte Preistorica.

Il progetto di recupero necessita che vengano affrontate numerose tematiche, tra le quali vi è l'analisi sismica dell'opera, oggetto di questa tesi. Il tema della risposta sismica degli edifici storici è un tema molto complesso, in quanto ogni caso studio si presenta unico per tipologia di materiali utilizzati e tecniche costruttive adottate.

Per sviluppare al meglio questo studio è stato necessario seguire in parallelo un'analisi conoscitiva dell'opera in esame, in quanto il poco materiale a nostra disposizione si è rivelato scarso ed incompleto.

Nella prima parte di tesi vengono riportati i risultati del rilievo filologico-congetturale, filologico in quanto sono state consultate varie documentazioni storiche che hanno portato allo sviluppo di ipotesi e congetture. Da quest'ultime è stato possibile ricostruire l'evoluzione storica della fabbrica, delle varie fasi di costruzione e le motivazioni delle modifiche a cui l'edificio è stato sottoposto.

Successivamente viene fatta una panoramica sullo stato di fatto dell'edificio, dove le piante presentate sono state aggiornate e completate durante i primi sopralluoghi a Palazzo Vittone. Insieme ai disegni sono riportate anche le fotografie degli esterni e degli spazi interni.

Questa prima parte di tesi è stata sviluppata in comune con i colleghi Alex Galetto, Marianna Lopez e Alessia Ricco i quali hanno successivamente seguito altre tematiche del progetto di restauro.

La seconda parte della tesi, come accennato precedentemente, si occupa dell'aspetto della vulnerabilità sismica della struttura. Dopo un'introduzione al materiale muratura e alla normativa che lega l'aspetto della sismicità agli edifici storici e vincolati viene descritto il percorso adottato per eseguire le analisi sull'edificio, spiegando il funzionamento di 3Muri, un software della STADa finalizzato allo studio di edifici antichi realizzati in muratura. Dunque, è stato possibile eseguire analisi sul comportamento globale della struttura, la quale si è rivelata avere una capacità di risposta positiva in rapporto all'epoca in cui è stata realizzata. Attraverso lo stesso programma sono state eseguite anche analisi locali, simulando collassi di alcune porzioni di edificio, anche se attraverso analisi visive non è emersa la presenza di fratture o deformazioni che possano generare questo genere di problematiche. Come ultima verifica sono state rieseguite le analisi sulla struttura alla quale è stato aggiunto un nuovo corpo scala in acciaio, previsto dal progetto di recupero per adempire alle richieste delle normative in termini di sicurezza, il quale ha restituito un aumento della capacità di risposta agli eventi sismici che l'opera globalmente è in grado di offrire.

Viene così maggiormente validato il progetto previsto per la rifunzionalizzazione di Palazzo Vittone a polo museale di rilievo per la città di Pinerolo.

1.1 Introduzione al Barocco

Fra il Seicento e il Settecento, mentre a reggere lo Stato Sabauda si succedevano, a partire da Carlo Emanuele I, varie dinastie regie, Torino e il Piemonte acquisivano un volto prettamente barocco, ovvero, un volto plasmato da quel linguaggio artistico che caratterizzò i secoli XVII e XVIII e che a partire dal tardo Ottocento è stato chiamato "Barocco". Un linguaggio che, nato a Roma, incontrò la benevolenza delle classi dirigenti di tutta l'Europa, che ne intuirono le grandi potenzialità ai fini della promozione della propria immagine, della dinastia e dello Stato.

Il risultato di tutto ciò è che oggi in Piemonte, in tutte le sue province, a partire da Torino fino a Vercelli, al Monferrato, alle Langhe, a Pinerolo e alla Valsusa, non esiste luogo dove non faccia bella mostra di sé una chiesa parrocchiale, un santuario, un palazzo nobiliare, un istituto caritativo improntato ai canoni di quello stile architettonico.

L'origine del cambiamento è cominciata da una precisa data: il 7 Febbraio 1563, giorno in cui il duca di Savoia Emanuele Filiberto, con la corte e gli organi direttivi dello Stato, fece il suo ingresso ufficiale in Torino, nuova capitale del Ducato.

Fino a quel momento Torino era stata un piccolo centro senza alcun peso politico ed economico. "Era racchiusa nella cerchia romana dominata dai quattro bastioni eretti dai francesi agli angoli delle mura romane. Aveva aspetto antico, con le strade strette e pochi spazi aperti: il Rinascimento un solo monumento degno aveva dato, il Duomo, eretto alla fine del Quattrocento dal toscano Meo del Caprino. Non vi erano palazzi in cui il Duca potesse alloggiare convenevolmente" (F. Cognasso). Poiché nemmeno l'odierno Palazzo Madama, ovvero l'antico castello degli Acaja, era sufficientemente grande, il Duca si stabilì nel palazzo vescovile che ristrutturò a tale scopo, rinviando a tempi successivi la costruzione di una residenza più adeguata. Questo poiché il Duca ritenne opportuno in quel momento investire i non rilevanti fondi statali nelle fortificazioni militari, e soprattutto nella costruzione della poderosa Cittadella.

Il processo di trasformazione iniziò con Carlo Emanuele I. A differenza dell'austero genitore, Carlo Emanuele dedicò ogni sforzo alla creazione di un ambiente cittadino ed extracittadino all'insegna della magnificenza, al fine di fornire un'immagine di grandezza dinastica ai sudditi e alle altre case regnanti. Sul luogo dell'antico palazzo del vescovo Ascanio Vittozzi, architetto militare e civile, nato a Orvieto il 1539 e morto a Torino il 23 ottobre 1615, progettò il Palazzo Ducale. Successivamente creò piazza Castello, ampliò la città verso sud-est, costruì il primo tratto della Via Nuova, ovvero via Roma, e l'odierna via di Palazzo di Città e dotò di ampi portici tutte le vie principali. L'architetto orvietano costruì anche le chiese dei Cappuccini, del Corpus Domini e della Trinità e il santuario-mausoleo di Vicoforte.

Il suo allievo Carlo di Castellamonte, uno tra i primi patrizi piemontesi professionalmente attivo nell'architettura, completò la via Nuova e costruì piazza San Carlo sulla quale, insieme alla chiesa omonima, si affacciavano i palazzi delle nobili famiglie piemontesi da poco inurbatesi.

esigenze ludiche dei duchi e della corte, ovvero le ville Miraflorese e del Regio Parco, e i castelli di Lucento, Moncalieri, Rivoli, Giaveno ed Agliè.

Maria Cristina di Francia, dopo la morte di Vittorio Amedeo I reggente dello stato sabauda in quanto Carlo Emanuele II era ancora troppo giovane per regnare, incaricò Carlo di Castellamonte della costruzione del castello del Valentino, che divenne la sua residenza abituale, e il frate Andrea Costaguta, suo architetto di fiducia, di una villa in collina, ovvero la "Villa della vigna della Regina", mentre favoriva e finanziava la costruzione di numerose chiese ad opera dello stesso Costaguta e di altri architetti: a Torino San Francesco da Paola, Santa Teresa, Santa Cristina, San Salvatore, mentre a Chieri il santuario dell'Annunziata e la chiesa di Santa Maria della Pace; a Collegno la Certosa.

Anche le famiglie nobili svolsero un ruolo importante costruendo casa e palazzi; infatti queste ultime, abbandonata la provincia, si concentrarono nella nuova capitale in cerca di retribuzioni presso la corte, l'amministrazione, l'esercito e la Chiesa. Predisposero a Torino i loro conventi e le loro chiese le nuove Congregazioni e i nuovi Ordini religiosi germogliati dalla Controriforma cattolica: la Compagnia di Gesù; i Barnabiti; i Carmelitani Scalzi. Le nuove confraternite vi eressero i loro oratori, talvolta molto semplici, altre volte più prestanti, con impiego di artisti di valore che spesso crearono veri e propri capolavori.

Cresceva anche la popolazione nel suo complesso: da circa 14000 abitanti nel 1583 a circa 24000 abitanti nel 1614 con aumento del 71%.



Immagine 1 Vista di Piazza Castello.



Immagine 2 Vista dall'alto del centro di Torino all'inizio del XVIII secolo.

Essi arrivavano non solo da Milano e dalla vicina Genova ma anche dal Veneto e da Firenze, oltre che dalla Francia e dalle Fiandre. Tutto ciò non poteva non avere riflessi rilevanti in campo sia edilizio che urbanistico.

Ma se in quel fervore edilizio le singole costruzioni nascevano secondo canoni moderni, ovvero barocchi, la città nel suo complesso era ancora improntata ad una rigida razionalità, fedele alla trama a scacchiera della città romana e ai modelli urbanistici provenienti dal resto dell'Europa. La vera stagione barocca iniziò nella seconda metà del Seicento. Infatti durante il governo di Carlo Emanuele II (1648-1675) l'architetto Amedeo di Castellamonte, figlio di Carlo, ristrutturò la piazza del Castello, ammodernò il castello stesso, portò a termine la costruzione del Palazzo Ducale e creò via Po, un'arteria che in breve divenne un fondamentale polo di servizi (Segreteria, Archivio, Accademia Militare, Zecca, Ospizio di Carità), di strutture culturali (l'Università) e religiose (la chiesa di San Francesco da Paola). Progettò anche l'imponente mole dell'Ospedale di San Giovanni Battista, ovvero l'odierno Museo delle Scienze Naturali, il complesso di grandi edifici attorno alle odierne via Giolitti e San Massimo e l'Ospizio di Carità detto anche Palazzo degli Stemma. Intanto si insediavano in Torino costruendovi sedi e chiese l'Ordine della Visitazione (1638), gli Oratoriani di San Filippo Neri (1648), i Preti della Missione (1655) e le Canonichesse Regolari dell'Ordine di S. Agostino.

CAPITOLO 1 - IL BAROCCO E VITTORE



Castellamonte e Guarini furono le due principali guide per i successivi architetti che applicarono la lezione appresa dai due maestri in ogni angolo del Piemonte. Francesco Lanfranchi (1610-1669) costruì a Torino la chiesa della Visitazione, quella dell'Annunziata e il Palazzo di Città e nella sua città natale, ovvero Chieri, vi costruì la chiesa di Santa Margherita. Michelangelo Garove (1648-1713) fu attivo a Chieri nel Noviziato dei Gesuiti e nella chiesa di San Guglielmo, a Venaria nella Reggia e a Torino nel Collegio dei Nobili e nel palazzo dell'Università. Antonio Bertola (1647-1715) operò come architetto civile e militare. Sebastiano Taricco (1641-1710), architetto oltre che pittore, progettò la chiesa di S. Maria del Popolo di Cherasco. Gian Francesco Baroncelli, collaboratore di Amedeo di Castellamonte e del Guarini, in prima persona fu autore del palazzo Granieri di via Bogino. Giovenale Boetto (1604-1678) costruì chiese a Cussano, Bene Vagienna, Pamparato, Fossano e Mondovì. Intanto, "...accanto ai nobili di antica data formavasi la nuova nobiltà: magistrati, amministratori, professori venuti in rinomanza, gente nuova arricchitasi nei traffici... Creati nobili, vollero, come gli antichi, aver anch'essi il loro palazzo. Gli architetti Juvarra, Alfieri, Planteri, Nicolis di Robilant, Vittone, Borra, Barberis ebbero così campo di sfoggiare il loro ingegno in quegli appartamenti gentilizi... La pubblica beneficenza... contribuì alla fondazione di molti edifizii. L'Ospedale di Carità, in via Po, sorse sotto Vittorio Amedeo II. L'ospedale Mauriziano, accanto alla Basilica, fondato nel 1573, venne ricostruito nel secolo XVIII su disegno dell'architetto Feroggio. Fu eretto l'Albergo di Virtù in piazza Carlina... Il ritiro delle figlie dei militari sorse fra il 1764 e il 1768..." (C. Boggio, 1909).

Chi innalzò artisticamente la capitale sabauda al rango delle più importanti città europee conferendole la sua definitiva fisionomia fu l'architetto messinese Filippo Juvarra, arrivato a Torino nel settembre del 1711 al seguito di Vittorio Amedeo II che si era recato nell'isola per prenderne possesso, in seguito al trattato di Utrecht (1713) con il quale era stato nominato Re di Sicilia. Aveva così inizio la straordinaria avventura di un artista al quale Torino e il Piemonte devono gran parte dell'elegante aspetto barocco che dal punto di vista artistico è a tutt'oggi il loro vanto principale.

L'architetto, fra committenze regie, ecclesiastiche e della nobiltà, realizzò una mole impressionante di lavoro. Lavorò sullo spazio urbano creando nuovi centri focali come i Quartieri Militari verso Porta Susina; costruì chiese, come San Filippo Neri, Santa Teresa, la chiesa del Carmine, le facciate di Santa Cristina e di San Carlo; rinnovò la fisionomia dell'antica Piazza del Castello con la costruzione della fronte e dello scalone d'onore di Palazzo Madama; operò nel Palazzo Reale realizzandovi la "scala delle forbici". Inoltre il re incaricò Juvarra della costruzione della basilica di Superga, costruita su una delle colline più alte che fiancheggiano la città, con la quale si volle celebrare la vittoria del 1706 sui Francesi e sotto di essa volle costruire il mausoleo ufficiale della dinastia sabauda.

"Per vent'anni, dal 1714 al 1735... (Juvarra, ndr) è il regista unico del rinnovamento architettonico e urbanistico di Torino, l'artefice primo a cui era concessa la rara opportunità di riorganizzare, attualizzandolo, il modello urbano di una città-stato a cui conferire la dignità di una città europea" (Gritella, 1992).

"Se esiste un'immagine di Torino e del Piemonte capace di sintetizzare nell'immaginario collettivo il secolo d'oro del Barocco, è proprio quella legata alle opere frutto dell'inventiva e del genio juvarriano". "Torino diventa dunque una città barocca per eccellenza perché non sono da considerare soltanto i singoli monumenti, pur relevantissimi in termini artistici, ma perché è l'intera e nuova strutturazione urbanistica a configurarsi secondo i canoni della cultura barocca" (Cartesio, 2005).

L'architetto siciliano non si limitò all'ambiente urbano, ma intervenne anche in altre opere come la Reggia di Venaria, nella quale disegnò la Scuderia Grande, la Citroniere, il Maneggio coperto, la Corte d'Onore, il Cortile principale, la Galleria di Diana, la chiesa di S. Uberto; a Chieri, dove progettò le chiese di sant'Andrea e di sant'Antonio; nel Castello di Rivoli, progettandone la ristrutturazione; a Stupinigi, dove costruì la Palazzina di Caccia.

Sotto la sua influenza, a Torino e in provincia, operarono Francesco Gallo (1672-1750), autore di un gran numero di chiese nel Monregalesse, noto soprattutto per la cupola e il baldacchino-altare del Santuario di Vicoforte e per aver progettato l'Ospedale e la Chiesa della Trinità di Fossano e Gian Giacomo Plantery (1680-1756), che diede forma ad interi quartieri torinesi e progettò molte residenze nobiliari caratterizzate da originali soluzioni nell'allestimento dell'atrio.

Fra tutti i suoi successori però si distinsero Benedetto Alfieri (1700-1767) e Bernardo Antonio Vittone (1704-1770). L'Alfieri successe al maestro nella carica di primo architetto regio e in tale veste portò a termine molti lavori che egli aveva lasciato in sospeso. In particolare a Torino progettò e realizzò il raddrizzamento di via Dora Grossa, ovvero l'odierna via Garibaldi, e della via e piazza Palazzo di Città già aperte in precedenza da Ascanio Vittozzi; inoltre intervenne nel Palazzo Reale e nel Palazzo Falletti di Barolo e progettò il Teatro Regio e la Piazza delle Erbe. Ad Asti costruì il palazzo di famiglia; costruì il campanile della Basilica di San Gaudenzio di Novara e la chiesa parrocchiale dei Santi Giovanni Battista e Remigio di Carignano; intervenne nella Palazzina di Stupinigi; a Venaria fu attivo nella Reggia e progettò la piazza dell'Annunziata. Predilesse il grandioso e l'originale, talvolta, come a Carignano, fino ai confini della bizzarria. Fra i suoi allievi e seguaci si distinsero i fratelli Benedetto e Giovanni Battista Feroggio, Luigi Michele Barberis, Giovanni Battista Borra, Giovanni Tommaso Prunotto.



Immagini 3, 4, 5 Esempi di edifici Barocchi di Torino, dall'alto:
- Chiesa di S. Caterina e S. Carlo, Castellamonte C. e M. - Juvarra F;
- Palazzo Carignano - Guarini G.;
- Palazzo Madama - Juvarra F.

1.2 La vita di Vittone



Immagine 6 Ritratto di Bernardo Antonio Vittone.

Bernardo Antonio Vittone nacque il 19 Agosto 1704 a Torino, nella contrada dei Pasticceri, odierna via Berchet, da Giuseppe Nicolao, facoltoso commerciante di stoffe originario di Cambiano, e dalla sua seconda moglie Francesca Maria Comune, sorella di Maria Cristina Comune, prima moglie dell'architetto Gian Giacomo Plantery.

La famiglia del famoso architetto era molto religiosa, infatti lo zio Matteo Filiberto era canonico presso la Cattedrale di Torino, e tre sue sorellastre entrarono nell'Ordine delle Clarisse. Ciò forse facilitò le commesse di lavoro che ricevette da vari monasteri di quell'Ordine.

Dai molti libri di argomento sacro della sua biblioteca, della quale l'inventario è pervenuto fino ai giorni nostri, si può intuire che egli stesso fu molto religioso. Ma la sua religiosità coesistette con un carattere alquanto difficile come scritto da uno storico pinerolese: "...Terribile ed inquieto, gran prepotente e grande usuraio... ma anche... coltissimo e inventivo, soprattutto sensibile ai temi religiosi, che interpretava con quasi mistica partecipazione" (Canavesio, 2001). Nonostante il suo carattere spigoloso, fu uomo umanamente corretto e molto attento al pubblico bene, e questa dote gli fu universalmente riconosciuta tanto che nel 1760 fu scelto per entrare a far parte del Collegio dei Decurioni di Torino, una specie di Consiglio Comunale, e nel 1762 fu eletto fra i quattro "chiavari", cioè fra i diretti coadiutori dei due sindaci.

Vittone dopo la morte del padre (1709) e del fratello maggiore Giovanni Battista (1714), visse insieme alla madre in casa dello zio, il canonico Filiberto Matteo, il quale gli impartì un primo ciclo di istruzione. Molto probabilmente iniziò la carriera di architetto per suo interessamento

nello studio dello zio materno Giovanni Giacomo Girolamo Plantery, il quale proprio in quel periodo si stava affermando professionalmente e stava realizzando opere di prestigio come il palazzo Saluzzo di Paesana che, come nota Walter Canavesio (2005), crebbe insieme a Bernardo e per il giovane fu certamente oggetto di osservazione e di studio.

Il suo secondo maestro, come affermò egli stesso, fu Filippo Juvarra. Infatti figura come suo collaboratore in varie costruzioni fin dal 1729, quindi prima ancora della sua esperienza di studio romana, come quella del campanile della cattedrale torinese e quella della chiesa di Sant'Andrea di Chieri.

I suoi primi lavori in proprio a Torino sembrano essere stati i coretti di San Giovanni decollato (1728), il disegno della casa dell'abate Giacomo Francesco Rubatto in contrada di Po (1727) e la transenna di legno per il giardino di Palazzo Carignano (1730). A Fossano invece si occupò della trasformazione in alloggi della vecchia sede dell'Ospedale Maggiore (1729-30), ed è proprio con questa commessa che probabilmente si spiega con il prestigio che al giovane architetto derivava proprio dal frequentare lo studio di Filippo Juvarra.

Ma le prime opere di un certo prestigio furono i progetti per la chiesa parrocchiale di Pecetto Torinese e per il palazzo municipale di Bra, entrambi eseguiti nel 1730 e realizzati da altri dopo la sua partenza per Roma, e quello della chiesa di Santa Maria Maddalena di Alba, anche questo commissionatogli prima della sua partenza ma realizzato alla fine o subito dopo l'esperienza romana.

In effetti, invogliato dallo zio, grazie ai buoni uffici di Juvarra e sostenuto economicamente anche dal Re, lasciò Torino recandosi a Roma, si pensa nell'autunno del 1731, per un periodo di studio. Ma nell'archivio dei conti Roero di Guarene si conserva una lettera di Vittone, inviata da Roma in data 17 febbraio 1731, con la quale il giovane architetto ringrazia il conte Carlo Giacinto, procuratore delle monache Domenicane di Alba, per avergli affidato il progetto di quella chiesa. Ciò però proverebbe che Vittone si trovava a Roma almeno dal febbraio del 1731.

Nella città papale completò la sua formazione studiando le opere antiche e quelle dei grandi maestri del Barocco, Bernini e Borromini, prediligendo quest'ultimo. In seguito partecipò al concorso indetto dall'Accademia di San Luca di Roma, della quale fu eletto anche membro, vincendo il primo premio nel maggio 1732.

Grazie al successo conseguito e agli appoggi che gli venivano da Torino, a Roma poté frequentare la casa del rappresentante del re del Piemonte presso la sede papale, ovvero del cardinale Albani, e così studiare la sua ricca collezione di disegni e di libri di architettura. Probabilmente vi conobbe il cardinale Carlo Vittorio Amedeo delle Lanze, anche lui a Roma per motivo di studio e protetto dal cardinal Albani.

Nell'aprile del 1733 fece ritorno a Torino, con un ricco bagaglio di nuove conoscenze ed esperienze e con il prestigio che gli veniva dall'Accademia romana, accompagnato da una raccomandazione del cardinale Albani al Ministro dell'Interno d'Ormea. Si stabilì in via dell'Arsenale in un appartamento, messogli a disposizione dal marchese d'Ormea, composto da sette stanze ed adibito ad abitazione e a studio. Ed è proprio in

quelle stanze che visse da scapolo e lavorò per tutta la vita, accudito da un domestico e da un inserviente.

Appena rientrò a Torino, ebbe modo di constatare il credito che si era guadagnato nell'ambiente artistico con l'esperienza romana. I padri Teatini gli conferirono l'incarico di curare l'edizione di Architettura Civile, il trattato di Guarino Guarini, ma, soprattutto, dal Magistrato della Riforma gli venne conferito l'autorevole incarico, presso il Collegio delle Province, di professore di Matematica e Architettura.

Nonostante questa sua attività didattica sia rimasta nell'ombra fino a tempi molto recenti, è stata molto importante, perché fece di lui il "maestro di almeno una generazione di architetti e misuratori piemontesi" (Bertagna, 2005). Ne fu un frutto anche la compilazione di vari trattati teorici di architettura, dei quali pubblicò solo le "Istruzioni elementari per indirizzo dei giovani allo studio dell'architettura civile" (1760) e le "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architettura civile" (1766).

In questo periodo intanto Vittone realizzava le prime progettazioni civili ovvero il nuovo Collegio delle Province del capoluogo (1736), gli Ospizi di Carità di Casale Monferrato e di Biella e il Ricovero dei Catecumeni di Pinerolo (1740). Bensì egli perse la gara ingaggiata con Benedetto Alfieri per succedere a Filippo Juvarra nel ruolo di architetto di Corte, probabilmente perché per l'architetto astigiano, insieme alle indubbie qualità personali, le origini nobili costituirono una chance in più per ottenere l'ingresso nella corte sabauda.

Questo non modificò il rapporto che egli aveva con la committenza pubblica. Ricerche condotte presso l'Archivio di Stato di Torino e presso l'Archivio Storico della città di Torino hanno rivelato il rapporto, che si protrasse continuamente per almeno trent'anni, che Vittone ebbe con il Magistrato della Riforma. Egli stesso si definì "Perito del Magistrato della Riforma", ruolo che ebbe per oggetto soprattutto la Regia Università degli Studi di Torino.

Il palazzo di via Po dell'Università fu realizzato fra il 1713 e il 1720 con il contributo di vari architetti fra cui Michelangelo Garove e Filippo Juvarra e fu oggetto di rimaneggiamenti per tutto il secolo XVIII. Dapprima a reggerne le fila fu lo stesso Juvarra. Dopo la partenza di quest'ultimo in Spagna (1735), protagonista principale ne divenne Bernardo Vittone. Rita Binaghi (2000) ha constatato che per circa trent'anni non c'è stata opera, da chiunque realizzata, che non sia stata sottoposta al giudizio del Vittone. Peraltro egli stesso ricevette e realizzò numerosissimi incarichi per trasformazioni, ampliamenti e nuove realizzazioni sia all'interno del palazzo di via Po sia all'esterno. Progetti per il trasferimento degli spazi dedicati ai Musei (anni Quaranta); la riplasmazione dei locali già delle Scuole Regie; planimetrie, spaccati, prospetti, tipi di misurazione del palazzo e dell'"Isola della Reggia Università"; progetti per la cantoria della cappella (1741) e per la trasformazione dell'altare della stessa (1753); eseguì il progetto per la realizzazione in via Po di un osservatorio astronomico ad uso dell'Università (1761).

In considerazione di tutto ciò Rita Binaghi (2000) conclude che quello del Vittone nell'ambito dell'Università sia stato un ruolo egemonico, "... tanto da poter essere assimilato a quello che, solo nell'Ottocento, diverrà

istituzionalmente il ruolo di Architetto dell'Università". Ciò smentisce il fatto che Vittone in passato sarebbe stato escluso dalla committenza pubblica a favore di Benedetto Alfieri. Evidentemente si tratta di un giudizio inesatto, semplicemente, i due grandi architetti furono entrambi protagonisti, ma in ambiti diversi.

Vittone riscontrò molto successo presso le famiglie nobili e borghesi, soprattutto di provincia, e in particolare presso gli ambienti ecclesiastici: parrocchie, confraternite e congregazioni religiose, che trovavano in lui la possibilità di realizzare opere in piccola scala ma di grande originalità e bellezza, ma ad un prezzo contenuto dove la preferenza per le linee curve alla Borromini era associata all'arditezza delle cupole del Guarini e all'architettura aperta di Juvarra. Progettò decine di chiese, disseminate in gran parte del Piemonte e anche fuori.

I suoi numerosissimi disegni sono conservati negli archivi più diversi: dalla Biblioteca dell'Archiginnasio di Bologna, al Musée des Arts décoratifs di Parigi, ai Musei Civici Torinesi (che conservano la raccolta appartenuta all'architetto Vandone di Cortemilia), alla Biblioteca Reale di Torino (che conserva un volume intitolato L'architetto Civile contenente i disegni preparatori per le tavole delle Istruzioni elementari e delle Istruzioni diverse) agli archivi di comuni, parrocchie, ordini religiosi e famiglie nobili e borghesi.

Nel suo studio si formarono, fra gli altri, gli architetti Carlo Andrea Rana di Strambino, il chierese Mario Ludovico Quarini, Pietro Bonvicini, Benedetto e Giovanni Battista Feroggio, Giovanni Galletto di Carignano, Giovanni Borra, Luigi Barberis, Guerrino e Giacomo Contini di Verduno. Quarini, prima di mettersi a lavorare in proprio, portò a termine molte opere del maestro rimaste incompiute.

Bernardo Antonio Vittone morì a Torino il 19 ottobre 1770. Venne sepolto nella tomba di famiglia all'interno della chiesa di San Carlo.

1.3 L'architettura di Vittone

Fino agli anni Venti del Novecento una critica venata di ideologia collocava Bernardo Antonio Vittone fra gli autori secondari e provinciali, rimproverandogli l'impermeabilità ai dettami del Neoclassicismo e dell'Illuminismo e la fedeltà ad oltranza alle tradizioni barocca e cattolica. Infatti la fortuna di Bernardo Antonio Vittone nell'ambito del Settecento artistico piemontese è abbastanza recente.

Fu nel 1920 che uno studio di Eugenio Olivero dal titolo *Le opere di Bernardo Antonio Vittone*, lo pose al centro dell'attenzione di quanti si interessano di storia dell'architettura: "Durante alcune mie escursioni attraverso le terre piemontesi ebbi agio di ammirare alcune chiese che per l'armonico equilibrio delle loro forme e per la nobiltà dell'invenzione accusanti, direi quasi, una certa aria di famiglia, attrassero la mia attenzione e mi invogliarono a rintracciare l'autore. Così mi venne fatto di conoscere Bernardo Antonio Vittone, architetto piemontese del secolo XVIII, nome poco conosciuto e pur degno di essere sottratto all'oblio che immeritabilmente lo copre".

Ma prima di parlare della storia del Vittone in campo artistico, per com-

prendere meglio il significato delle sue opere, è necessario definire tre chiavi di lettura.

La prima chiave di lettura è la geometria. Vittone usa cerchi, le ellissi, i poligoni, il prisma, la sfera, il cilindro, l'ellissoide e le superfici di rotazione più complesse, con elementi base di una sintassi basata su movimenti di traslazione, flessione, ribaltamento, che producono equilibri dinamici sempre nuovi in ognuna delle sue opere. Le infinite combinazioni di queste forme offrono all'architetto la possibilità di interpretare e combinare i due principali modelli dell'architettura delle chiese, quello centrale e longitudinale con fantasia e rigore geometrico. L'osservatore quindi dovrà individuare le forme geometriche lasciandosi coinvolgere nel procedimento compositivo come in un fantastico gioco.

La seconda chiave di lettura è lo spazio. Continuando l'opera di ricerca teorica di Borromini, Guarini e Juvarra, Vittone considera lo spazio come una materia malleabile che prende forma dall'involucro geometrico che lo racchiude. La curvilinearità delle pareti diventa un mezzo per operare sullo spazio comprimendolo con la concavità e dilatandolo con la convessità. In questo modo lo spazio cessa di essere un blocco statico immobile, indifferente alla presenza umana, e diventa un processo che si districa di fronte all'osservatore sollecitando la sua sensibilità e indirizzando i suoi occhi, oltre che verso i sacri segni della liturgia, verso i punti nevralgici della struttura.

La terza chiave di lettura è la luce. Gli anni passati a Roma, studiando presso l'Accademia di San Luca, hanno consentito a Vittone di conoscere gli esperimenti di Bernini e Borromini sulla disposizione delle fonti luminose e sull'uso di "camere di luce", sviluppati poi magistralmente da Filippo Juvarra. Da Borromini e Juvarra deriva il principio della luce guidata e la creazione di spazi luminosi saturi di luce riflessa che animano la costruzione per lo studiato contrasto con gli spazi meno illuminati. Da Bernini Vittone deriva la collocazione nascosta del flusso della luce che appare quindi come luce propria delle immagini scultoree collocate sopra gli altari. Dalla Cattedra berniniana di S. Pietro Vittone deriva l'uso di superfici traslucide illuminate dalla luce incidente e la materializzazione della luce con i raggi dorati posti sui margini delle finestre. Vittone non si limita a continuare le ricerche dei suoi maestri ma le approfondisce, le porta avanti con determinazione come se agisse all'interno di un laboratorio, animato da una inesauribile volontà di sperimentazione.

La quarta chiave di lettura è la fede cattolica che Vittone abbraccia senza riserve e che influenza profondamente la sua vita e determina anche alcune delle sue scelte sul piano del linguaggio. Unico tra i trattatisti di architettura Vittone dedica le sue grandi pubblicazioni, le "Istruzioni Elementari" e le "Istruzioni Diverse", rispettivamente a Dio e alla Santa Vergine Maria. La prima dedica viene motivata con l'analogia tra l'opera del Grande Architetto dell'Universo e l'umile lavoro di chi costruisce la casa degli uomini, mentre la dedica alla Madonna trova la sua giustificazione nella suprema dignità della Vergine in quanto "tempio vivo in cui umanato abitò ... l'universale Creatore". Di quella stessa dignità l'architetto aveva cercato umilmente di imprimere un riflesso nelle sue

piccole chiese.

Aver lavorato soprattutto per piccole comunità, non fu probabilmente, per Vittone, una scelta consapevole, ma un destino. Lavorando pazientemente Vittone seppe rovesciare questa limitazione in un privilegio, puntando con entusiasmo sulle inesauribili virtualità dell'architettura. Durante il primo periodo artistico di Vittone detto delle opere giovanili (1729-1733), il giovane apprendista non ha ancora un suo stile personale ma progetta secondo quanto sta apprendendo dai maestri nei quali volta per volta si imbatte. È il caso della chiesa parrocchiale di Pecetto (1730), un edificio tradizionale nella struttura e nelle soluzioni, che il Portoghesi giudica opera "molto più rigida, ordinaria e convenzionale di tutte le sue chiese successive". Altro esempio è la chiesa di Santa Maria Maddalena di Alba, del 1733, dove all'improvviso Vittone rivela quanto abbia significato per lui l'approccio con le opere romane del Borromini. Possiamo ancora citare la cappella campestre della Visitazione al Vallinotto, presso Carignano, e del progetto (non realizzato) per la chiesa di Santa Chiara di Alessandria: due opere che nelle volte sovrapposte e negli archi incrociati rivelano un forte collegamento con la cappella della Sindone e col San Lorenzo del Guarini, e nella planimetria con la romana chiesa borrominiana di Sant'Ivo alla Sapienza. Influssi del Guarini si ritrovano anche nel palazzo comunale di Bra, con la convessità nella parte centrale del prospetto che dà sulla piazza, e la facciata della chiesa parrocchiale di Cambiano nella quale "dalle letture guariniane deriva il gusto della cortina a faccia vista che dà vibrazione di luce ai piani... Ma allo scabro rozzo mattone di palazzo Carignano... egli sostituisce la stesura piana e accurata..." (P. Portoghesi, 1966).

In questo periodo il Vittone si dedica anche alla realizzazione di varie opere civili come l'Ospizio di carità di Casale Monferrato, il Collegio delle Province a Torino, l'Ospizio dei Catecumeni a Pinerolo, il palazzo dei conti Grosso di Bruzolo di Riva presso Chieri, il Palazzo Giriodi a Costigliole Saluzzo.

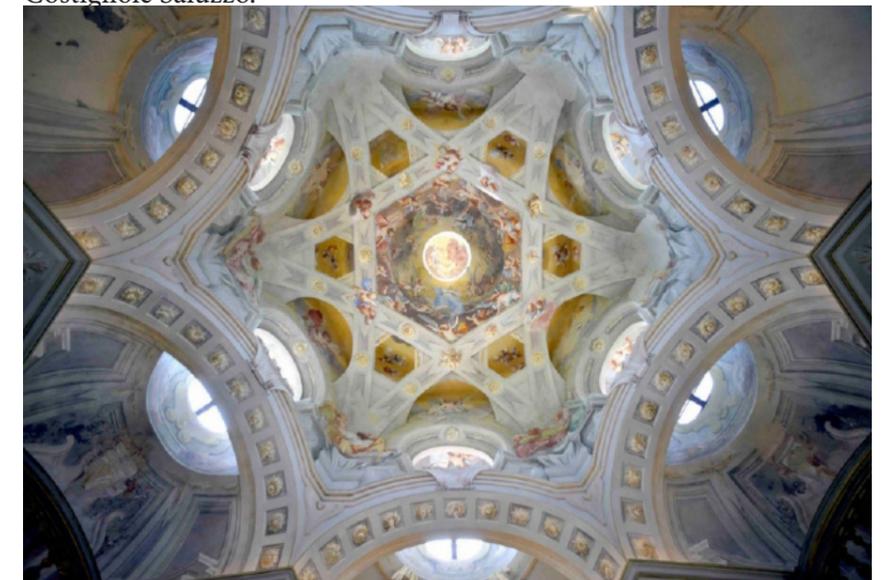


Immagine 7 Cappella chiesa della visitaione al Vallinotto.

Gli anni più centrali nel suo periodo artistico furono gli anni Quaranta e la prima metà degli anni Cinquanta. Qui Vittoe abbandona le volte sovrapposte e gli archi intrecciati di ascendenza guariniana per prediligendo un linguaggio più personale e fantasioso. Sintetizzando la sua architettura di questo periodo, essa consiste nell'aver saputo fondere in un linguaggio personale le lezioni dei grandi maestri Bernini, Borromini, Guarini e Juvarra. In Vittoe ritroviamo infatti il meglio di questi artisti. "Juvarra aveva raggiunto una intrinseca chiarezza nel disvelare la struttura inondandola di luce, Guarini aveva valorizzato la fanta-sia... Vittoe fu l'unico architetto a coniugare questi due aspetti..." (Pommer). Ma dall'esperienza romana gli era rimasta particolarmente viva la lezione del Borromini, dal quale proprio a Roma aveva acquistato il volume "Opus Architectonicum equitis Francisci Borromini ex eiusdem exemplaribus petitum". Quanto all'influsso esercitato su di lui da Juvarra, si tratta del secondo Juvarra, "...quello senz'altro da lui conosciuto per frequentazione diretta, impegnato negli anni Trenta a rendere esili e sensibili ai flussi luminosi i setti murari..." (W. Canavesio, 2001).

Nelle sue costruzioni egli preferisce la pianta centrale. In effetti quasi tutte le realizzazioni religiose sono esagonali, ottagonali, a croce greca o, addirittura, triangolari. I casi in cui Vittoe realizzò chiese a pianta longitudinale lo fece perché vi era costretto o da elementi preesistenti dei quali deve tener conto, come a Pecetto, Foglizzo, Alba, Montanaro, Valcasotto, Riva presso Chieri, o per rispettare le preferenze dei committenti, come a San Benigno, dove deve fare i conti con la volontà del cardinale delle Lanze che vuole una chiesa che ricordi le basiliche romane.

Ma anche in questi casi, quando può, interviene sul rettangolo della pianta modellandolo e trasformandolo spesso in un ellisse o, comunque, apportando qualche variazione.

La chiesa che lui costruisce consiste in un'ossatura di pilastri, archi e costoloni che si risolve in una struttura "aperta" al cui interno può giocare a volontà nell'alternare pareti concave, convesse o piane. Una struttura di grande leggerezza, luminosità e bellezza che richiama molto da vicino quella dell'architettura gotica.

Il suo interesse si concentra soprattutto sulle cupole: "...L'incanto magico di quelle strutture risiede soprattutto nelle formulazioni, sempre nuove, sempre personalissime, che Vittoe dà al problema cupolare. Infatti a chi visita le chiese vittonesche succede sempre per prima cosa di guardare in su e scrutare la cupola... Credo di affermare una verità di validità generale... quando dico che nelle sue chiese si studia prima la cupola, perché, anche senza un'analisi razionale, a ognuno appare chiaro che la cupola è sempre l'elemento in cui converge e si accentra l'interesse delle creazioni del Vittoe..." (Wittkower). Il tema della cupola, però, egli lo coniuga con sempre nuove variazioni, infatti le sue cupole non sono mai uguali tra loro, bensì variano da opera ad opera.

"L'insistenza... sull'impianto centrale, concepito sempre in funzione della cupola, in realtà si disvela in immagini spaziali e luminose sempre diverse, in cui converge l'essenza e l'intreccio di tutte le sue architetture" (G. L. Marini, 1970).

Come nella chiesa torinese di San Lorenzo del Guarini e in quella romana di Sant'Ivo alla Sapienza di Borromini, le sue cupole all'esterno si presentano incapsulate in un tiburio traforato che gli consente di "giocare" ulteriormente con la luce.

L'attenzione del Vittoe è particolarmente rivolta al problema della luce, memore della lezione del suo maestro Filippo Juvarra.

La struttura a scheletro gli consente di far entrare la luce dappertutto senza compromettere la stabilità dell'edificio, ed inoltre ne moltiplica gli ingressi traforando le volte degli absidi, la cupola e, cosa mai osata da nessuno se non nei trompe l'oeil pittorici (Cornaglia), perfino i pennacchi alla base della stessa. Con l'invenzione delle "camere" di luce, alle quali conferisce le forme più varie, riesce a modulare l'intensità e a comandarne la direzione. Una sensibilità per il tema della luce che in Vittoe non risponde soltanto ad esigenze pratiche ma ha un profondo significato religioso. La luce fisica che piove dalla cupola sui fedeli radunati nell'aula è simbolo di quella divina, della quale il cristiano che entra in chiesa è soprattutto alla ricerca.

Grazie alle lezioni di Bernini e Juvarra, le ricerche sul tema della luce lo portano a preferire la luce riflessa proveniente da fonti nascoste e all'alleggerimento, sempre in funzione della luce, delle parti murarie fino al punto di perforare prima, e poi di svuotare, i pennacchi della cupola, come nella cappella dell'Ospizio di carità a Carignano, in santa Maria di Piazza a Torino e nella chiesa dei SS. Pietro e Paolo di Mondovì Breo.



Immagine 8 Cappella Ospizio di Carità di Carignano.

Terminato il suo periodo artistico più centrale, dalla metà degli anni Cinquanta Vittoe inizia a prediligere una diversa espressione artistica, ovvero una tendenza nuova che Paolo Portoghesi definisce "revisione linguistica in senso classicista" (1966).

L'artista, infatti, vive ed opera nell'ultima fase del Barocco, quando comincia ad affermarsi il desiderio di ritorno all'ordine classico. In questo nuovo clima la sua posizione è di grande equilibrio: pur rimanendo fedele al linguaggio barocco, non resta del tutto impermeabile alle sol-

lecitazioni del nuovo che avanza. Del resto, come fa notare Canavesio (2001), "...il Classicismo Vittoe lo aveva nel sangue dai tempi romani e nello spazio della sua attività (dalla fine degli anni venti al 1770) emerse e si inabissò più volte, arricchito verso la fine degli anni Quaranta di componenti venete". Egli formula "...una vera e propria ipotesi alternativa rispetto al movimento neoclassico che vede nascere ed affermarsi; e in ciò sta forse la ragione della altissima qualità dei suoi risultati, che corrispondono non ad un anacronistico rifugiarsi nel passato, ma alla ambizione di una sintesi nuova che eviti la dispersione di una grandissima eredità" (P. Portoghesi, 1966).

Influenzato dal nuovo periodo artistico, egli sembra essere attratto dalla ricerca di una maggiore semplicità, abbandonando così la molteplicità delle luci, degli spazi, degli elementi strutturali per recuperare, in misura maggiore o minore a seconda dei casi, la continuità della struttura muraria e "torna ad uno spazio univoco e circoscritto da pareti reintegrate nel loro compito naturale" (Carboneri, 1967). Tuttavia, i suggerimenti classici che Bernardo Vittoe accoglie in questi anni non oscurano il barocco che resta il linguaggio che gli è più congeniale. Al contempo, lascia da parte quasi totalmente il ricorso alla luce riflessa, alle fonti di luce mimetizzate e alle "camere di luce" e sposa la luce incidente che dalle numerose aperture si espande sulle levigate superfici delle chiese di questo periodo: "Dopo Santa Chiara a Bra (1742) modificò l'orientamento verso una luce leibnitziana e razionale, accentuando l'unificazione degli invasi, dello spazio, giocando su raffinatissime elaborazioni della superficie architettonica..." (Canavesio, 2001)

Questo nuovo atteggiamento si era notato per la prima volta, ma in forma episodica, nella chiesa di Santa Chiara a Torino ma si afferma in maniera più decisa e continuativa nelle chiese di Grignasco, Santa Chiara a Vercelli, Villanova Mondovì, Rivarolo e in quelle di Montanaro, Sant'Ambrogio, Riva presso Chieri e Borgo d'Ale. Esso, tuttavia, non gli impedisce di tornare alle "invenzioni" dei primi periodi: basti pensare al ritorno deciso della "camera di luce" nella cappella di San Secondo ad Asti, quasi alla fine della carriera del Vittoe, e soprattutto, e curiosamente, nell'ultima opera, la chiesa di San Michele di Borgo d'Ale, dove ad una corona di grandi "camere di luce" egli affida il compito di rendere struttura quasi aerea il meraviglioso ombrello della luminosa cupola.

2.1 Cenni storici che precedono la fondazione dell'Ospizio dei Catecumeni

La storia di Palazzo Vittone ha inizio nella prima metà del XVII secolo, periodo in cui la zona delle valli di Pellice e Chisone, erano caratterizzate dalla guerra e dalle lotte interne, soprattutto di tipo religioso. Vi era quindi la volontà di ripristinare il culto, intaccato dalla presenza dei valdesi, e di assistere gli abitanti che a quel tempo era in condizioni deprecabili. Così nacquero, le missioni di Torre-Luserna (val Pellice), di S. Martino e del Perrero e di Perosa (val Chisone). Per promuovere la conversione, il P. Stefano da Torino, oltre a promuovere la ricostruzione delle cappelle nelle valli, chiese al Principe di esonerare dalle tasse chi si sarebbe convertito al cattolicesimo. Costruirono anche un ginnasio a Perosa, per insegnare le nozioni base della grammatica ai più teneri d'età.

2.2 Rifugio dei Catecumeni

Mentre continuavano i benefici alle Valli Pinerolesi, nel 1679 la duchessa Maria Giovanna Battista, per promuovere tra i Valdesi la conversione alla fede Cattolica, fondò un ricovero, nel quale i cattolizzati fossero provvisti di vitto e vestiti ed istruiti nelle arti, mentre le donne furono istruite per avere le abilità in occasione di matrimonio. Per tale motivo costruì questo edificio a Torino, dove già sorgeva la casa di tirocinio noto come l'albergo di virtù, in modo da accogliere i convertiti di qualsiasi età e sesso, dando anche la pensione e cure mediche ai più anziani. Fino al 1746 il rifugio fu affiancato quasi totalmente all'Albergo di Virtù. Le continue guerre con la Francia delle valli pinerolesi e la diversità di culto dei suoi abitanti avevano in parte reso vane le opere delle missioni. Vi erano però sempre le donazioni da parte di facoltosi principi per restaurare le chiese e le abitazioni parrocchiali e per il sostentamento dei sacerdoti, tutte controllate, per volere di Carlo Emanuele, dal Marchese Fontana di Cravanzana, intendente di Pinerolo, addetto, tra l'altro, ad elargire e riscattare gli eventuali prestiti ai cattolici e cattolizzandi (con tassi d'interesse definiti da decreto).

2.3 L'Ospizio dei Catecumeni, Origine e Vicende

Preso atto della necessità di costruire un luogo per accogliere chi avesse voluto convertirsi al cattolicesimo, il 20 aprile 1740 Carlo Emanuele, che aveva a cuore la conversione dei Valdesi, accettò di finanziare parzialmente un'opera pro-posta nel 1739 dal teologo Danna: essa doveva sorgere in Pinerolo e chiamarsi Ospizio dei Catecumeni o Catholicizzandi e raccogliere i giovani convertiti, che avevano necessità di istruzione professionale e religiosa, per mantenersi poi in un ambiente che tendeva ad emarginarli.

La costruzione venne iniziata dove vi era il Bastione di Montmorency,

propugnacolo delle demolite fortificazioni francesi, e l'aver operato su di un terreno di riporto non fu l'ultima causa dei numerosi cedimenti di struttura.

Il 4 giugno 1740 il teologo Danna sollecita il Marchese d'Ormea a sollecitare il disegno dell'Ing. Vittone.

Il 30 luglio dello stesso anno un'altra lettera annunciava che l'ing. Vittone aveva già provveduto a terminare il disegno dell'Ospizio da erigere a Pinerolo, iniziando a lavorare solamente alla facciata sulla piazza.

Il 5 agosto 1740 venne firmato il contratto con gli impresari e l'8 ottobre, come ricordava una lapide citata dall'Intendente Avenato nel 1753, Carlo Emanuele III e il Marchese di Cravanzana pongono la prima pietra.

Il 16 agosto il Re stesso aveva approvato il contratto con i mastri Pietro e Carlo Antonio Bottani e Demagistri ed Eusebio Vercellone. Dato il protrarsi dei lavori, stabilì il 28 dicembre che entro l'anno successivo si sarebbe dovuta completare la facciata sulla piazza e la cappella. Si doveva quindi continuare il lavoro secondo l'idea del Vittone.

Il 13 gennaio 1742 il Marchese di Cravanzana scrive al Segretario degli Interni di aver ricevuto una richiesta degli impresari per conoscere quale parte di Ospizio doveva venire allestita nella corrente campagna di costruzioni. Aggiunge che qualora si sarebbe voluto rendere abitabile l'Ospizio occorreva terminare il piano terreno e il superiore.

Segue un documento del Vittone stesso, dove comunica variazioni da fare al disegno originale. Due lettere, una del 26 gennaio 1742 e l'altra del 9 febbraio, dimostrano la sollecitudine del Re nel concludere questa opera, indicando i versamenti fino ad allora fatti e gli adempimenti da compiere qualora questi non fossero risultati sufficienti. Ecco che giungono quindi altri fondi per completare, tra il resto, la cinta a mattoni e pietre a secco, oltre ad altri "suppellettili di maggiore urgenza".

Nel 1743 l'ospizio dei catecumeni è terminato. Inizialmente fu destinato a 20 persone, oltre a quelle necessarie per il sostentamento dell'edificio. L'anno successivo il Re, visto il successo dell'ospizio, scriveva di acquistare maggior terreno da destinarsi ad orto per il sostentamento dei catecumeni, creando opportuni acquedotti per l'irrigazione e che si proseguissero le costruzioni in modo da chiudere i cortili, così come da progetto dell'Ing. Vittone, permettendo di raggiungere una capienza di altre 50 persone, oltre a quelle già ricoverate.

Nel decreto del Re Carlo Emanuele del 1° giugno si vede la necessità di insediare artigiani che insegnassero diversi mestieri ai più giovani, oltre ad una tessitrice per far lavorare le ragazze. Sono inoltre presenti istruzioni dettagliate su come completare l'opera, in particolare con pietre sciolte e ben pulite dalla terra e dalla calce e da mattoni di qualità mezzanella; la calce doveva essere moretta e forte, grassa o liquida a piacere del direttore dei lavori, in modo che potesse penetrare tra una pietra e l'altra e in modo da non formare fori. La calce doveva essere impastata con sabbia di Lemina (il torrente di Pinerolo), dai grani ben definiti e pulita dalla terra, o meglio ancora con sabbia di bealera, della di Ramoirano, perché di miglior qualità.

Ecco che con questi accorgimenti sorse, seppur ancora incompiuto, l'e-

dificio atto ad ospitare i cattolizzati e cattolizzandi delle valli, almeno fino all'invasione da parte della Francia, che decise di chiudere il catecumenato per approfittare di quell'edificio. Nel 10 brumaio anno X della Repubblica Francese vennero soppresse tutte le "amministrazioni delle pie opere della Città di Pinerolo", come ospedali e ospizi. Non si sa bene come il Vescovo di Pinerolo riuscì quindi a riaprire l'ospizio per adibirlo all'educazione giovanile.

Vittone stesso voleva portare alcune modifiche alla fabbrica già iniziata, modifiche che però non furono del tutto eseguite.

Il palazzo doveva essere a corpo chiuso mentre fu invece solo costruito il braccio frontale e quello perpendicolare all'atrio che doveva separare i due cortili, voluti chiusi per la divisione dei sessi.

La facciata, rifinita ad intonaco, era mal articolata nelle sue parti, anche se si intravedeva un segno del Vittone migliore nella variazione degli intervalli dei piani e nella varia decorazione delle finestre. Secondo il progetto originario avrebbe dovuto essere costituito da un porticato a fascia su cui si innalzavano un piano nobile e un ultimo piano basso con le finestre aperte nel cornicione. Il portico avrebbe così ombreggiato le aperture del piano terreno e degli ammezzati.

La cupola "una interpretazione bellissima del corpo centrale a cilindro rotante di Guarini". Era posta subito dopo l'atrio esterno, divisa in due parti (una per gli uomini e l'altra per le donne) dall'altare e vi si accedeva per vie diverse. Al piano superiore era ripetuta questa divisione ed in comune vi erano solo i servizi. C'è già in questa cupola un accenno di quello che Vittone saprà fare in questo senso, nella Chiesa di Santa Chiara a Bra là dove la cupola sarà forata e percorsa da arche che partono dai gruppi pilastro-colonna, dilatando lo spazio e sommergendolo nella luce. Quello che al piano terra è un semplice ambiente rettangolare diviene, all'altezza della cupola un'esperienza spaziale complessa, con giochi di luce particolari, illusione di spazi.

L'influenza di Guarini su Vittone a Pinerolo si fa notare non solo per quanto riguarda la cappella, ma anche per l'atrio: atrio piccolo, raccolto, coperto da un bel voltone a quattro fasce intersecanti, "genere che Guarini si vanta di aver escogitato"; si susseguono numerose paraste sormontate da capitelli corinzi juvarriani. Occorre notare come Vittone da Juvarra, oltre la struttura più aerea, gli spazi fluidi, accolga l'elemento decorativo, pur conservando la sistemazione strutturale guariniana, complessa, con spazi interdipendenti di grande potenza espressiva. Dire ciò può sembrare antitetico, ma questi due diversi aspetti si trasformano in maniera totale nella combinazione che Vittone ha dato, offrendo una nuova direzione, un richiamo dell'intensa carica emotiva.

La parte migliore dell'edificio è senz'altro costituita dal loggiato interno dei due cortili. Qui nuovamente risentiamo dell'influenza del Guarini nell'esecuzione del cortile in laterizio e nella finestra e semplicità della decorazione. Si snoda in due fasce, una che corrisponde al piano terra e l'altra al piano superiore che comprende anche gli ammezzati. Al piano terra il porticato si articola in un susseguirsi di archi slanciati; sul lato chiuso queste arcate sono finte e su di esse si aprono due ordini di finestre. Al piano superiore, il loggiato aperto (solo ultimamente è stato

chiuso da finestre) è costituito da archi separati da lesene e sovrastati da piccole finestre quadrate che si aprono nel cornicione finemente cesellato in una serie di fluide fasce.

Un capitolo particolare è costituito dai comignoli e dai lucernari che, diversi l'uno dall'altro sono, a loro volta, architetture minuziosamente ornate. Nel complesso, l'Ospizio dei Catecumeni rappresenta un superamento delle influenze planteriane che fortemente si notano in palazzo Giriodi a Castigliole di Saluzzo, soprattutto nel porticato e nello scalone, ed è un'esperienza importante che passando attraverso l'ospedale di Carità di Casale Monferrato, toccherà la piena maturità, nel campo di questa particolare edilizia civile nell'Albergo di Carità di Carignano. L'ospedale di Casale è simile all'ospizio di Pinerolo, impostato sullo stesso schema distributivo. Qui poté finire il corpo principale, ma non poté eseguire il braccio centrale con la cappella. Resta quindi un unico cortile, troppo ampio e mal proporzionato nell'insieme.

È invece un passo avanti rispetto a Pinerolo per quanto riguarda la facciata. È infatti rifinita in cotto e non manca il portico che completa la costruzione dandole proporzione e magnificenza.

L'albergo di Carignano si ricollega idealmente a Pinerolo e Casale, ma è mutato lo schema distributivo; cappella e infermeria diventano il centro, non soltanto ideale, di tutta la costruzione e Vittone riesce a raggiungere il suo scopo: armonizzare l'esigenza pratica, alla quale sempre era attento, con l'architettura, dando un risultato valido anche sul piano artistico. Gli interni di Carignano hanno spazi più ampi, una struttura leggera, sono sfiorati da una luce aerea, uniforme, che si diffonde dagli esterni agli interni perfettamente integrati fra loro.

Qualche anno dopo fu affidato a Vittone il compito di progettare una grande Piazza d'Armi che avrebbe dovuto comprendere l'Ospizio dei Catecumeni.

A testimonianza della costruzione dell'ospizio vi sono le note con le somme parte agli impresari dalla fabbrica, che uscirono dall'ufficio dell'Intendenza di Pinerolo il 26 agosto 1740, fino al 26 novembre 1743 per un totale di 23633 lire dalle regie finanze e 35658 dall'amministrazione dei benefici vacanti.

Il 15 gennaio 1745 la Segreteria degli Interni risponde all'Intendente per chiedere spiegazioni sia per i lavori fatti che per quelli da fare all'Ospizio con i fondi ad esso assegnati.

Il 29 aprile Vittone si recò per affari personali a Pinerolo, Brunetta gli chiese se avesse avuto ordini riguardo alle richieste fatte al Re per la continuazione della fabbrica, la risposta fu che nulla gli era stato ordinato. L'ospizio abbisognava di cucina e refettorio, si chiese al Re la cifra per completare l'opera, secondo il calcolo che sarebbe stato formato dal Vittone.

L'8 giugno il conte Castelli comunica che gli impresari dovranno continuare i lavori alle condizioni concordate nel 1740 e non a quelle che si erano stabilite il 30 giugno 1744. Sin dal 1742 era stata sollevata, dagli impresari, la questione del contratto e dei relativi costi; era stato dichiarato decaduto allora il contratto del 1740 e chiesto che i lavori da farsi dopo fossero pagati in economia. Dal fondo a disposizione dell'Ospizio

(1) L'elenco delle somme qui annotate è tratto da' registri autentici della Regia Intendenza, e furono pagate, come si legge, a' mastri Pierantonio e Carlantonio fratelli Bottani, Giacomo Demagistris ed Eusebio Vercellone deliberatari dell'impresa per la costruzione del R. Ospizio.

ANNO	GIORNO	MESE	R. FINANZE	VACANTI	TOTALE	
1740	26	Agosto	»	4000		
—	30	Settembre	»	3000		
—	5	Novembre	»	3000		
—	20	Dicembre	»	2000		
1741	3	Marzo	»	3575	10	
—	3	detto	1500	»		
—	30	Maggio	4000	»		
—	8	Luglio	5000	»		
—	1	Settembre	3000	»		
—	13	Ottobre	1500	»		
—	30	detto	500	»		
—	7	Dicembre	1000	»		
1742	5	Gennaio	4000	»		
—	3	Febbraio	933	»		
1741	30	Ottobre	»	2082	17 10	
1742	10	Marzo	»	2000		
—	3	Maggio	»	3000		
—	30	Giugno	»	2000		
—	4	Agosto	»	2000		
—	6	Settembre	»	2000		
—	18	detto	»	3000		
—	23	detto	»	2000		
—	24	Novembre	»	2000		
1743	27	Luglio	600	»		
—	7	Settembre	600	»		
—	22	Ottobre	600	»		
—	20	Novembre	400	2 2		
					23633	2 2
					50291	9 12

Immagine 1 Elenco delle somme tratto dai registri della Regia Intendenza.

risultavano mancanti L. 800

Il 14 giugno la Segreteria comunica la partenza di Vittone per Pinerolo. Il 25 giugno Vittone consegna alla Segreteria di Stato una lettera dell'Intendente che accompagna il parere fatto sul ricorso della Confraternita di San Rocco, il medesimo informa che i lavori all'Ospizio non sono ancora iniziati, perché prima si deve fare una nuova ricognizione dei fondi. Il 26 giugno vi è il ritorno a Pinerolo di Vittone perché assista, d'ordine del Ministro di Saint-Laurent, alla deliberazione dei lavori per il 1745.

Rispetto al fondo da cui mancavano L. 2.695 Vittone ne riconoscono mancanti 1871.18.6, e l'Intendente invia le pezze giustificative a Torino. Il 16 luglio sorgono complicazioni religioso-costruttive: Vittone segnala una richiesta degli Impresari di usare mano d'opera valdese per preparare la calce, ma essa viene respinta.

2.4 La visita del Mellaredo

A questo punto entra in scena la corrispondenza del Mellaredo, diplomatico, firmatario del trattato di Utrecht.

Nelle sue lettere sono contenute tutta una serie di documenti che fanno riferimento alla perizia che questo alto personaggio effettuò a Pinerolo visitando la costruzione dell'Ospizio, come seguito anche ad una preliminare dell'ingegnere e misuratore Lampo.

La visita del Mellaredo fu voluta da Carlo Emanuele III, accompagnato dal Lampo e con un notaio che fungeva da segretario si recò a Pinerolo e nel corso della inchiesta vi fu un episodio comico: la fuga dell'assistente Casasopra.

Convocato dal «Visitatore Regio» l'assistente in questione non soltanto non si presentò, ma se ne fuggì lasciando persino da pagare la pensione. Venne poi in luce che egli era connivente con il Moriggia nella riduzione degli spessori dei muri rispetto a quanto prescritto nelle Istruzioni del Vittone. La fuga si concretò con la asportazione da parte del Casasopra delle suppellettili che erano nella sua camera, compreso il pagliericcio; la Congregazione venne diffidata dal pagargli le sue spettanze, sino a nuovo ordine.

Le conseguenze della visita furono che il Lampo predispose una serie di lavori di riparazione mentre già il 3 settembre si era ordinata da Torino la sospensione dei lavori. Il 30 settembre venne dato ordine all'Intendenza delle Fabbriche e Fortificazioni di convocare Vittone e Lampo per discutere la visita del Mellaredo a Pinerolo, di questa riunione purtroppo non si conosce il seguito.

Il 24 maggio 1746 Brunetta comunica la sospensione dei lavori, motivata dallo stesso qualche giorno dopo con la partenza dell'Intendente Castelli sostituito dal Conte Baldovini di Santa Margherita.

Il 3 giugno 1746 Vittone invia alla Segreteria degli interni un disegno per i lavori ancora da compiere.

Nel 1747 succede uno scandalo: i giovani catecumeni scoprono che esiste una facile via d'accesso, tramite le soffitte per andare a far visita alle catecumene.

Il 21 aprile il Re ordina di pagare L. 475 per i lavori da eseguire all'Ospizio come da elenco accluso a firma Vittone: a quest'ultimo viene affidato l'incarico di periziare i lavori ai ripari costruiti al ponte sul fiume Lemina.

Il 29 agosto l'Intendente solleva la questione delle chiese delle Valli Valdesi; si trattava degli edifici religiosi che si trovavano sotto il Regio Patronato, e quindi dipendenti per le spese di costruzione, riparazione e manutenzione

Il 25 giugno 1748 Brunetta scrive di avere ricevuto una memoria di Vittone che però non aggiunge nulla di nuovo a quanto il medesimo aveva scritto in aprile all'avvocato Jeanin. Quest'ultimo gli aveva segnalato lo stato delle fessure sulle volte e sugli sterrati di alcune camere dell'Ospizio, che si erano nuovamente aperte dopo che erano state sigillate con il gesso.

Il 21 agosto 1748 Carlo Emanuele III si reca a Fenestrelle e di passaggio

a Pinerolo, visita l'Ospizio. Gli sono visibili negli angoli dei cortili delle evidenti crepe. L'Intendente viene invitato a far verificare le fondamenta perché si individui se la colpa è dell'ingegnere o degli impresari. Come perito viene indicato l'ing. Giuseppe Castelli, intanto Vittone viene incaricato di pagare L. 84.10 al misuratore Masino per «vacazioni» nelle chiese delle Valli.

2.5 L'Intendente Ottavio Avenato del Lingotto

L'11 marzo 1751 il nuovo Intendente Conte Ottavio Avenato del Lingotto scrive che gli impresari De Magistris e Bottani chiedono che si risolvano tutte le questioni lasciate pendenti dal suo predecessore.

Il 23 marzo informa che non è riuscito a ritrovare «il disegno del taglio della Fabbrica dell'Ospizio temendovi vi sia qualche sottomano da chi ha interesse a coprire la troppa elevazione del piano nobile e soffocazione del secondo, e comunicherà al Sr. Ing. Vittone li difetti che ha partecipati salvo che si stimi di far esaminare l'opera da altro Architetto».

Il 30 marzo il disegno viene reperito dall'ingegner Fenocchio, su indicazione degli impresari, ma è di dimensioni così piccole che non è possibile, per suo tramite, stabilire i difetti di costruzione. Il 6 aprile Prunotto che è giunto a Pinerolo visita l'Ospizio su richiesta dell'Avenato, e questi soggiunge: «Penso la di lui relazione uniforme alla mia, ed alla comparsa contro degli Impresari, che avevo preparata per comunicarla come ho fatto alla parte, indi al Sr. Ingegnere Vittone colla risposta quando la riceverò per avere il di lui sentimento. Supplisco V. E. di avere presente che l'ufficio mi obbliga a cose odiose anche con Architetti».

Che cosa rispondesse il Vittone lo sappiamo da una lettera dell'Avenato che verrà scritta più tardi nel 1753, da essa risulta che il Nostro in data 12 maggio 1751 così si esprimeva: «gli arconi erano stati ordinati in tempo della fundamenta, ma non ammetteva di avere dato lui (Vittone) quest'ordine». Quest'ultimo inoltre accusava gli impresari di avere sublocato, contro le disposizioni del contratto, il lavoro a delle persone poco capaci il che aveva dato luogo a cattiva esecuzione della costruzione, con scontri tra progettista e costruttori, tanto che dopo le prime campagne aveva dovuto dare gli ordini per iscritto.

Il 12 agosto l'impresario de Magistris si presentò all'Intendente e gli disse che se non fosse stata resa giustizia per i lavori dell'Ospizio, avendo visti inutili i suoi tentativi a Torino, avrebbe scritto alla Sacra Congregazione.

Nel giugno 1752 si ha notizia del primo ricorso degli impresari, il 15 aprile 1753, l'Intendente ricapitola la situazione al ministro Saint-Laurent.

2.6 Vittone processato e assolto

I regi delegati, nominati in virtù delle Patenti del 3 maggio 1753, avevano incaricato il Tenente Colonnello Felice de Vincenti di visitare la Fabbrica dell'Ospizio, questi descrisse lo stato della costruzione in due relazioni: una indirizzata ai delegati ed una come risposta ad una richiesta di informativa del Primo Presidente del Senato. Esaminata la perizia la Delegazione respinse l'istanza avanzata e dichiarò di doversi assolvere sia Vittone sia gli impresari.

2.7 La piazza d'Armi

La visita del De Vincenti sortì alcune indicazioni tra cui la necessità di effettuare lo spianamento della Piazza su cui sorgeva il Ricovero, rialzando il terreno circondato dagli sterniti, per evitare l'infiltrazione delle acque piovane. Si trattava di operare un passaggio dall'Hotel della Cavalleria per permettere l'arrivo dei soldati per le esercitazioni da eseguire sulla Piazza. L'aver affidato a Vittone i lavori di spianamento della piazza e quelli della riparazione del Ricovero era logica conseguenza della sentenza assolutoria.

Il 26 agosto viene sollecitato l'arrivo di Vittone, prima delle piogge autunnali, anche perché si dubita che un altro perito voglia sostituirsi a lui per la formazione «di due converse» necessarie per l'errore che era avvenuto nel bellare il piano terreno dell'Ospizio durante l'elevazione delle strutture. Il 27 agosto si segnala il mancato arrivo di Vittone e l'inutile comparsa delle squadre per l'appalto degli scavi. Vittone arriva il 28 agosto e vi rimane sino al 3 settembre stendendone una relazione. Il 10 settembre l'Intendente richiede che le Finanze Regie si assumano parte della spesa per la piazza e per tutto ciò che concerne l'Ospizio.

Il 23 settembre viene formato da Vittone il «tipo» della piazza.

Il 4 ottobre i proprietari delle case adiacenti reclamano verso il Re, l'8 ottobre si informa Torino che metà del lavoro è fatto, inoltre si chiuderanno gli archi dell'Ospizio, che nel progetto di Vittone figuravano aperti, ma la cui costruzione aveva prodotto le crepe.

L'8 ottobre Vittone scrive a Buniva, sospetto all'Avenato che lo giudicava professionista troppo costoso e che lo sostituì con il Gariglietti in alcuni lavori.

Il 15 ottobre Avenato ritorna sull'argomento della sistemazione della piazza, su richiesta del Segretario degli Interni: si tratta della costruzione dell'Ala (mercato coperto) e di un edificio tra l'Ospizio e la Consegna. In una relazione, sempre in data 15 ottobre, risulta come 80 operai e due squadre di scalpellini lavorino alla piazza, facciano gran uso di macerie delle demolite fortificazioni, il che permette di avere molto materiale a basso prezzo. L'Intendente si dilunga sulle costruzioni che dovrebbero ornare la piazza, e per più pagine descrive il progetto unitamente alle necessità economiche della città.

Il medesimo giorno vi è un'altra lettera di Avenato che informa di ignorare le istruzioni avute da Vittone per lo spianamento intorno all'ultima

isola della Piazza. Una lettera non datata segnala il placet reale all'ampiamiento della Piazza oltre la casa del Conte Bianchis.

Il 17 ottobre Avenato informa di avere inutilmente richiesto al Buniva, che dirige i lavori, di presentare i profili «che sono indispensabili per la grande irregolarità e lunga estensione del sito».

Contemporaneamente viene proseguita la lettura di Vittone dell'8 ottobre e commentandola l'Avenato mostra all'Architetto di non gradire che si chieda di lasciare in piedi sino alla seguente primavera la Consegna.

Il 19 ottobre viene rifatta da Avenato una relazione riassuntiva dei lavori su richiesta della Segreteria di Stato. Interessante notare la dichiarazione fatta dall'Avenato a Vittone di non stimare utile al Regio Servizio che Buniva avesse ingerenza nell'opera; ciò malgrado Vittone prese le misure con il Buniva e formò due istruzioni: una per le riparazioni dell'Ospizio ed una per la Piazza d'Armi.

Il 29 ottobre le piogge interruppero i lavori sulla piazza, mentre quelli dell'Ospizio sono ormai terminati.

Dopo un anno, il 20 ottobre 1755, Vittone stende l'atto di collaudazione della Piazza d'Armi.

Il 23 marzo 1756 viene liquidata la spesa relativa ai lavori della Piazza. La piazza secondo il progetto doveva divenire il centro commerciale della città. Esaminando la tavola n.3 risulta che avrebbe dovuto comprendere, oltre all'Ospizio dei Catecumeni, un ospedale ad est, una chiesa a pianta centrale a sud, concava e allungantesi lateralmente in portici con annesso edificio conventuale. Un altro edificio simile all'Ospizio dei Catecumeni avrebbe trovato posto davanti alla chiesa.

Era, nell'idea, una piazza progettata secondo il tipo di quelle torinesi. Il progetto, anche questa volta non andò in porto ed ora la piazza è circondata da costruzioni più tarde.

Possiamo notare che Vittone, quando deve organizzare un grande spazio vuoto è bloccato, mentre eccelle quando deve risolvere difficili problemi urbanistici. Là dove deve integrare la sua costruzione di un ambiente preesistente salta fuori proprio una componente essenziale dell'arte vittoniana. Quando deve costruire una chiesa costretta entro limiti precisi; la trasforma, tanto che essa «diviene parte della città», «la strada si allarga momentaneamente per segnare la presenza dell'importante edificio».

In questo senso si stacca dal Guarini che «agisce in modo autonomo rispetto alla correlazione delle parti, non vuole il dialogo con il resto, gli interessa che non si perda il monologo».

3.1 Storia di Pinerolo

Pinerolo è il centro nevralgico della zona che prende il suo nome, il pinerolese, parte fondamentale città metropolitana di Torino. È la città più estesa e popolosa della zona, situata a 370 m.s.l.m., centro delle valli del Lemina, del Chisone, e del Pellice. Il borgo storico si concentra alle pendici della collina di S. Maurizio, caratterizzato da strette stradine medievali che raggiungono il duomo di S. Donato, mentre la pianura in direzione Torino ospita le costruzioni più recenti. Da sempre fondamentale per le comunicazioni con la Francia, un tempo permetteva di collegare agilmente Torino con gran parte del Piemonte occidentale. L'economia del territorio spazia su campi diversi, dall'agricoltura all'industria meccanica e tessile, di cave e miniere. Il territorio della città si può dividere in tre zone principali, che vanno dalla pianura (77% dell'intero territorio), alla collina (20% dell'intero territorio), fino alla montagna (3% del territorio).

Così come cita il sito del Comune stesso: "Pinerolo è Città Olimpica, che ha saputo farsi conoscere ed apprezzare nel mondo durante i XX Giochi Olimpici invernali, sede delle gare di curling. Pinerolo è Città della Cavalleria, che ha saputo tramandare il fascino e lo splendore di una tradizione antica e ancora oggi parte delle bellezze della Città. Pinerolo è Città di Cultura, che ha saputo creare nel tempo diverse strutture museali di assoluta qualità, oltre che un calendario di eventi di grandissimo livello. Pinerolo è tutto questo, ma è molto altro ancora."

La storia di Pinerolo e del pinerolese ha inizio nel X secolo, epoca delle invasioni ungheresi e saracene. I saraceni in particolare erano noti per le razzie, con la caratteristica di costruire basi militari per facilitare le incursioni, che terminarono nel 983 grazie al Marchese di Provenza.

Le prime informazioni su Pinerolo risalgono al 1044, con due documenti della contessa Adelaide: la donazione di tre mansi alla chiesa di S. Donato di Pinerolo e una donazione al monastero di S. Maria di Cavour, fondata nel 1037 dai vescovi di Torino per aumentare l'influenza religiosa nelle aree fortemente saccheggiate. La contessa sposò poi Oddone nel 1047, capostipite della dinastia Savoia, e con lui arrivò il marchesato di Susa, il primo territorio italiano della famiglia Savoia. Successivamente, vi fu un'ulteriore donazione all'abbazia nel 1064 riguardanti le due corti di Lagnasco e di Miradolo, una parte di territorio presso Pinerolo, Val Lemina e Val S. Martino, Val Perosa fino al rivo Olagnerio e, verso Pinasca, Pramollo, Prarostino, la metà dei paesi lungo il Chisone (da Porte a Sestriere), più una chiesa con due mansi in Piossasco ed uno in Rivalta; oltre ad altri insediamenti nel torinese. Attraverso altre donazioni, effettuate tra il 1075 e il 1078, la contessa completava la cessione dei paesi lungo il Chisone e donava l'intera Pinerolo. L'abate di S. Maria diventò così uno dei più potenti signori subalpini, fino a quando il territorio non passò ai Savoia.

Il potere temporale dell'abate era tanto marcato sul territorio quanto insolito, dacché si manifestò un fenomeno curioso per il Piemonte, ovvero l'insorgere di un organismo comunale all'ombra dell'abbazia. Divenne compito dell'abate insediare i magistrati e regolare, anche direttamente,

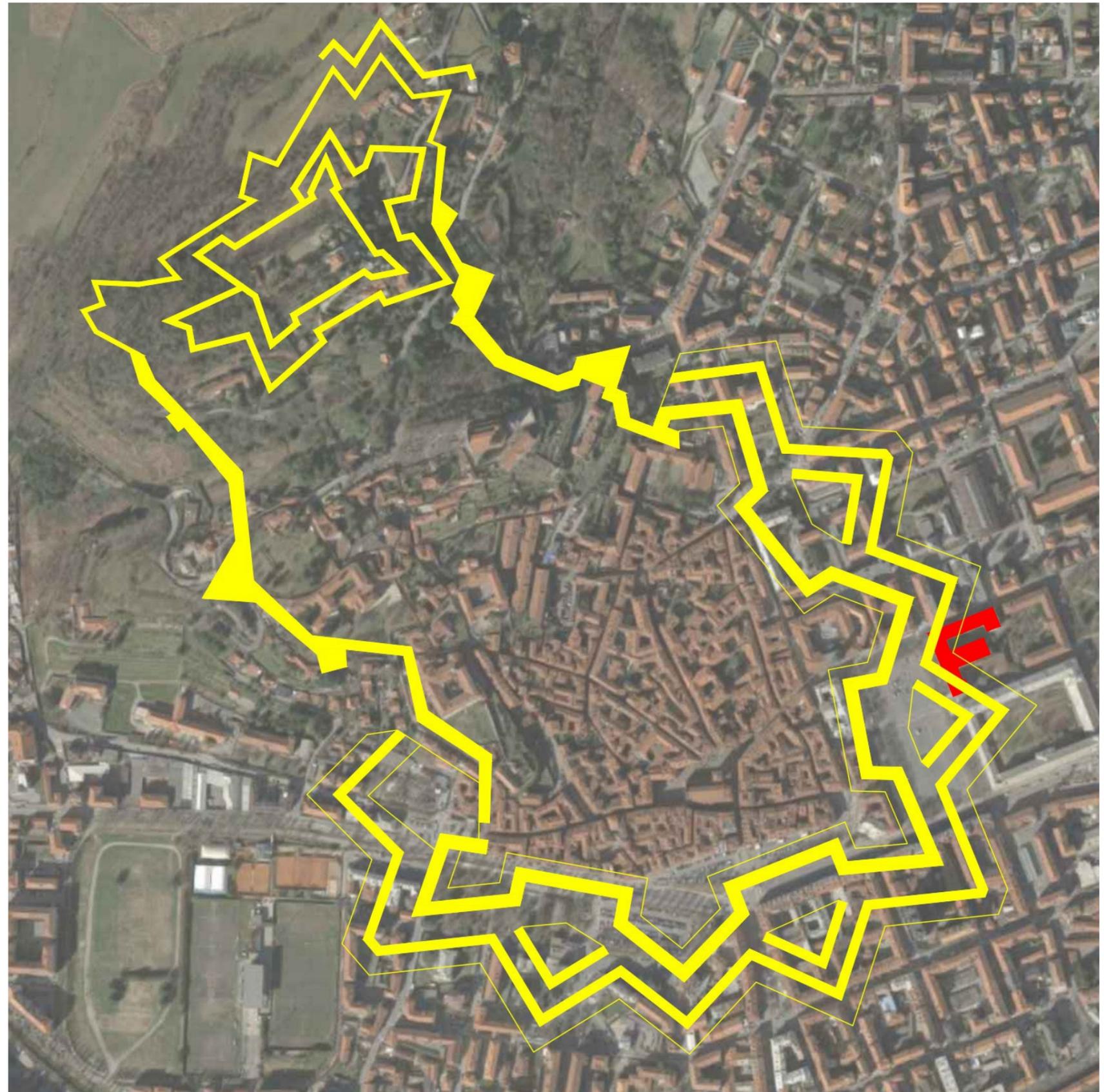


Immagine 1 Veduta dall'alto del centro storico della città di Pinerolo, con evidenziato in giallo il perimetro delle fortificazioni risalenti al 1680 e in rosso la posizione attuale dell'Ospizio dei Catecumeni.

la vita del Comune. Inoltre, sua era la giurisdizione, con l'aiuto di un delegato, su tutti gli uomini residenti nel territorio concernente l'abbazia. La situazione rimase pressoché stabile fino agli inizi del 1200, quando ci fu un momento di tensione tra i pinerolesi e l'abate. Intervenne Tommaso di Moriana, conte di Savoia, lontano nipote della contessa Adelaide. Furono quindi fondati tre Consigli: il consiglio dei Venticinque per gli affari quotidiani, il Consiglio grande per gli affari interni ed il Consiglio generale, per le questioni di maggior rilievo. Fu così che nel 1246 l'abate Alboino cedette Pinerolo al conte Tommaso di Savoia e Riccardo, figlio di Pietro d'Aragona, divenne potestà di Pinerolo.

Nel 1280 vi fu una rielaborazione degli statuti, migliorando la collaborazione tra popolo e famiglia principesca. Nel castello di Pinerolo si insediò un ramo dei Savoia che dal 1301 venne conosciuto come quello degli Acaja (o Acaia, secondo la scrittura moderna). Sotto Tommaso III si verificò una divisione dei domini: a lui rimasero Pinerolo e gran parte dei domini piemontesi, mentre allo zio Pietro II di Savoia capitarono la Savoia e il Ducato d'Aosta.

Nel 1301 Filippo I, figlio di Tommaso III, sposò Isabella di Villehardouin, erede di Guglielmo principe d'Acacia, acquisendo così il nome della moglie. Pinerolo divenne sempre più importante e famosa città come Ivrea ed il canavese, Chieri, Fossano, Savigliano e Ciriè riconobbero la signoria di Filippo.

Giacomo, figlio di Filippo I, istituì in ogni Comune la società popolare per garantire l'osservanza delle leggi. Amedeo VI di Savoia cercò di riprendere i territori italiani, tornando a Pinerolo nel 1355 e il 10 gennaio 1360, assediò Pinerolo. Sotto il suo regno fu pesante la repressione della fede valdese. Diseredò il primogenito Filippo II e quindi gli succedette Amedeo. Nel dicembre del 1418, con la morte dell'ultimo discendente, si estinse il ramo Acaja e Pinerolo cessò di essere capitale del Piemonte, infatti i Savoia decisero di trasferire la capitale a Torino nel 1431.

Tale scelta fu un colpo durissimo per la città, che si vide relegata al ruolo di fortezza di confine, subendo per giunta nei secoli successivi ben tre dominazioni francesi, che ne variarono notevolmente l'aspetto urbanistico. Anche tutti gli ordini monastici, un tempo molto forti sul territorio, nel 1632 vennero sostituiti con monaci provenienti da Parigi.

Preso d'assedio dall'esercito francese guidato dal cardinale di Richelieu in persona, nel marzo 1630 la città divenne una delle piazzeforti di frontiera del regno di Francia per ben sessantasei anni, fino al 1696. Fu così che Pinerolo perse anche i suoi connotati di fortezza, in quanto il trattato di restituzione firmato da Vittorio Amedeo II obbligò i Savoia a demolire integralmente le fortificazioni.

Il 1700 fu per Pinerolo un periodo di grandi trasformazioni. Venne infatti rinnovato il Consiglio sovrano, che nel 1713 prese il nome di Senato, e successivamente, nel 1722, venne istituita la prefettura giudiziaria. Tra il 1708 e il 1724 il principe Amedeo II fece ricostruire ad Abbazia, sul disegno di Juvarra, il convento e la chiesa di S. Verano. Il Senato prese il posto dei Consigli dei Cento e dei Venticinque, sostituendoli con un solo consiglio. Nel 1735, con la morte dell'ultimo abate, cessò il

potere dell'abbazia di S. Maria e nacque il vescovado a Pinerolo, sotto richiesta del Re alla Santa Sede.

La guarnigione militare cittadina venne sostituita da un reggimento di cavalleria. La popolazione aumentò, l'agricoltura e l'allevamento divennero sempre più importati e aumentò di molto anche il numero degli opifici. Venne fondata la grande piazza d'armi, su cui nel 1740 sorse il fabbricato destinato all'Ospizio dei Catecumeni. Sorsero, inoltre, un Ospedale per i poveri ed un Ricovero per gli infermi e uno per gli orfani. In questo periodo di pace Pinerolo divenne la città della Cavalleria. Vento di guerra soffiò nuovamente nel 1747 alle porte di Pinerolo, ma il conte di Bricherasio scongiurò l'invasione. A seguito della Rivoluzione Francese, Pinerolo subì la terza ed ultima dominazione francese, con la totale annessione alla Francia del Piemonte fino al 1814, con la caduta di Napoleone.

Ma prima, allo scoppio della guerra nel 1792, Pinerolo divenne sede dell'armata delle Alpi, portando allo stremo la popolazione. Il 21 settembre 1798 le truppe francesi entrarono in Pinerolo; Le Suire insediò una guarnigione di 4500 uomini a carico del Comune ed il suo successore Niboyet rimise in sesto il Consiglio comunale, preparandosi ad insediare la Repubblica tra la gioia della popolazione, secondo quanto

affermano le fonti del tempo. Nel frattempo, le truppe austro-russe riconquistarono i territori presi dai francesi, costringendoli alla ritirata a Fenestrelle, nella valle di S. Martino e nella Val Pellice.

Il 2 aprile 1808 l'intero Arrondissement de Pignerol dovette anche affrontare un fortissimo terremoto, di intensità VIII della scala Mercalli e magnitudo oggi stimata di 5.7, con epicentro in val Pellice, tra Torre Pellice, Luserna e Angrogna, provocando gravi danni in tutta la fascia pedemontana da Barge a Cumiana. A seguito della prima scossa, della durata di "mezz'Ave Maria" ne seguirono altre 62, fino ad arrivare ad una seconda grande scossa la stessa sera. Si avviò quindi una sequenza di scosse che durò quattro anni.

A seguito della battaglia di Marengo il Piemonte passò sotto il dominio francese, fino alla Restaurazione del 1814, quando si ristabilì la monarchia sabauda. Nel marzo del 1821 scoppiò l'insurrezione a Torino e forti furono le rivolte anche a Pinerolo, sedate però dalla monarchia.

Nel 1900 la popolazione di Pinerolo crebbe sempre più, grazie anche alla pesante industrializzazione. La cattedrale di San Donato rimase il centro della città, ma fuori dalle sue mura ormai distrutte quasi nella totalità nacque la città nuova.

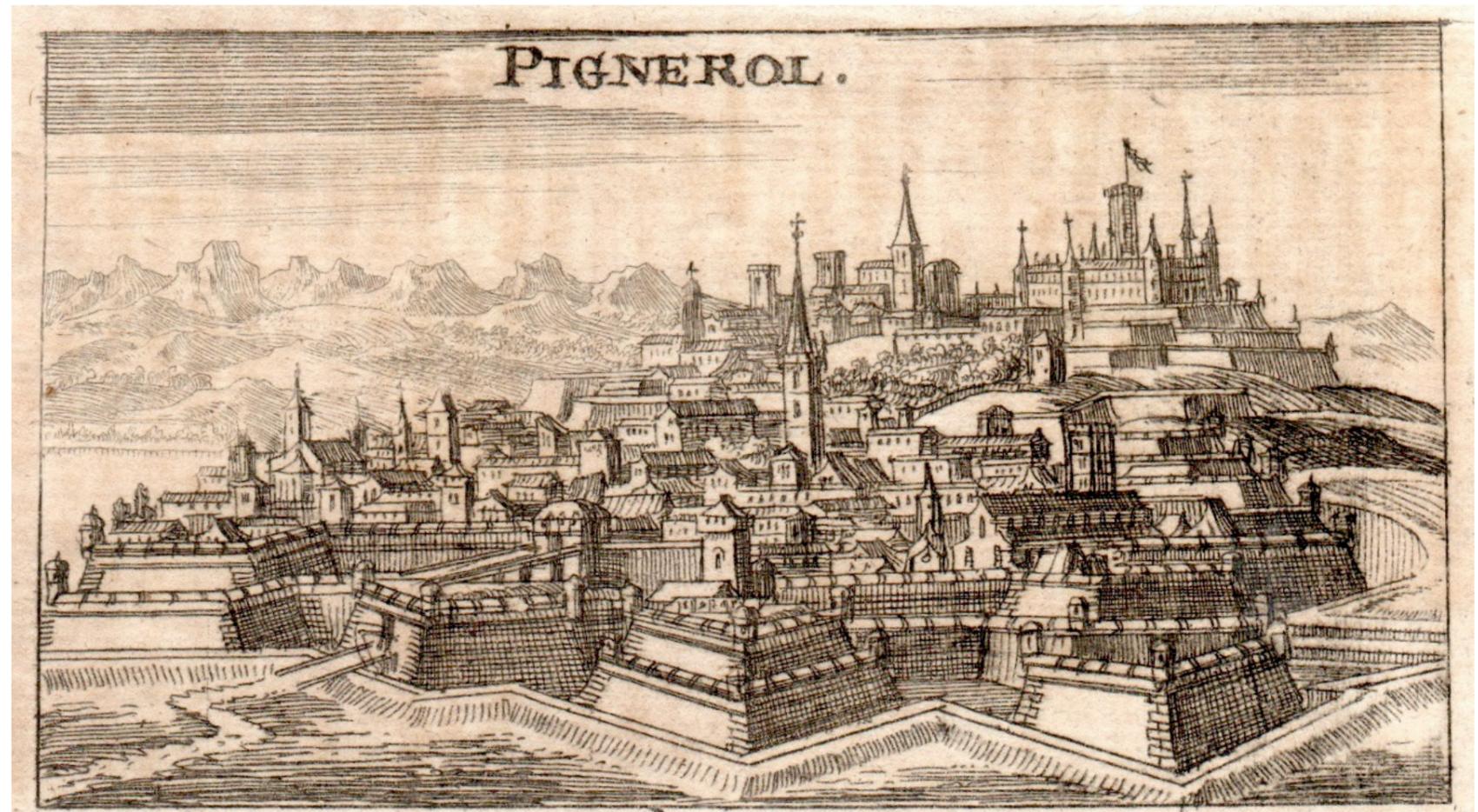


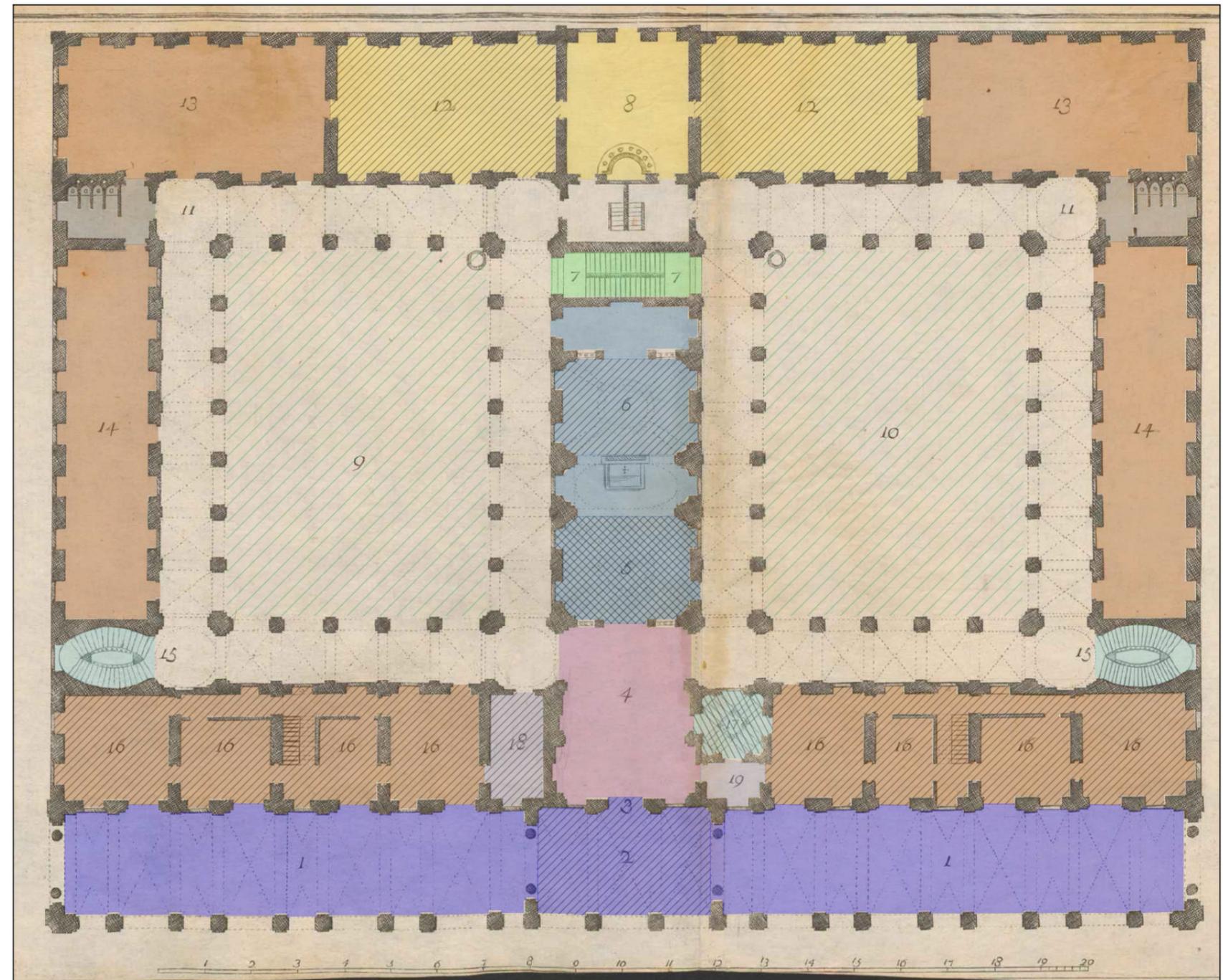
Immagine 2 Veduta generale di Pinerolo tratta dall'opera *Ausführliche und Gendrichtige Beschreibung des gantzen Italieens* di Christoff Riegel stampata a Francoforte nel 1692.

3.2 Il progetto originale di Vittone

Piano terra

Il progetto originale di Vittone prevedeva un edificio a doppia corte, sviluppato in simmetria rispetto ad una manica centrale la quale ospitava la chiesa. La simmetria viene rispettata anche nella distribuzione dei locali, che erano divisi per genere, a destra erano ospitate le stanze e laboratori vari per le femmine, mentre a sinistra per i maschi. Tale separazione veniva mantenuta anche nell'aula liturgica, dove l'altare centrale separava la zona maschile posta dal lato dell'ingresso al palazzo, da quella femminile, verso il retro del palazzo.

L'accesso al palazzo era pensato originariamente attraverso un portico che si estendeva per tutta la lunghezza della facciata sulla piazza, esso forniva protezione ai locali destinati alle botteghe dove i ricoverati ricevevano insegnamenti dei mestieri da artisti e artigiani, i quali avevano alloggi nel piano ammezzato, sopra le botteghe. Al centro della facciata principale si trovava l'ingresso dal quale venivano accolti i ricoverati e attraverso una scala a 45° era possibile accedere direttamente al piano ammezzato e al piano nobile; probabilmente questo passaggio era destinato alle visite di persone importanti che avevano udienza con il direttore dell'opera il cui ufficio si trovava al piano nobile. A disposizione dei ricoverati vi erano due scaloni lenticolari gemelli posti alle due estremità del corridoio della manica principale. Un secondo collegamento verticale, meno importante era posto tra la chiesa e il locale cucina, esso era composto da due scale incociate che impedivano ai due flussi di genere di incociarsi. Trovandosi al confine della città costruita, sul retro dell'edificio erano previsti grandi orti e giardini.



FONTE TAVOLA: Bernardo Antonio Vittone - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavola 43.

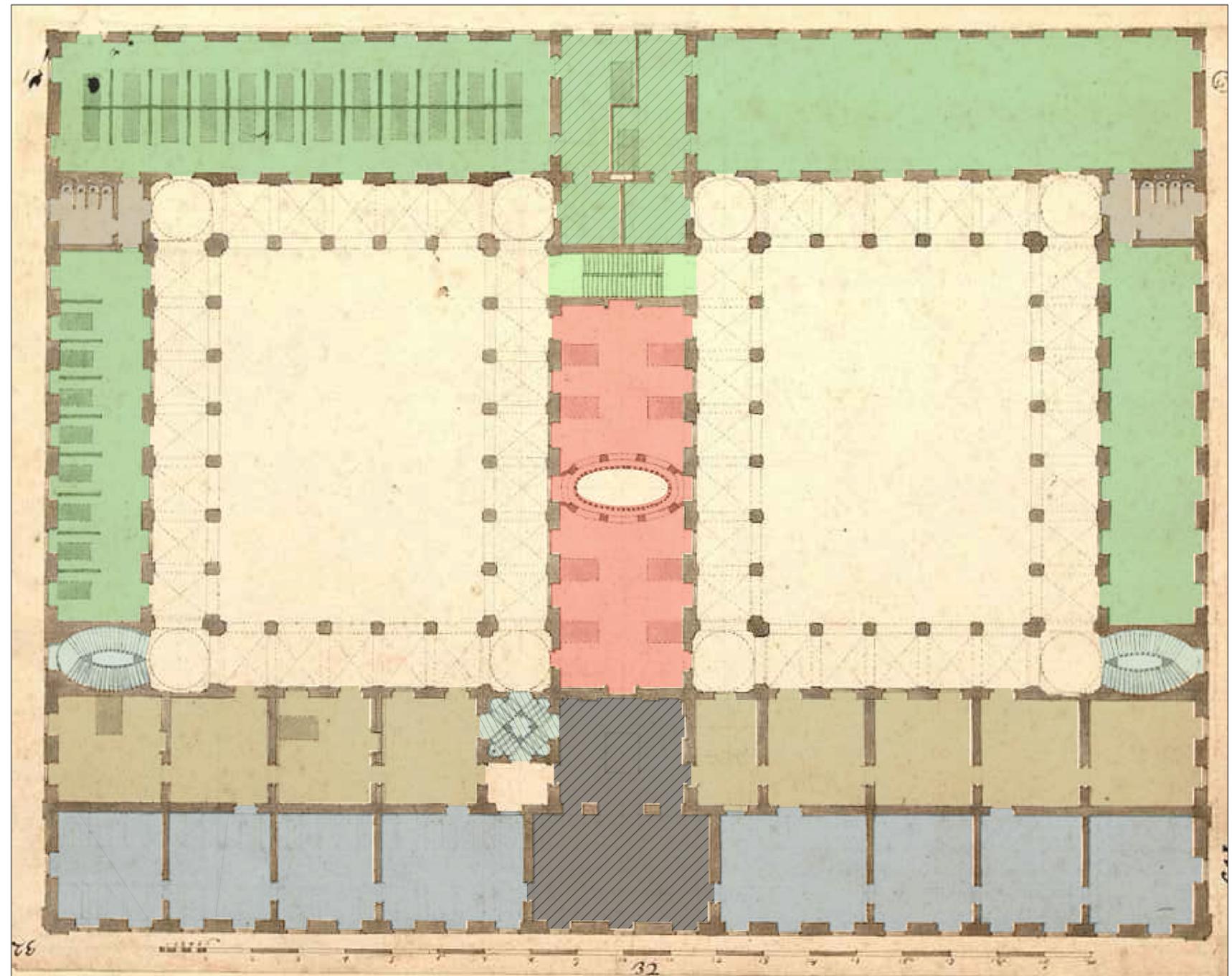
Legenda:

- | | |
|--|--|
|  Portici |  Cucina |
|  Atrio esteriore |  Refettorio |
|  Atrio interiore |  Servizi igienici |
|  Cappella |  Laboratori |
|  Cappella per uomini |  Botteghe |
|  Cappella per donne |  Gabinetto d'attesa |
|  Scaloni gemelli principali |  Camera del portinaio |
|  Scala a 45° |  Cortili porticati |
|  Scalinata secondaria | |



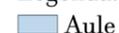
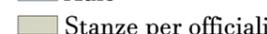
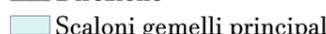
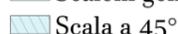
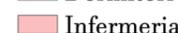
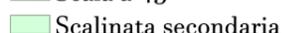
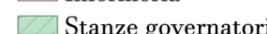
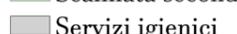
Piano nobile

Nel primo piano del palazzo avevano luogo i dormitori dei ricoverati, si ipotizza che nella manica posteriore vi erano quelli destinati ai giovani, comunicanti con le stanze riservate ai governatori poste al centro, sopra la cucina, mentre sulle maniche laterali erano disposti i dormitori per gli adulti. Anche a questo piano la distinzione tra maschi e femmine era rispettata come nel piano sottostante. Essendo questo edificio nato con lo scopo di convertire i valdesi, a differenza degli altri ospedali di carità, in quello pinerolese è giusto supporre che vi erano anche delle aule dove i catolizzati ricevevano gli insegnamenti teorici, oltre a imparare maestranze ai laboratori. Queste aule si sviluppavano lungo la manica principale, che prevedeva un raddoppio dei locali sfruttando anche lo spazio sopra i portici sottostanti. Al centro è plausibile che vi fosse l'ufficio del direttore dell'opera, collegato, come detto nella pagina precedentemente con la scala a 45° (in questa pianta, realizzata successivamente a quella vista nella pagina precedente, tale scala si trova nella posizione opposta). La manica centrale era occupata dal locale infermeria, il quale presentava un'apertura ellittica al centro, in corrispondenza della posizione dell'altare, per permettere ai pazienti di poter assistere alla messa che si svolgeva al piano inferiore. Si nota in pianta, uno degli accorgimenti architettonici adottati da Vittone, ovvero l'angolo raccordato da uno smusso in corrispondenza dell'incrocio delle gallerie ortogonali.



FONTE TAVOLA: Bernardo Antonio Vittone - "L'architetto civile. Disegni originali" - Tavola 133

Legenda:

- | | |
|--|--|
|  Aule |  Direzione |
|  Stanze per ufficiali |  Scaloni gemelli principali |
|  Dormitori |  Scala a 45° |
|  Infermeria |  Scalinata secondaria |
|  Stanze governatori |  Servizi igienici |



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTORE



Sezione, prospetto e particolare costruttivo

Vengono di seguito mostrati il prospetto e la sezione dell'Ospizio dei Catecumeni di Pinerolo, così come dai primi progetti di Vittone per il palazzo. Si notino nella sezione i particolari del progetto così come inizialmente pensato, a partire dalla chiesa su due livelli, con foro centrale per permettere ai degenti dell'infermeria di assistere alla messa e la balconata adiacente chiesa, oggi destinati a corridoi della manica centrale del primo piano, ma inizialmente progettati scoperti.

Da progetto, si può notare la particolarità del piano interrato sotto alla chiesa, che sembra essere agibile e praticabile. I porticati e le logge del primo piano risultano tutte aperte, senza alcun tipo di chiusura opaca

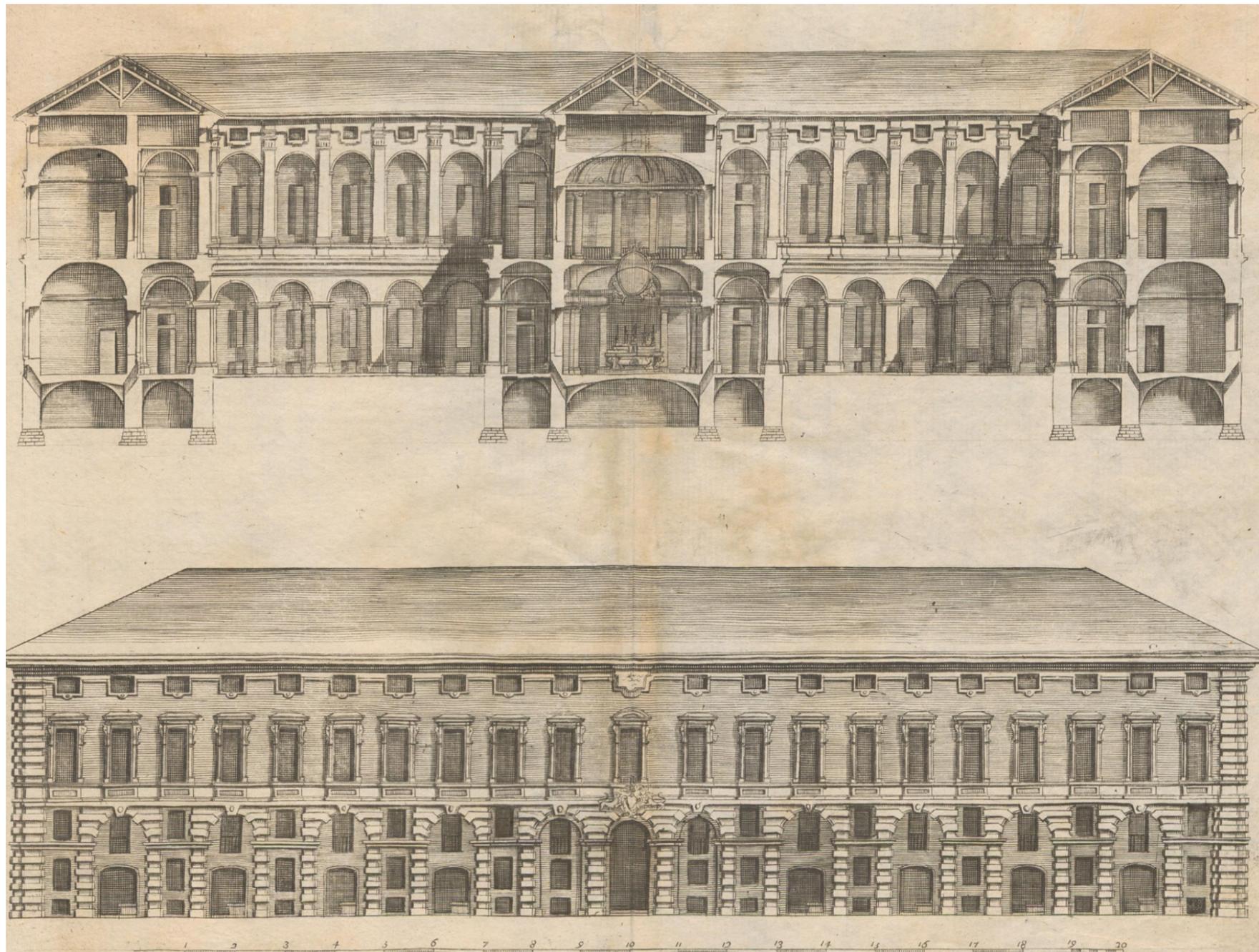
né tantomeno trasparente, e le coperture sono pensate con orditura in legno con capriata palladiana.

Da prospetto si può notare la facciata bugnata al livello 0, gli archi sugli ingressi delle botteghe, oggi finestre che mantengono la forma nell'estremità superiore. Non sono presenti le lesene a scandire la geometria della facciata sul piano verticale, ma da prospetto la fascia marcapiano del piano nobile risulta estremamente marcata.

FONTE TAVOLA:

Bernardo Antonio Vittone - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavola 44. Sezione e prospetto dell'Ospizio dei Catecumeni di Pinerolo.

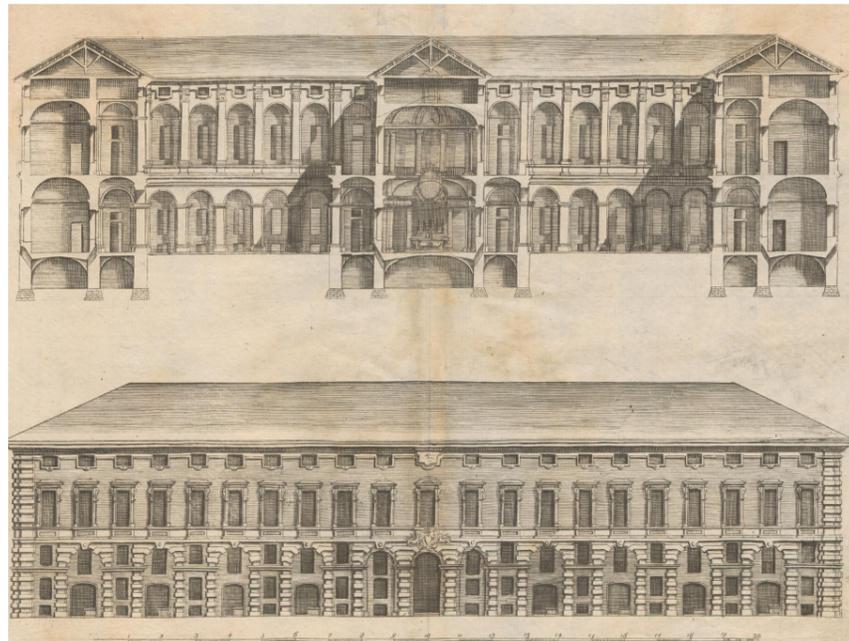
Bernardo Antonio Vittone - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavola 16. Esempio di scala utilizzata in Palazzo Vittone di Pinerolo.



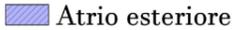
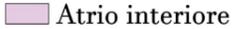
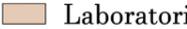
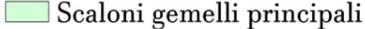
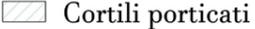
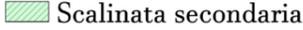
3.3 Le architetture dei ricoveri vittoniani

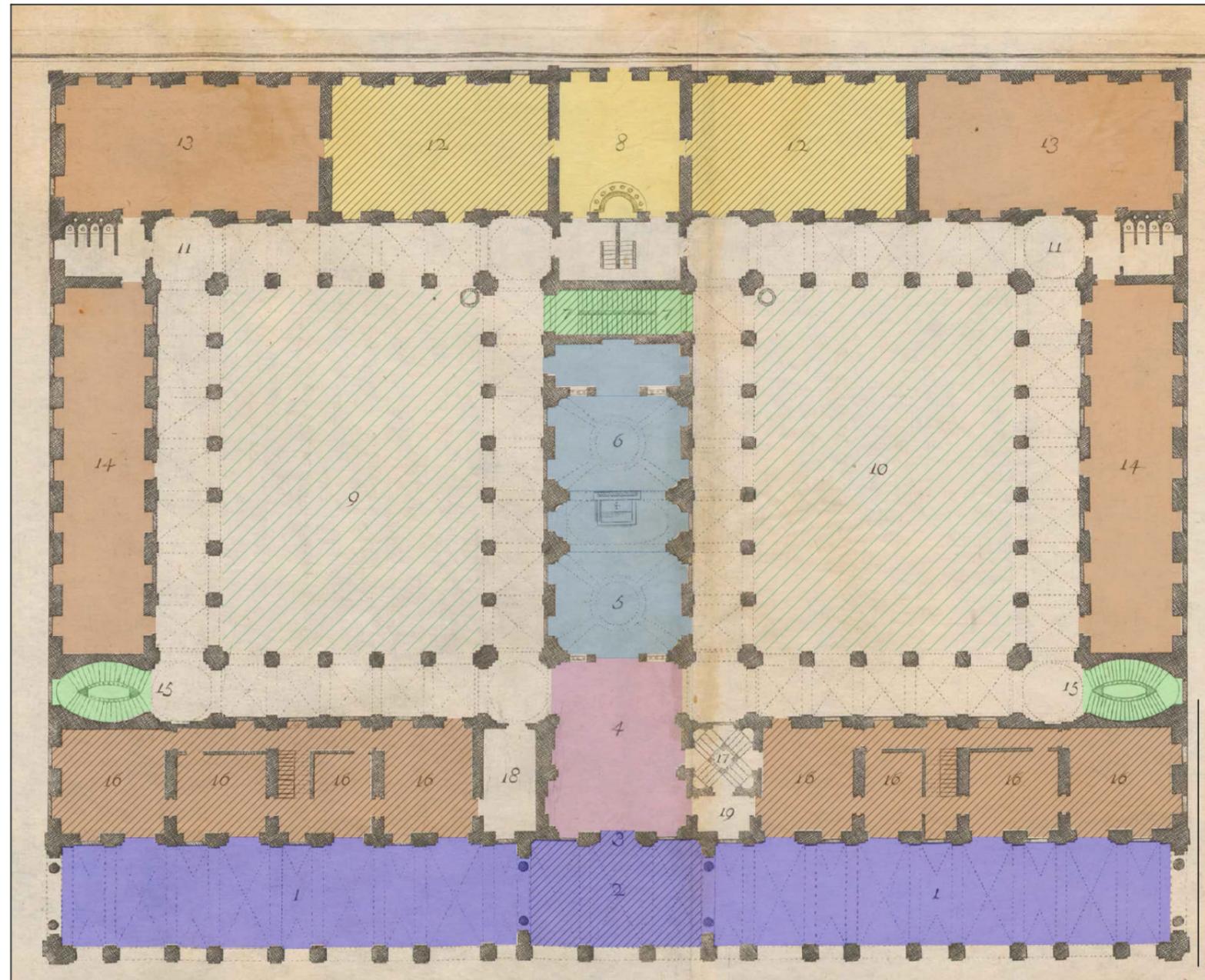
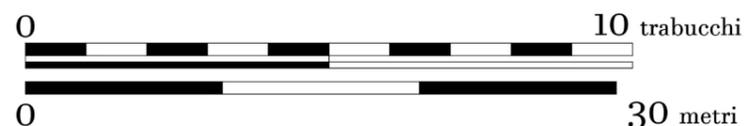
Di seguito verranno riportati altri due esempi di edifici di ricovero progettati da Vittono per eseguire un paragone dei loro schemi funzionali con quelli dell'ospizio pinerolese. Gli edifici che saranno esaminati sono l'Albergo di Carità a Carignano e l'Ospedale di Carità, sito a Casale Monferrato. Nonostante questi edifici siano destinati ad una diversa fascia di persone, si evince dalle piante che lo schema funzionale distributivo è molto simile a quello di Palazzo Vittone a Pinerolo. La simmetria dell'organizzazione degli spazi rispetto alla chiesa che si erge sull'asse principale della struttura è uno dei segni che contraddistinguono queste tipologie di opere vittoniane.

FONTE TAVOLE: Bernardo Antonio Vittono - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavole 43-44.



Legenda:

- | | |
|--|---|
|  Portici |  Cucina |
|  Atrio esteriore |  Refettorio |
|  Atrio interiore |  Laboratori |
|  Cappella |  Botteghe |
|  Scaloni gemelli principali |  Cortili porticati |
|  Scalinata secondaria | |



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTORE



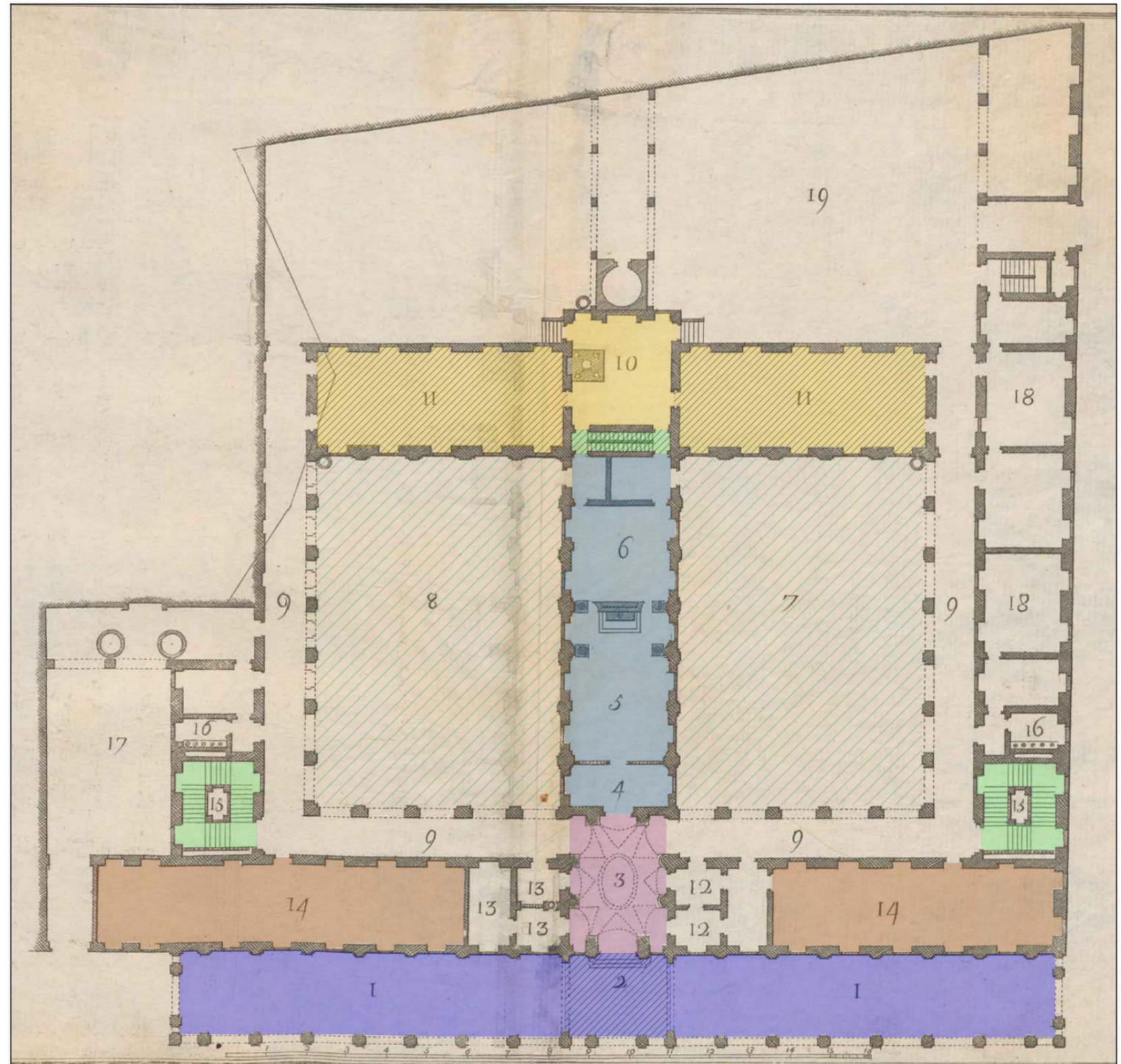
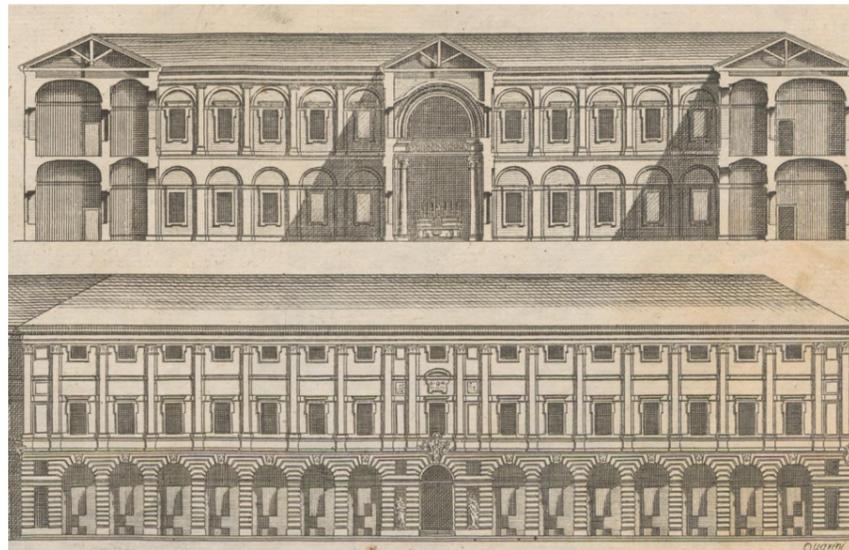
EDIFICIO: Ospedale di Carità

COLLOCAZIONE: Casale Monferrato (AL)

DATA: 1740

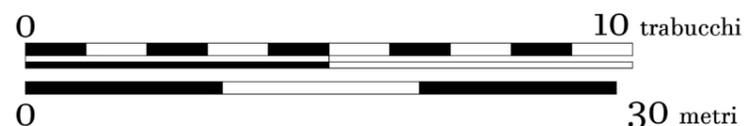
FONTE TAVOLE: Bernardo Antonio Vittone - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavole 41-42.

A Casale Monferrato Vittone progetta un'edificio destinato a poveri d'ambo i sessi, bisognosi di cure e pur capaci taluni di una qualche sedentaria occupazione, come mostrano i due suoi reparti per uomini e donne dotati caduno di dormitori, refettorio e laboratorio. Nonostante il complesso sorga su un terreno di forma irregolare, Vittone riesce comunque a sviluppare una struttura simmetrica, con ampi cortili ai lati della chiesa che rappresenta il fulcro dell'edificio, andando a modificare in pinata la distribuzione degli spazi nella porzione sinistra, destinata alle femmine.



Legenda:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| Portici | Cucina |
| Atrio esteriore | Refettorio |
| Atrio interiore | Laboratori |
| Cappella | Botteghe |
| Scaloni gemelli principali | Cortili porticati |
| Scalinata secondaria | |



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONI



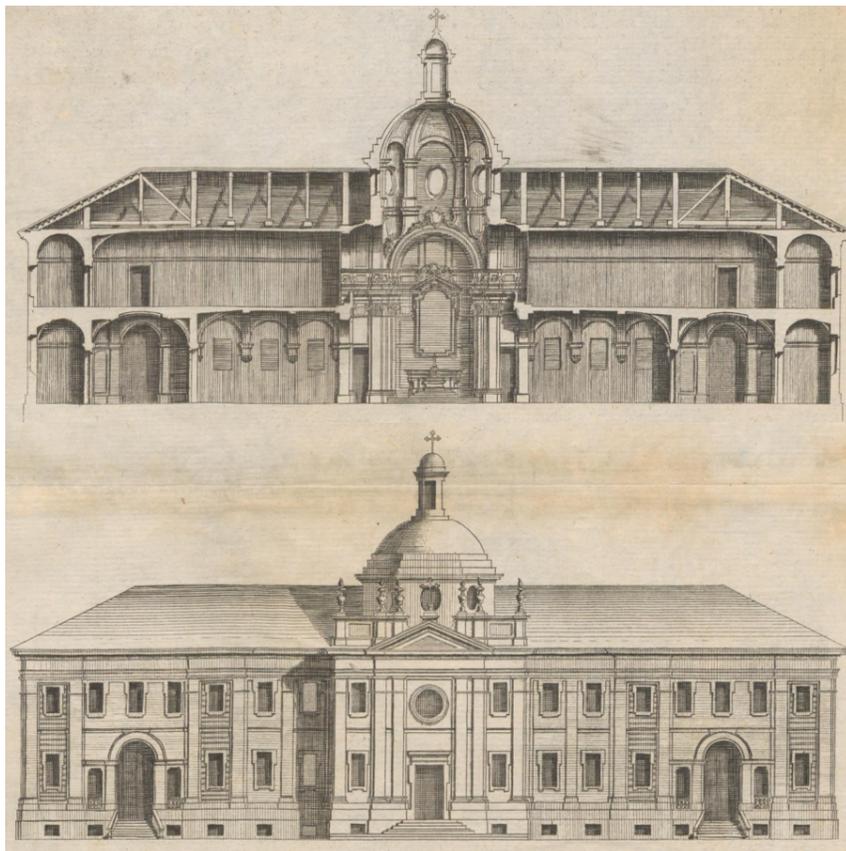
EDIFICIO: Albergo di Carità

COLLOCAZIONE: Carignano (TO)

DATA: 1737-1744

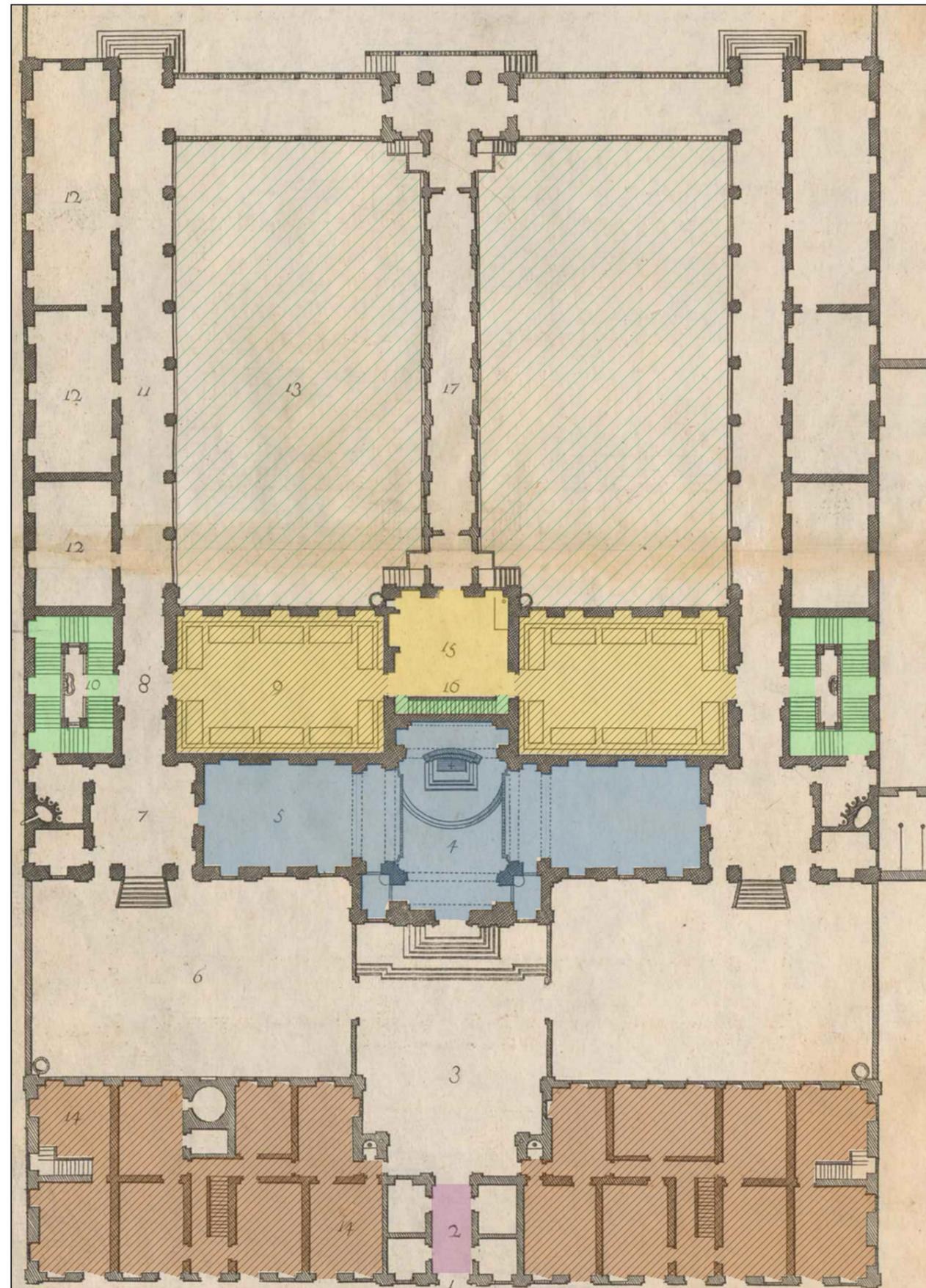
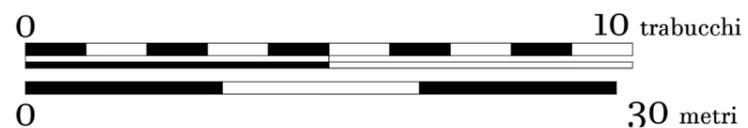
FONTE TAVOLE: Bernardo Antonio Vittone - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavole 39-40.

Destinato ad ospitare poveri, anche l'ospizio di Carignano è stato progettato simmetricamente, con due corti interne che separano l'ala maschile da quella femminile. Diversamente dagli altri complessi, quello di Carignano ha uno sviluppo più in profondità che in facciata, e la zona di laboratori e botteghe è separata dal resto della struttura ed è situata verso la strada, separata dalla chiesa retrostante da un altro cortile aperto.



Legenda:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| Portici | Cucina |
| Atrio esteriore | Refettorio |
| Atrio interiore | Laboratori |
| Cappella | Botteghe |
| Scaloni gemelli principali | Cortili porticati |
| Scalinata secondaria | |



3.4 Confronto con diverse architetture barocche

Le valli Pinerolesi dal XVI secolo ospitavano un gran numero di protestanti valdesi, la loro conversione inizialmente era affidata a missionari gesuiti francesi. La preoccupazione del Re era che l'ordine monastico, oltre alle conversioni si occupassero anche del fornire informazioni alla corona francese, o addirittura non limitarsi alla conversione religiosa ma anche politica. La perdita delle valli valdesi avrebbe significato fornire agli invasori un facile accesso verso il Piemonte, scenario di numerose guerre di territorio nei secoli precedenti.

Queste motivazioni hanno spinto a grandi finanziamenti per l'Ospizio dei Catecumeni di Pinerolo, il quale aveva come scopo principale anche esso la conversione dei protestanti e in più offriva l'istruzione a varie maestranze. In questo modo il Re voleva assicurarsi il controllo della cattolicizzazione sul territorio piemontese.

Date queste premesse risulta chiaro la rilevanza architettonica data all'edificio, che in pianta presentava nel progetto iniziale un ingombro a terra di circa 4.500 m² e con sviluppo su quattro piani.

Secondo il progetto originale di Vittone, il Regio Ospizio dei Catecumeni aveva dimensioni comparabili ad alcuni edifici di rappresentanza di Torino, al tempo capitale del Regno, nonostante sorga in una città di rilievo militare e strategico.

Vengono quindi di seguito rappresentati:

1. lo schema dell'Ospizio dei Catecumeni di Pinerolo secondo il progetto di Bernardo Antonio Vittone;
2. la pianta del Palazzo del Collegio delle Province, progetto di Bernardo Antonio Vittone, oggi sede del Comando Legione Piemonte e Valle d'Aosta. (costruzione 1729);
3. la pianta di Palazzo dei Principi di Carignano a Torino di Guarino Guarini, oggi Museo del Risorgimento (costruzione 1679-1685), originariamente progettato solo nella sua parte su Piazza Carignano, fino al segno tratteggiato;
4. la pianta del Collegio dei Nobili a Torino di Michelangelo Garove, oggi Museo Egizio (costruzione 1824).

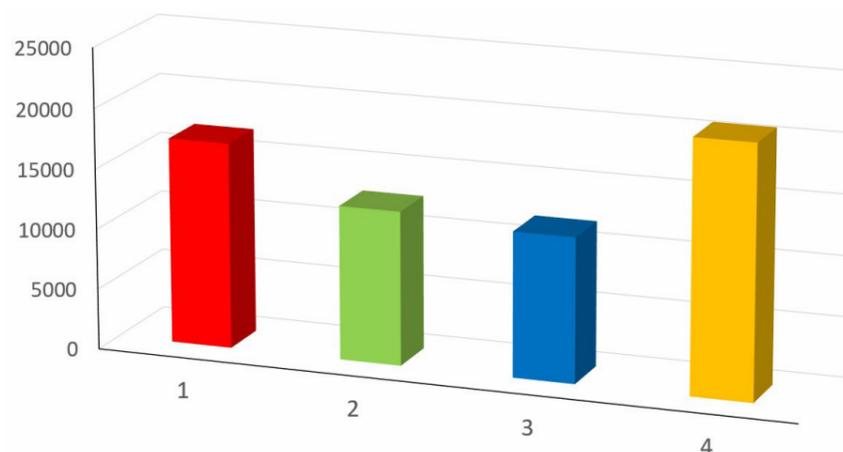
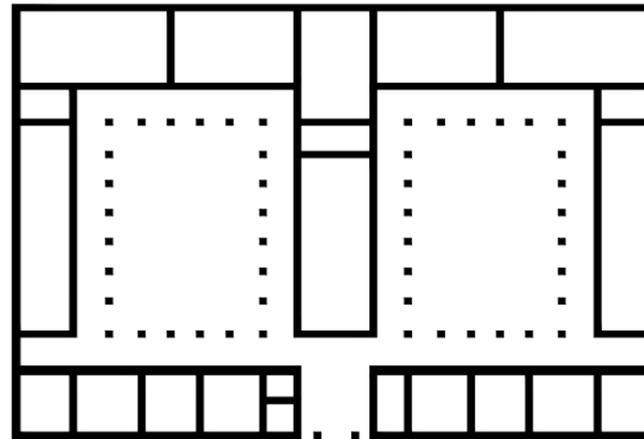
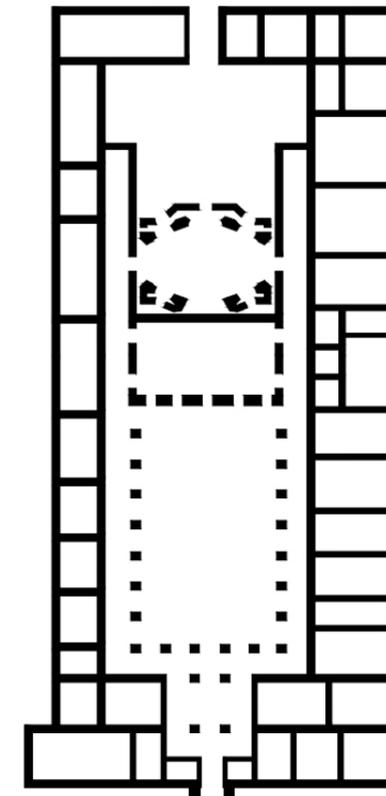


Immagine 3 Paragone delle aree complessive stimate dei quattro edifici.

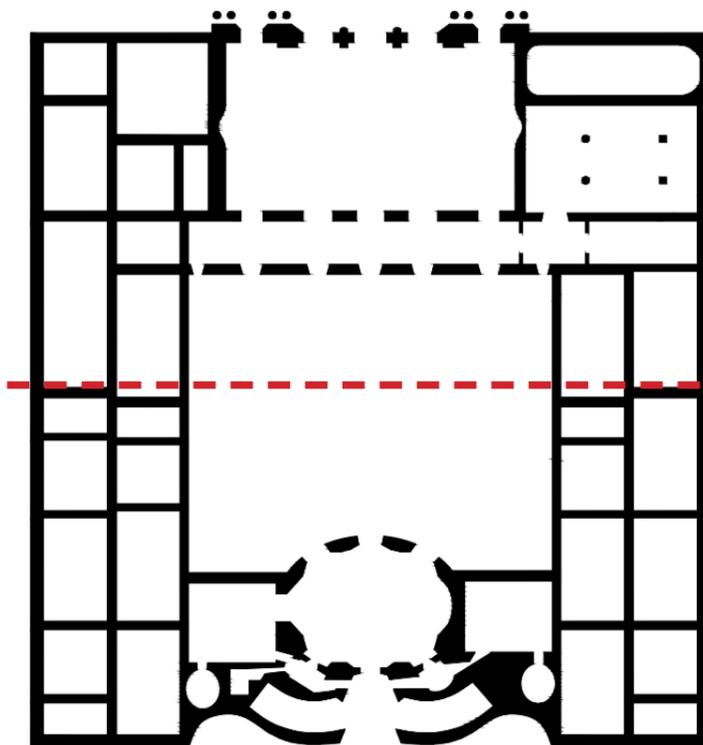
①



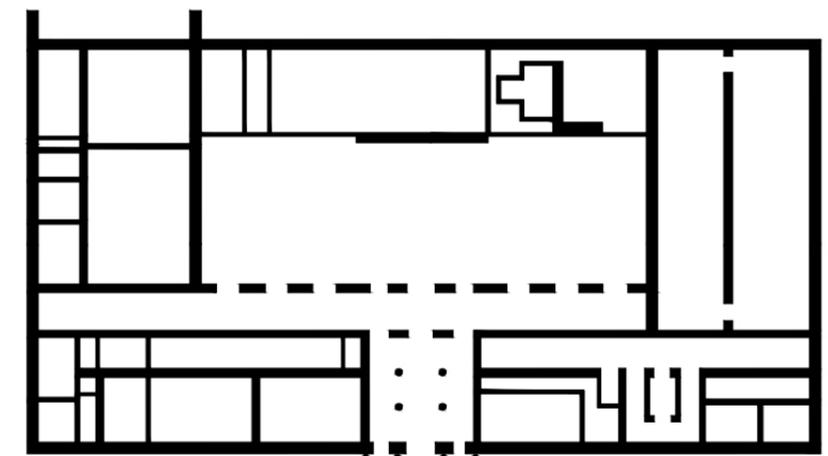
②



③



④



3.5 L'evoluzione della fabbrica

Nelle pagine successive verranno elencati per anno, le principali lavorazioni edili che hanno portato la fabbrica dell'Ospizio dei Catecumeni a come si presentava alla fine del XVIII secolo. Purtroppo le informazioni non sono complete, e alcune modifiche o lavorazioni non sono menzionate nella cronologia degli interventi reperita. A supporto delle informazioni fornite, una vista schematica degli spazi con le varie destinazioni d'uso, facilitano la comprensione dell'organizzazione degli spazi riferiti ai vari periodi di costruzione. Nella parte destra della pagina due viste assometriche generali mostrano in rosso la porzione di edificio realizzato rapportandolo con il volume previsto dal progetto originale di Bernardo Vittone.

Dall'anno 1740 al 1743

- 1740

La costruzione di Palazzo Vittone inizia sul luogo ove prima sorgeva il bastione di Montmorency, propugnacolo delle fortificazioni francesi che vennero demolite. Il terreno dove sorge l'edificio è frutto di un riempimento artificiale, in quanto le mura erano circondate da fossato, e questa caratteristica è una delle cause per cui in fase di costruzione si sono verificati dei problemi di cedimenti di struttura. Durante l'inizio dei lavori vengono già presenti le prime opposizioni alla realizzazione del portico sulla piazza.

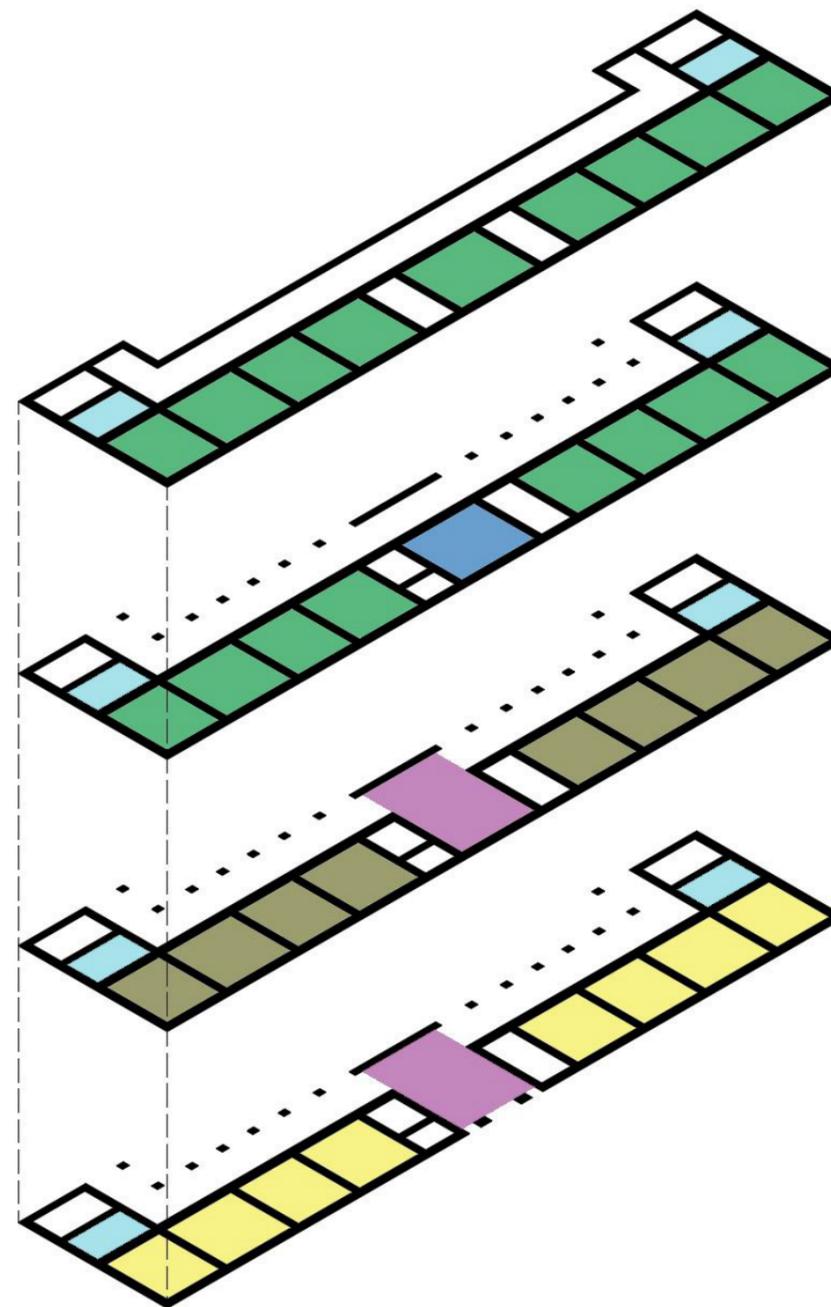
- 1742

Viene realizzata la manica principale, e della manica ospitante la chiesa vengono realizzate le fondazioni. Tuttavia, si decide di rendere già operativa la struttura. La sala principale del piano nobile funge da cappella provvisoria. Si ipotizza che in questo periodo vengono realizzate anche le parti iniziali delle due maniche laterali che non verranno mai concluse.

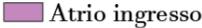
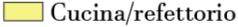
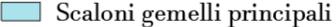
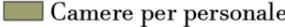
- 1743

Secondo il Pittavino, la costruzione dell'ospizio è terminata, e il numero dei ricoverati viene aumentato a 50, comprendendo anche i catecumeni che vengono trasferiti da Torino a Pinerolo.

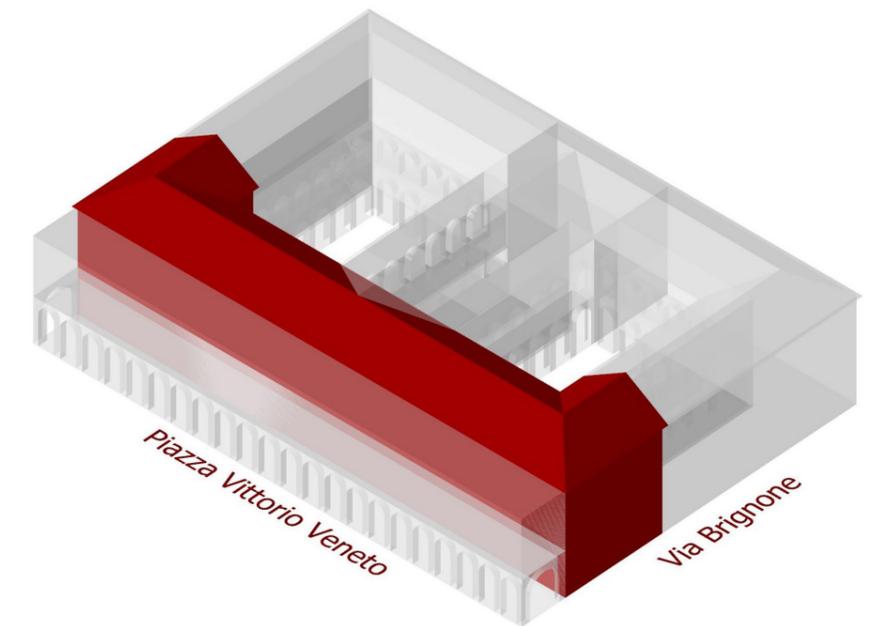
Vengono effettuate alcune modifiche di destinazione d'uso rispetto al progetto originale; nel piano terra, lo spazio destinato a botteghe e laboratori viene utilizzato per le cucine e refettori; nel piano mezzanino trovano locazione le camere destinate al rettore, alle infermiere e i guardaroba; il piano nobile e il sottotetto sono adibiti a dormitori per i ricoverati



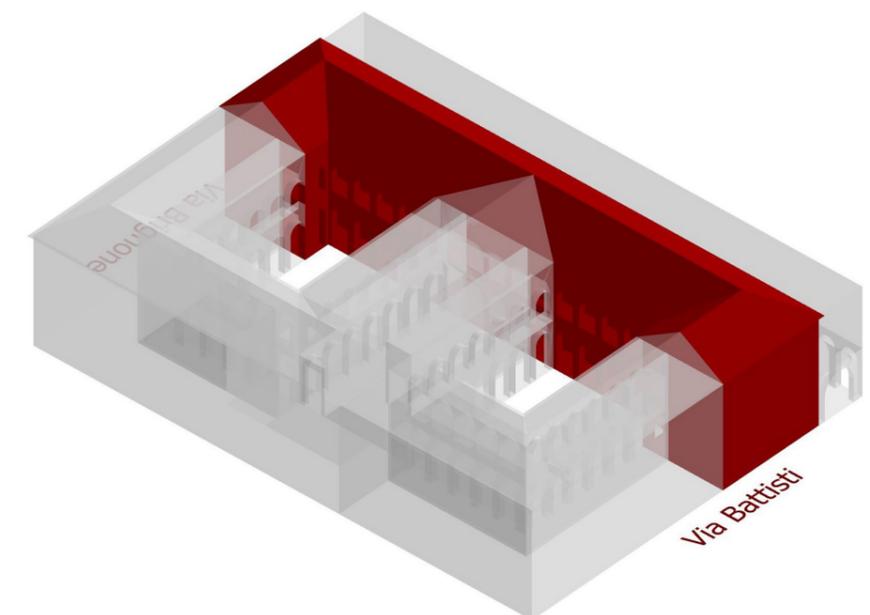
Legenda:

 Atrio ingresso	 Cappella
 Cucina/refettorio	 Scaloni gemelli principali
 Camere per personale	 Dormitori

Vista assometrica frontale



Vista assometrica posteriore



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONO



Dall'anno 1744 al 1771

- 1744
Viene prescritta la riduzione degli spazi destinati agli orti, dietro all'edificio.
- 1745
Viene continuata la costruzione della manica perpendicolare alla principale, dove viene realizzata la cappella con l'infermeria soprastante. L'ubicazione originale dell'infermeria non è specificata in alcun punto, pertanto si è ipotizzato che inizialmente si sia seguita la disposizione originale. Dietro la chiesa sorge il locale della cucina/refettorio, il cui volume costruito non raggiunge la quota del resto dell'edificio ma si limita al pian terreno (compreso di mezzanino).
In questo anno vengono scoperti difetti di esecuzione quali l'errato spessore dei muri in seguito ad una perizia del Mellarede, vengono dunque predisposti una serie di lavori di riparazione.
- 1746
Viene richiesta la sospensione dei lavori.
- 1754
Viene affrontata una causa tra l'ing. Vittone e l'impresa esecutrice per delle infiltrazioni dalle coperture e fondazioni e delle incongruenze tra l'altezza delle volte dell'infermeria e gallerie adiacenti.

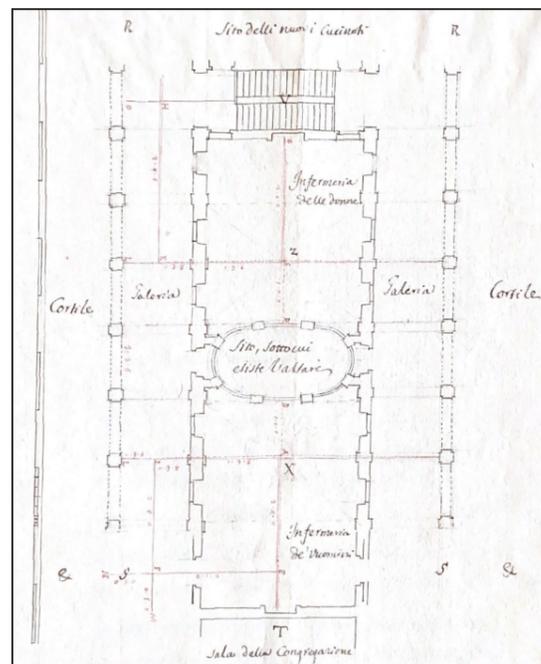
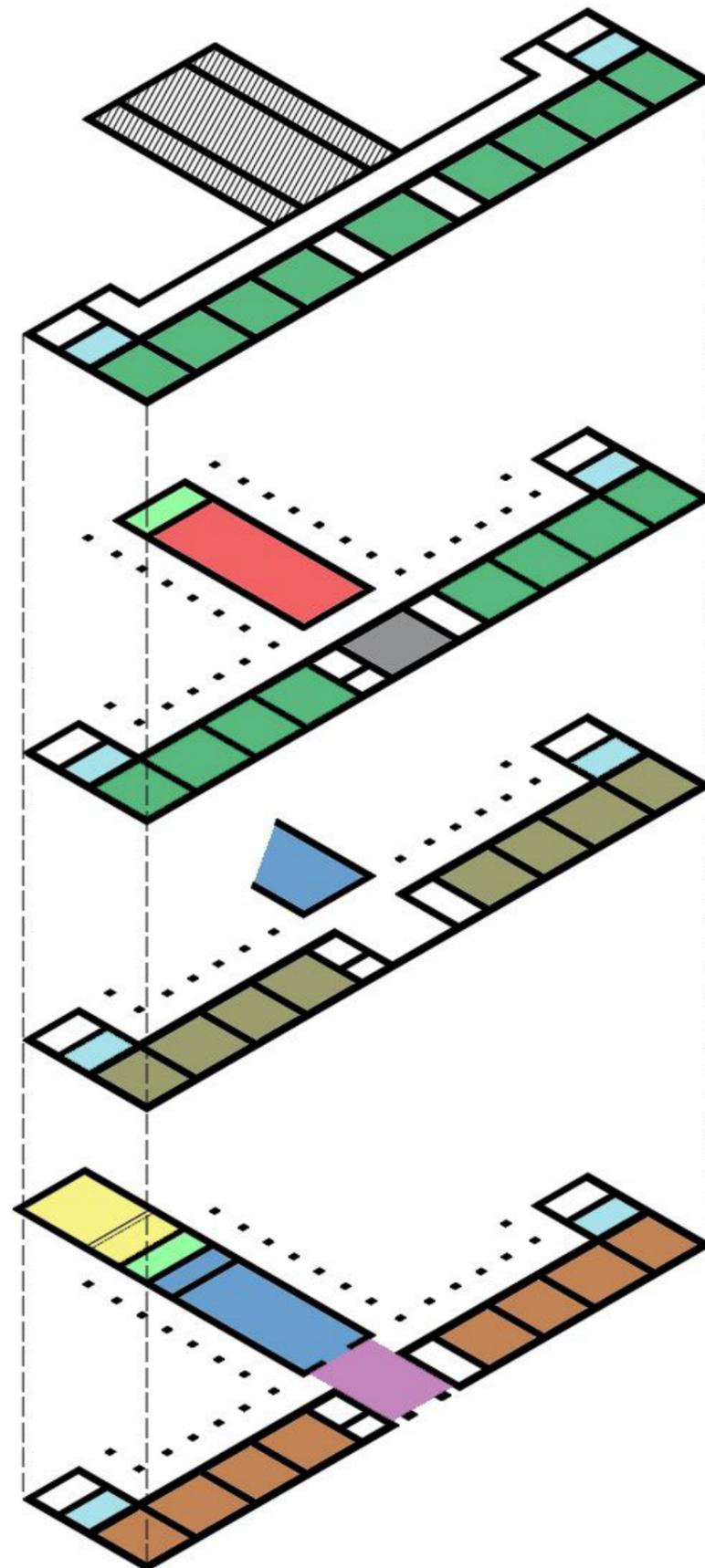


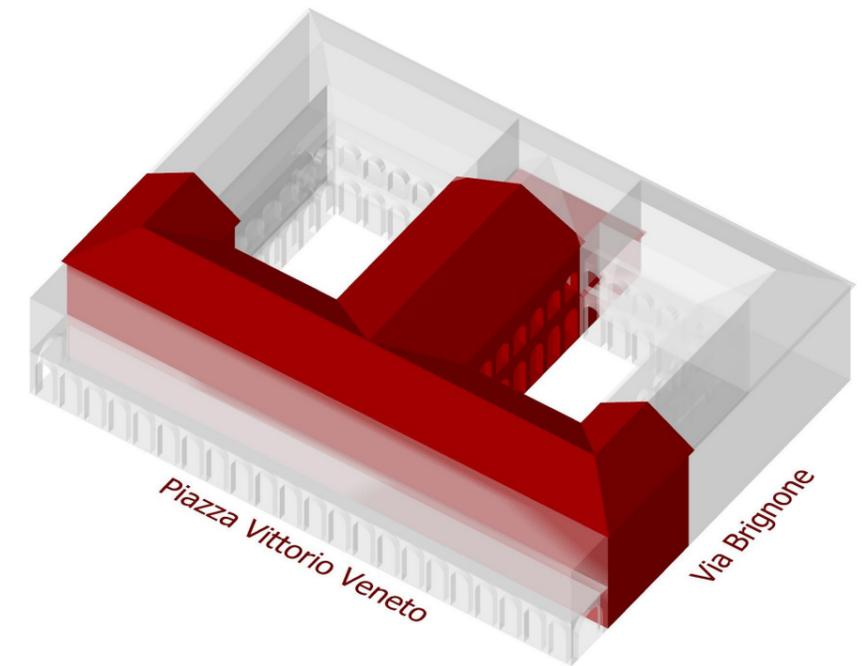
Immagine 4 Disegno pianta infermeria reperita da Sommario della causa tra imprenditore e ing. Vittone, 1754 (Mazzo 15.2, fascicolo 7, Archivio Storico Torino).

Legenda:

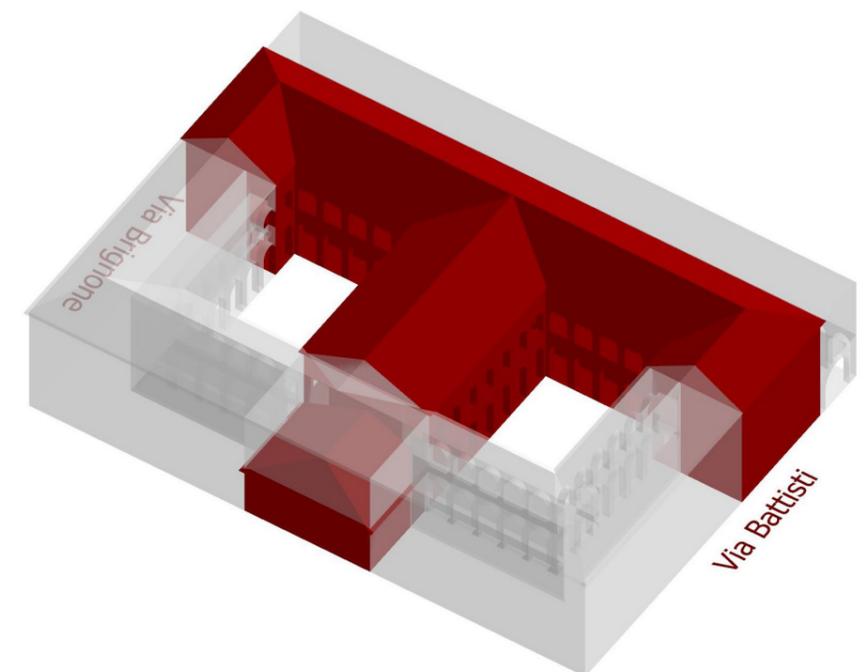
- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| Atrio ingresso | Botteghe/laboratori |
| Cucina/refettorio | Scalinata secondaria |
| Camere per personale | Infermeria |
| Cappella | Dormitori |
| Scaloni gemelli principali | Destinazione d'uso ignota |



Vista assometrica frontale



Vista assometrica posteriore



• 1772

Due anni dopo la morte di Vittoni viene formata una commissione di studio sovrintesa dall'ingegner Fenocchio, per verificare lo stato di fatto della cappella. Una rivisitazione del progetto originale prevedeva la disposizione dell'infermeria nei due corridoi che affiancano lo spazio chiesa al piano nobile. L'ingegner Fenocchio rileva dei difetti di progetto legati alla conformazione della cappella, in particolare:

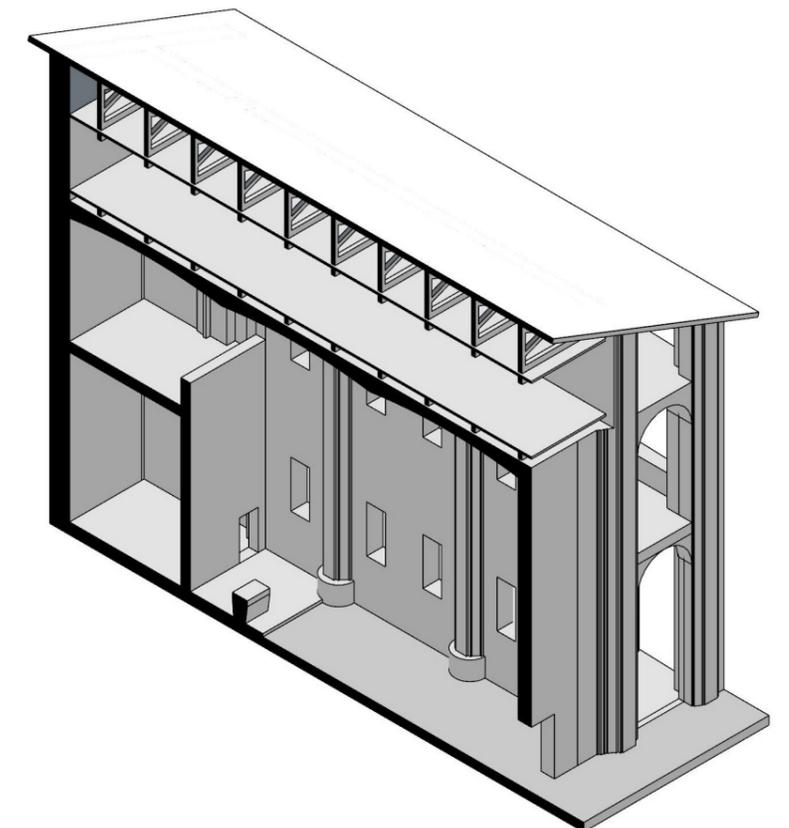
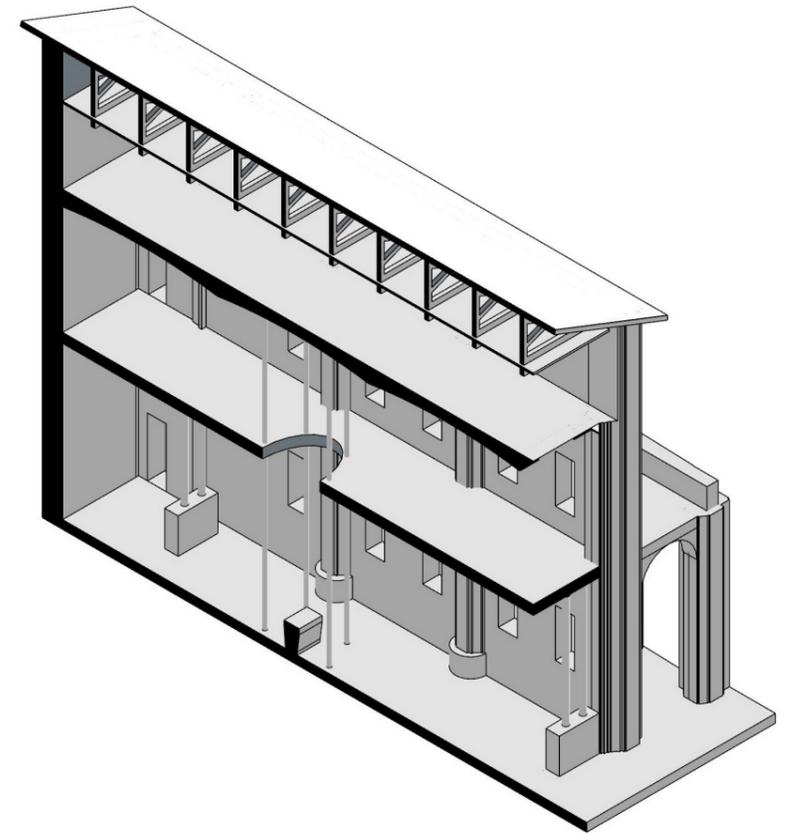
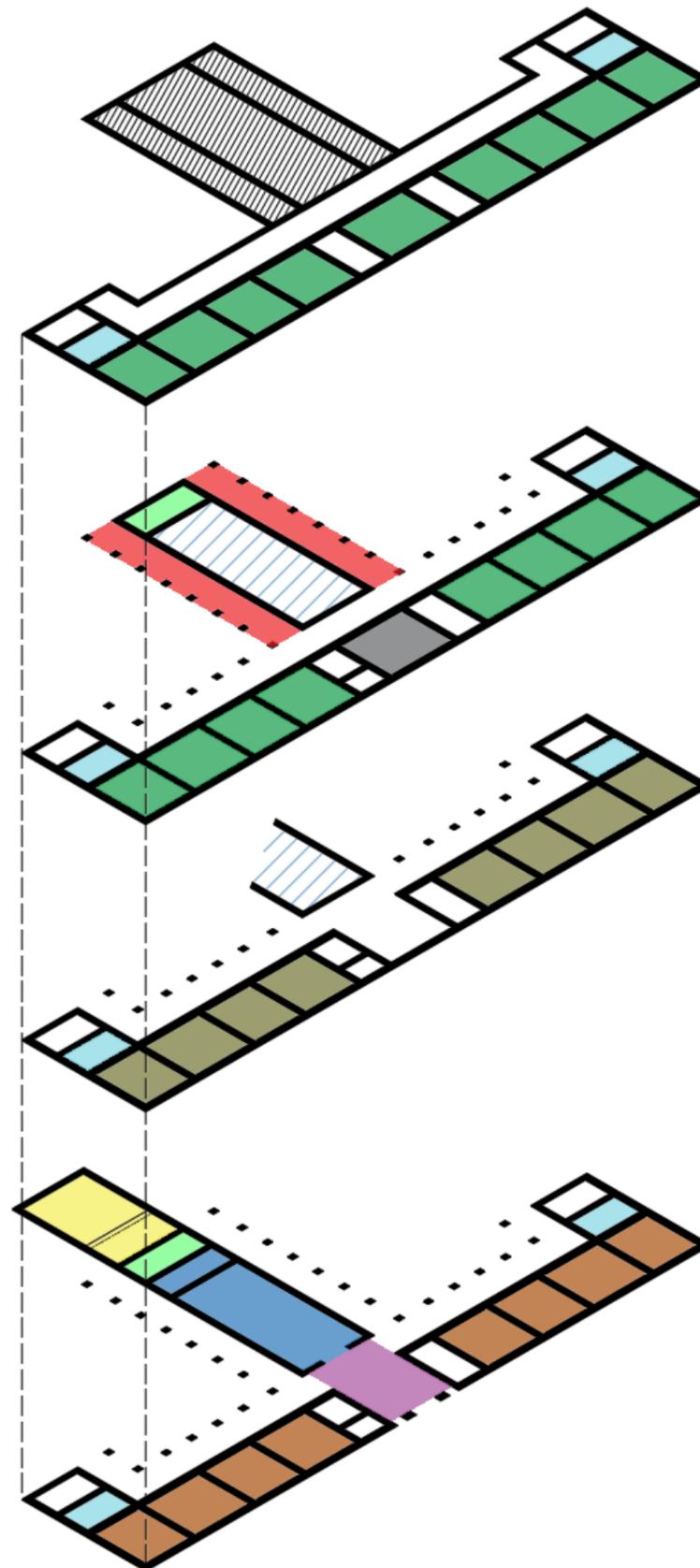
- la chiesa e l'atrio d'ingresso al palazzo non sono distinti da nessun tipo di dislivello;
- i portici laterali impediscono alla luce di accedere alle finestre e causano una cattiva illuminazione dello spazio interno;
- la disposizione centrale dell'altare è irregolare;
- l'infermeria disposta in questa maniera, con gli affacci sulla chiesa sottostante comporta che i maschi e le femmine si trovino di fronte, e quindi possano guardarsi a vicenda, inoltre è incongrua la presenza dell'infermeria al di sopra della cappella.

Constatando questi difetti, l'ingegner Fenocchio riprogetta gli spazi, apportando le modifiche che sono tutt'oggi presenti. Viene infatti creato un dislivello tra l'ingresso principale e lo spazio della chiesa, l'altare viene spostato in fondo al locale, elevato a sua volta rispetto alla cappella. Per migliorare l'illuminazione naturale vengono allargate le finestre e soprattutto viene resa la chiesa ad un piano solo, a doppia altezza. L'infermeria viene spostata ai locali destinati ai laboratori e i catolisi potevano seguire la messa dai corridoi laterali alla chiesa, con la disposizione di gelosie che impedivano di vedersi.

Nei due spaccati assonometrici riportati vengono raffigurate le due versioni della cappella, la prima secondo il progetto originale di Vittoni, la seconda così come appare oggi, in seguito alle modifiche apportate nel 1772. Si ipotizza che era presente un'apertura ad arco che permetteva ai ricoverati di partecipare alle celebrazioni attraverso il corridoio del piano nobile, in corrispondenza dell'aula principale, specularmente allo spazio a balconata presente sul fondo della chiesa, dietro l'altare.

Legenda:

- | | |
|--|---|
|  Atrio ingresso |  Botteghe/laboratori |
|  Cucina/refettorio |  Scalinata secondaria |
|  Camere per personale |  Infermeria |
|  Cappella |  Dormitori |
|  Scaloni gemelli principali |  Destinazione d'uso ignota |



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONI



Il XIX e il XX secolo

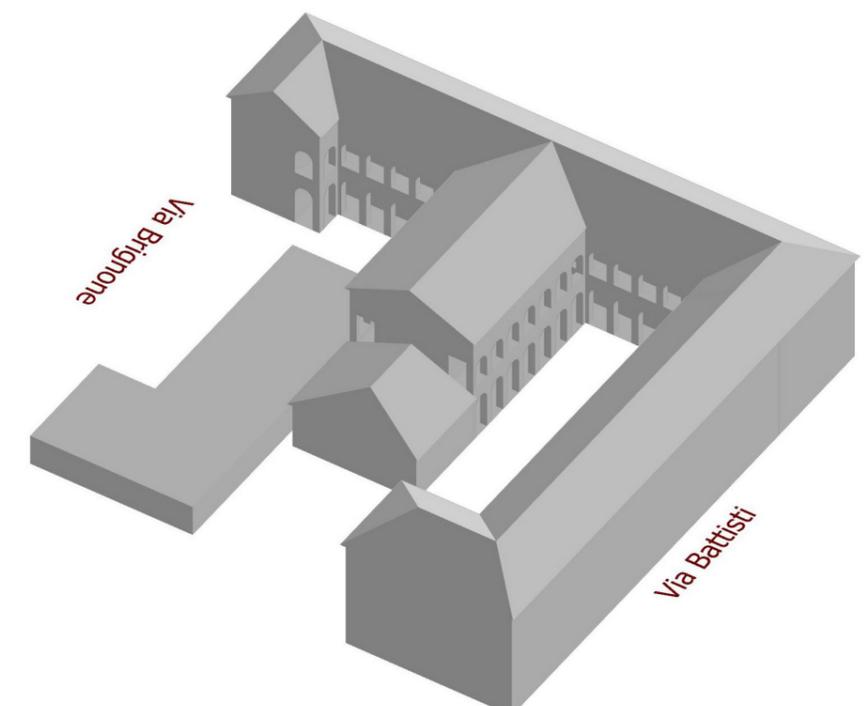
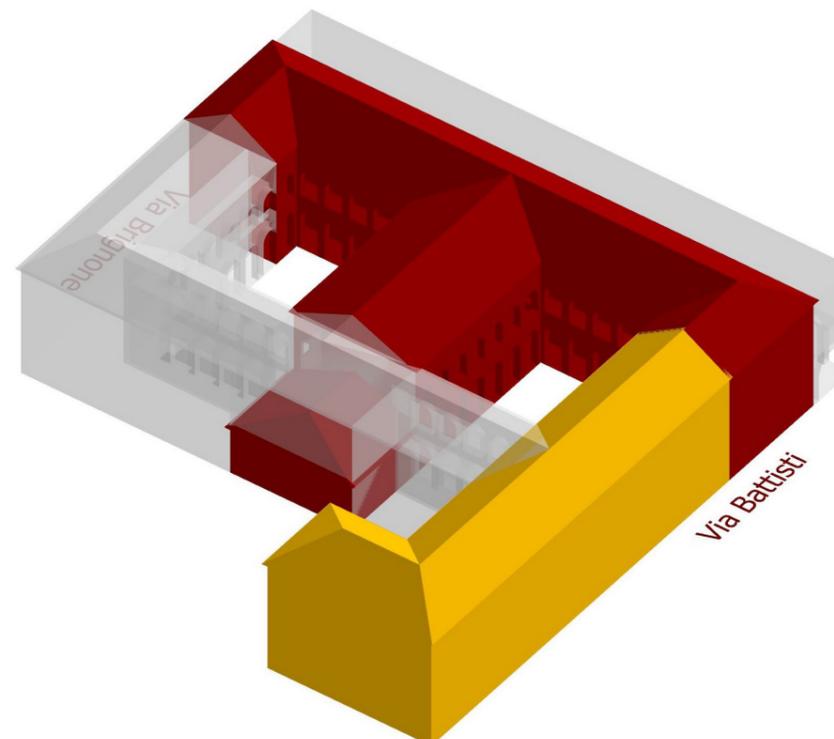
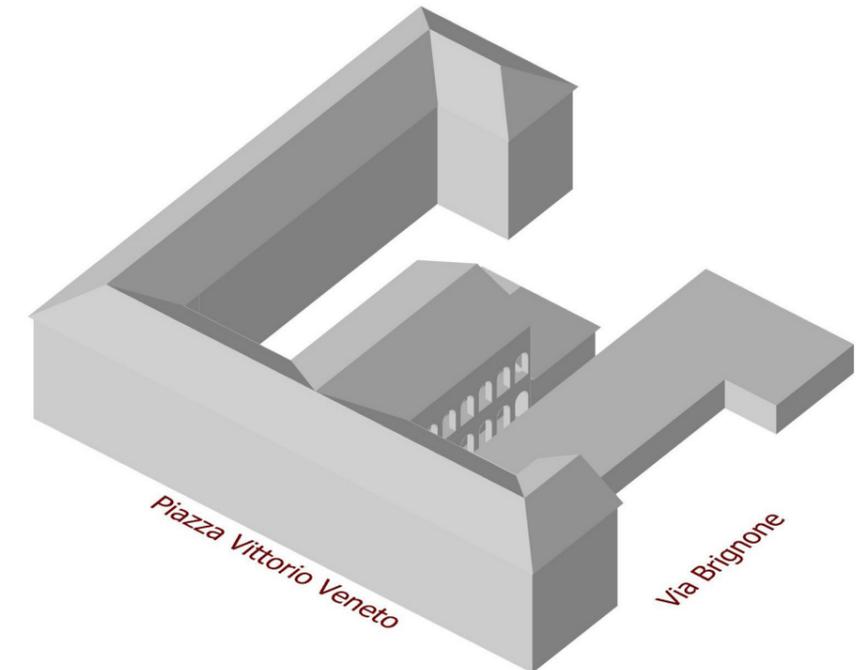
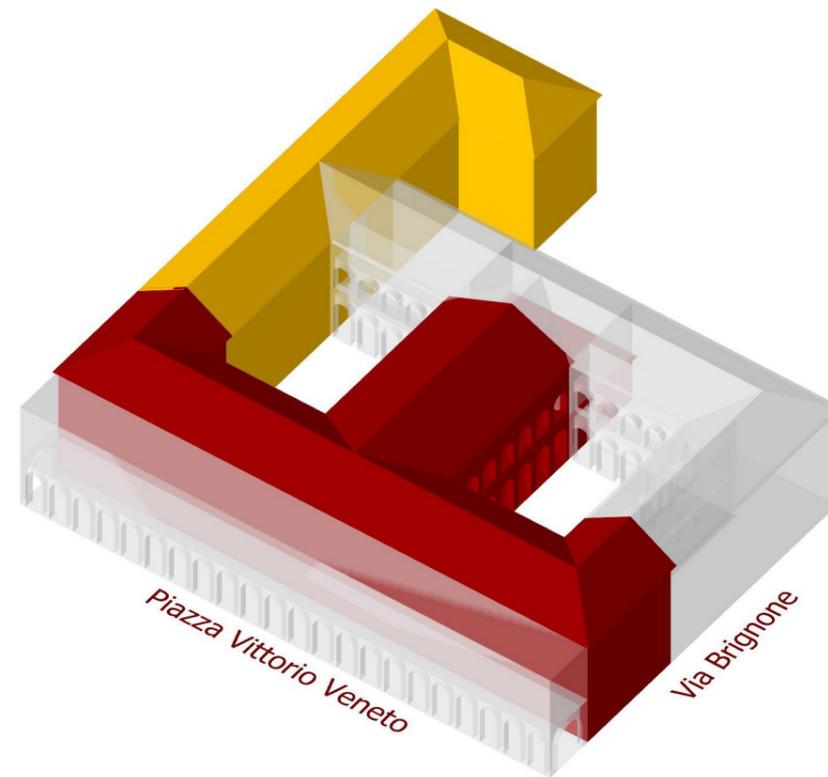
Vengono di seguito mostrate delle rappresentazioni sintetiche di quelle che sono state le macro-trasformazioni del palazzo nei due secoli passati. Come si può notare, Palazzo Vittone in sé non ha più avuto modifiche macroscopiche nella geometria, se non per piccole variazioni nell'area del refettorio.

A seguito del grande intervento interno ad opera del Fenocchio sulla chiesa, la maggior parte delle modifiche interne sono state di tipo impiantistico, quali l'installazione dei corpi radianti per il riscaldamento e la costruzione dei servizi igienici. Altre opere interne degne di nota sono la sostituzione delle pavimentazioni in alcune sale del piano nobile, la demolizione di parte della scala a 45° e la chiusura di alcune arcate del porticato del piano terra e del piano nobile, in parte in muratura ed in parte con ferro finestre. Ovviamente queste modifiche sono funzionali alle diverse destinazioni d'uso dell'edificio nel corso degli anni, ma le più evidenti risalgono al tempo in cui Palazzo Vittone ospitava il Liceo Porporato.

Il progetto del Vittone è dunque rimasto un incompiuto, seppur vanta comunque una sua profonda identità. La facciata sulla ex Piazza d'Armi ha quindi perso i portici originariamente progettati, la manica orientale non è mai stata realizzata e quella meridionale è rimasta incompiuta. Al posto della manica meridionale è, invece, sorto un edificio a completare quello che è il prospetto di via Battisti, oggi di proprietà della P.A. (rappresentato in giallo). Il secolo scorso nella corte sud è stato costruito il vecchio asilo pubblico, oggi sede di diverse associazioni della zona. Il fabbricato in questione, oltre a mostrare evidenti segni di deterioramento, non ha alcun pregio, essendo una costruzione in fibrocemento con copertura in lamiera che mal si accosta alla pregevole opera barocca che è Palazzo Vittone.



Planimetria della zona, ricavata da Google Maps



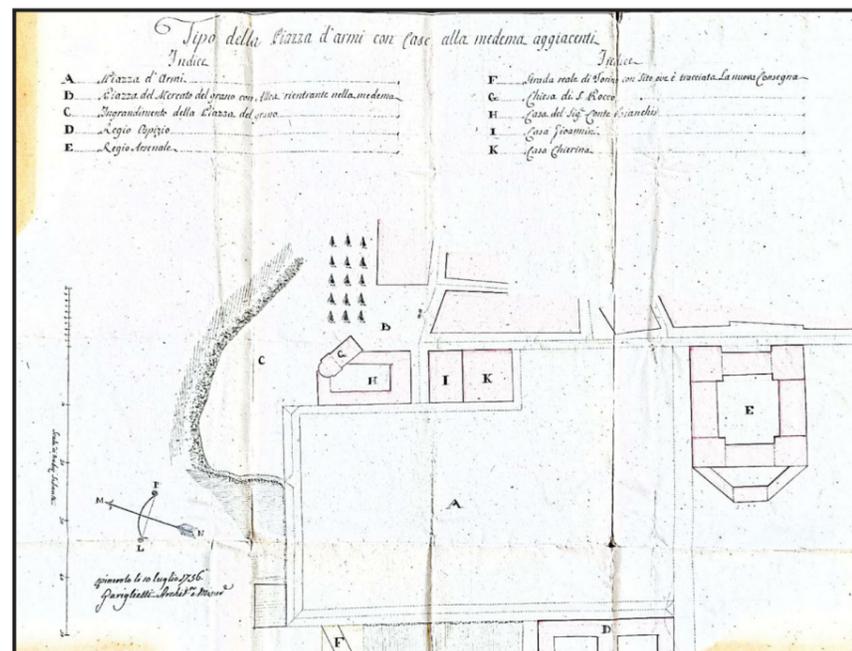
3.6 Analisi del Palazzo attraverso il contesto

3.6.1 Il progetto per la Piazza d'Armi

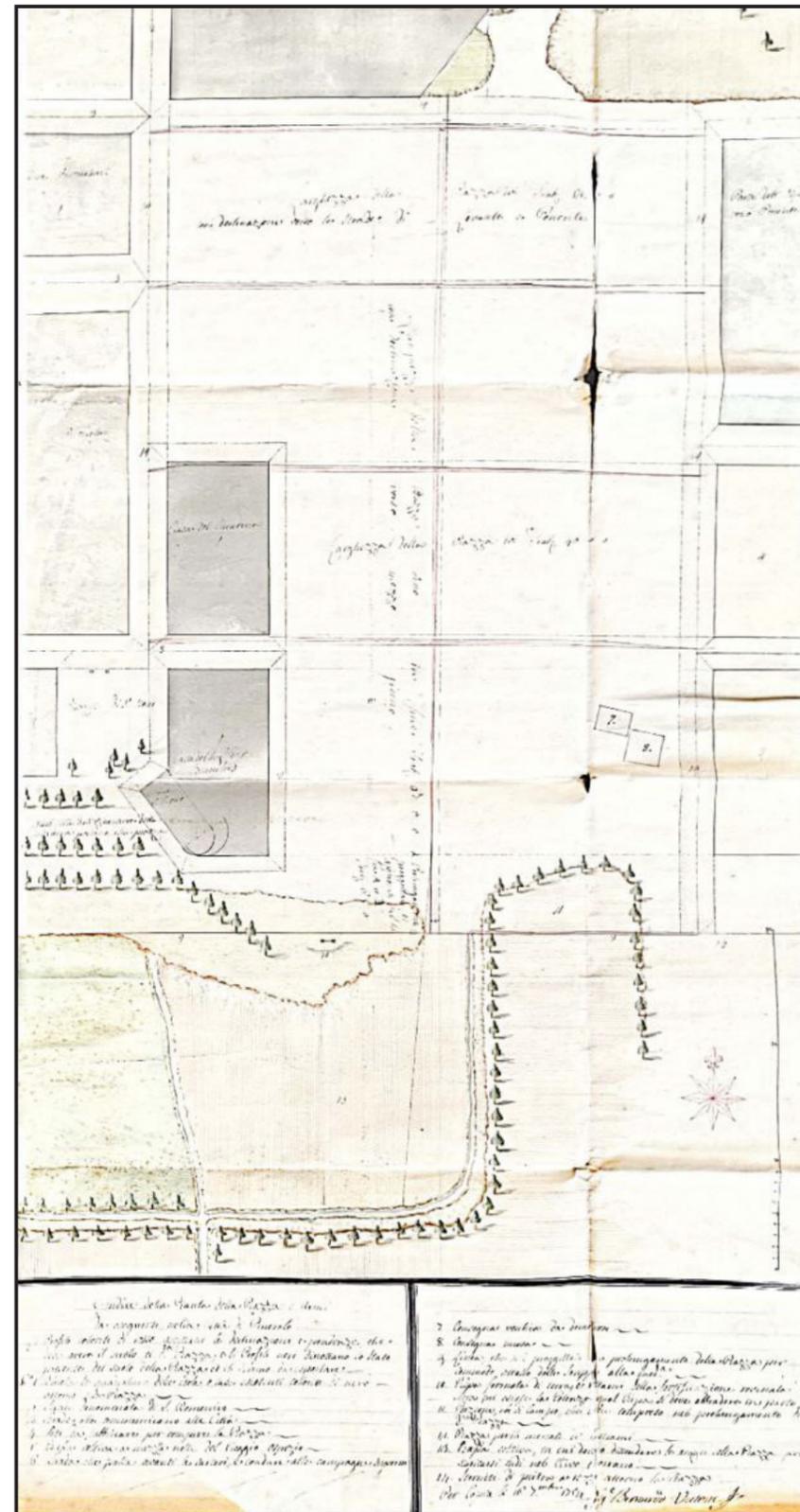
Nel 1754 prende piede il progetto per la definizione della Piazza d'Armi, antistante a Palazzo Vittone. Presso l'Archivio Storico di Torino sono state consultate due carte rappresentanti la suddetta piazza nelle prime fasi di progetto, dove vengono segnate le misure per eseguire lo spianamento dell'area ad opera dell'ing. Vittone. Viene riportata anche una riproduzione della piazza con raffigurati i principali edifici ad essa prospicienti, realizzata dall'arch. Gariglietti nel 1756.

Sempre nel 1754, Vittone propone un progetto per la piazza, prevedendo sul lato sud la costruzione di una grande chiesa (segnata con il numero 1 nella pianta a destra della pagina) con annesso un edificio pre-subilmilmente destinato a convento (2). Data la mancanza dell'isolato che oggi ospita il Teatro Sociale, la piazza presentava una forma asimmetrica. Nel voler creare uno spazio simmetrico rispetto all'asse della chiesa (asse Nord-Sud), Vittone idea un edificio (3) simile all'Ospizio (4), il quale era in fase di realizzazione, speculare ai fabbricati I e K (5) raffigurati anche nella pianta in basso.

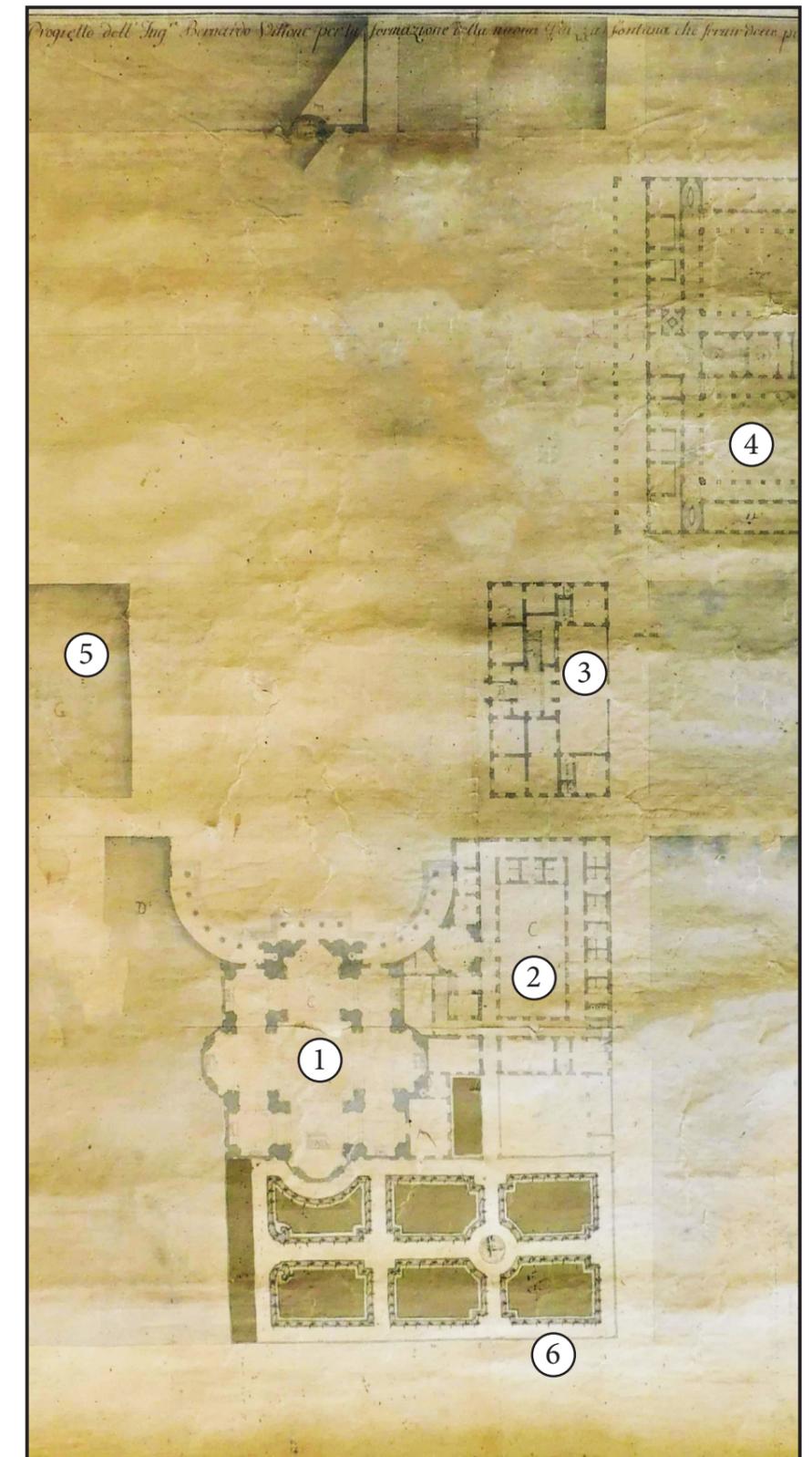
Sul retro della chiesa viene disegnato un giardino alla francese (6) che completa il progetto vittoniano della Piazza d'Armi, del quale non è stato portato nulla a compimento, come si osserva anche dalla tavola di Gariglietti raffigurante la piazza due anni dopo.



FONTE TAVOLA: Arch. Gariglietti, disegno della Piazza d'Armi della Città di Pinerolo, 1756, con la lettera D è rappresentato Palazzo Vittone. Archivio Storico di Torino, Mazzo 4.1, fascicolo 27.



FONTE TAVOLA: Ing. Bernardo Antonio Vittone, progetto per lo spianamento della Piazza d'Armi della Città di Pinerolo, 1754. Archivio Storico di Torino, Mazzo 4.1, fascicolo 27.



FONTE TAVOLA: Ing. Bernardo Antonio Vittone, progetto iniziale per la Piazza d'Armi della Città di Pinerolo, 1754. Archivio Storico di Pinerolo.

CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONO



Una particolare attenzione va posta all'architettura della chiesa che Vittono progetta per la nuova Piazza d'Armi, la quale si sviluppa su pianta centrale, quadrata con ingresso principale sulla piazza a nord e abside verso sud. Al centro delle navate laterali si aprono due cappelle con conformazione simile a quella dell'abside. L'assetto quadrato, assieme ai quattro pilastri giganti che sorreggono la cupola centrale e le quattro calotte sferiche agli angoli richiama alla pianta proposta da Michelangelo due secoli prima per la Basilica di S. Pietro a Roma. L'ispirazione rinascimentale si conferma anche nella somiglianza con la Basilica di Santa Maria Assunta di Genova progettata da Galeazzo Alessi sempre nella metà del '500.

Nel secondo volume del trattato vittoniano "*Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile*", la tavola 75 rappresenta un prospetto di una chiesa mai realizzata che presenta molte analogie con il disegno proposto nella Piazza d'Armi. Il portico frontale curvo verso la piazza, di forte carattere barocco ricorda nella sua ideologia il colonnato berniniano di Piazza S. Pietro a Roma ma le cui torri campanarie all'estremità richiamano nuovamente alla chiesa genovese e alla quasi contemporanea Chiesa di S. Carlo Borromeo a Vienna di Johann Bernhard Fischer von Erlach nella prima metà del XVIII secolo. L'ingresso sormontato dal timpano è elemento comune in tutti gli esempi sopracitati così come la grossa cupola centrale con lanterna soprastante. Attraverso l'analisi di

queste somiglianze formali è ancora più evidente la capacità di Bernardo Vittono nel conciliare elementi e forme seguendo lo stile barocco di cui non è un semplice autore ma una figura di grande rilievo.

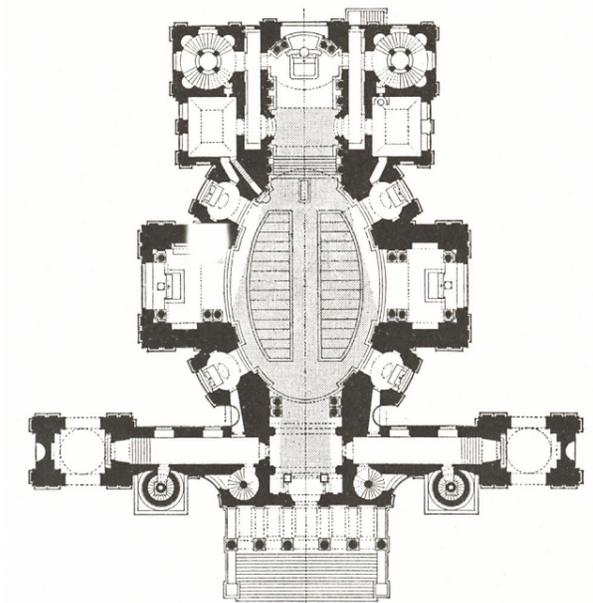
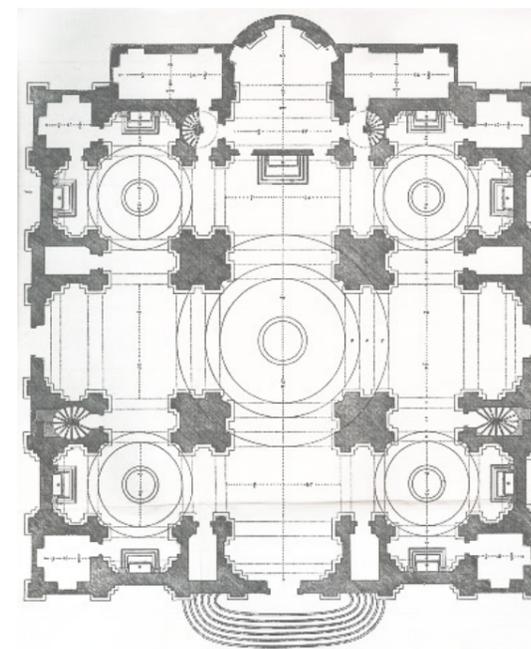
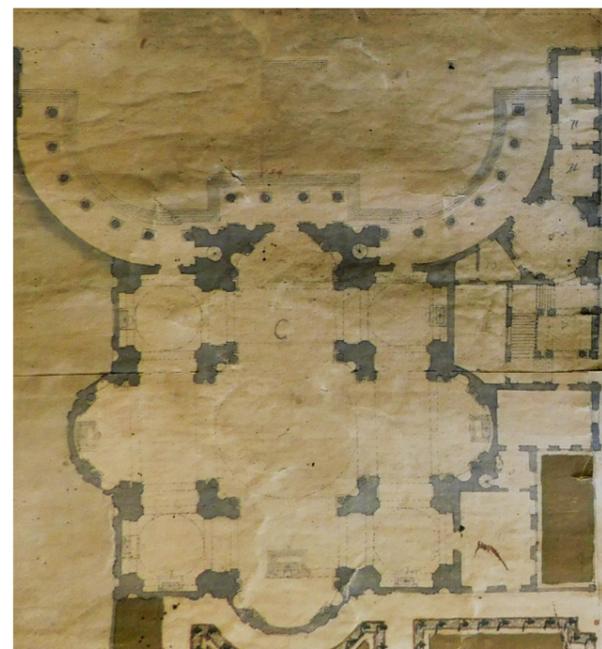
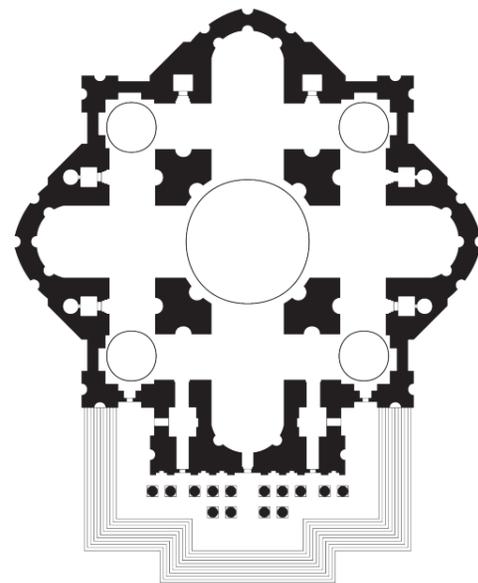
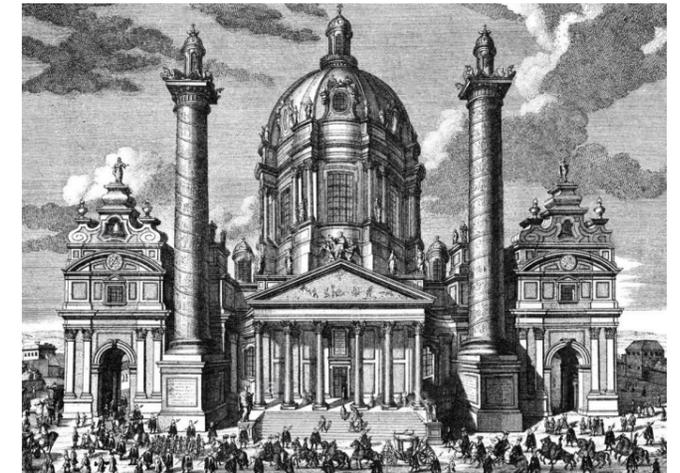
Da sinistra verso destra:

Immagine 5 - Pianta S. Pietro di Michelangelo;

Immagini 6, 7 - Prospetto (ipotetico) e pianta chiesa Piazza d'Armi di Vittono;

Immagini 8, 9 - Prospetto e pianta di Santa Maria Assunta di Galeazzo;

Immagini 10, 11 - Prospetto e pianta di S. Carlo Borromeo di Fischer.



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTORE



3.6.2 L'evoluzione del Palazzo nel suo contesto

Durante la visita all'archivio storico di Pinerolo è stato possibile visionare le carte storiche della città. Come si mostrerà in seguito, tali carte comprendono elaborati catastali, piani regolatori e mappe della città in generale. Si è proceduto alla disposizione delle mappe in sequenza cronologica, al fine di poter ricostruire l'evoluzione storica di Palazzo Vittone e del contesto in è localizzato. Come già accennato precedentemente, nell'analisi delle trasformazioni del manufatto, dal 1745 la pianta dell'edificio non ha subito ampliamenti significativi in pianta, pertanto nelle carte la sagoma del fabbricato appare pressoché invariata. Bisogna considerare che gli strumenti topografici e l'accuratezza del disegno del tempo non sono comparabili con i mezzi odierni, perciò, anche per queste ragioni, potrebbero aggiungersi errori nella trasposizione di Palazzo Vittone nelle varie mappe. Le carte che vengono riportate si presentano con una vista d'insieme della città, evidenziando la posizione del fabbricato con un ingrandimento.

Autore	Data creazione	Titolo	Codice
Salvay	15 aprile 1772	Carta dimostrativa della Città di Pinerolo e siti che erano affetti alla vecchia distrutta fortificazione, e forte di S. Brigida.	PI - 3 PARTE I 6667
Reale Giovanni Battista	7 maggio 1783	Carta topografica del caseggiato della città di Pinerolo e glacis.	PI - 1 (Bis) Part. 7511
Arbora Giovanni Antonio	28 novembre 1825	Mappa della città di Pinerolo - capoluogo della terza circoscrizione del dipartimento del Po.	PI - 36 5467
Reyneri G.	19 maggio 1826	Piano regolatore della città di Pinerolo e suoi contorni nel quale vengono progettati li abbellimenti ed ampliamenti, compatibilmente alla sua posizione.	PI - 44 6367
Borella Candido - Camusso Ernesto	31 luglio 1856	Piano regolatore della città di Pinerolo secondo il progetto d'ingrandimento con indicazione dei canali sotterranei esistenti e da estinguersi.	PI - 47 Particolare 5867
Nelva Forneri Costantino	15 marzo 1869	Quarto rione o quartiere nord-est - Confini dello rione secondo la divisione fatta per la Guardia Nazionale.	PI - 41 5712
ND	ND	Città di Pinerolo - Piano Regolatore	PI - 37 (2) 5645
ND	ND	Pianta della Città di Pinerolo. Pubblicazione dell'Amministrazione del Catasto e dei servizi tecnici di finanza.	PI - 46 Particolare 5812

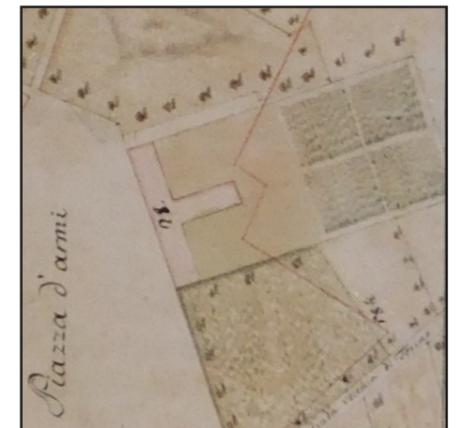
Immagine 12 Elenco degli elaborati visionati all'archivio storico di Pinerolo.

Autore: Salvay

Data di creazione: 15 aprile 1772

Carta dimostrativa della Città di Pinerolo e siti che erano affetti alla vecchia distrutta fortificazione, e forte di S. Brigida.

La prima carta postuma alla costruzione dell'edificio risale al 1772, e mostra Palazzo Vittone al confine del conglomerato urbano. Si noti la presenza della Piazza d'Armi (oggi Piazza Vittorio Veneto), il cui perimetro ancora risulta privo della maggior parte delle costruzioni attualmente esistenti.



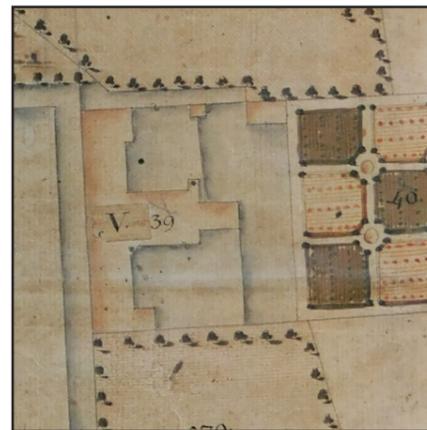
CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONI



Autore: Reale Giovanni Battista
Data di creazione: 7 maggio 1783

Carta topografica del caseggiato della città di Pinerolo e glacis.

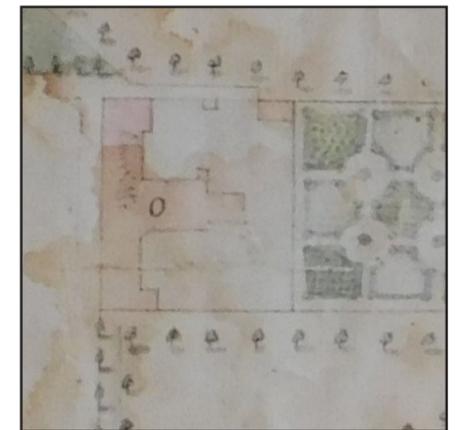
Questa carta presenta contenuti simili alla precedente, ma disegnati con maggior dettaglio, si possono notare ad esempio gli aggetti delle maniche laterali non realizzate, il restringimento del refettorio posto dietro la chiesa. Rispetto alla mappa precedente anche i giardini-orti, presumibilmente di proprietà del palazzo, vengono rappresentati con maggior dettaglio.



Autore: Arbora Giovanni Antonio
Data di creazione: 28 novembre 1825

Mappa della città di Pinerolo - capoluogo della terza circoscrizione del dipartimento del Po.

Nonostante il salto temporale di 40 anni dalla mappa precedente, non si evidenziano variazioni della forma urbana, probabilmente a causa dell'evento sismico del 1808, che ha impegnato maggiormente i pinerolesi nella ricostruzione di ciò che fu distrutto.



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONO

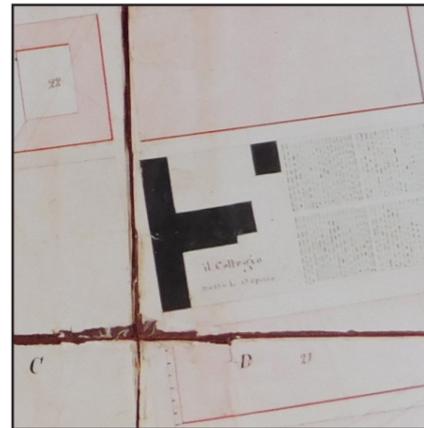


Autore: Reyneri G.

Data di creazione: 19 maggio 1826

Piano regolatore della città di Pinerolo e suoi contorni nel quale vengono progettati li abbellimenti ed ampliamenti, compatibilmente alla sua posizione.

Questa carta indica i futuri sviluppi che la città di Pinerolo intende portare a compimento. Si nota che nell'intorno di Piazza d'Armi iniziano a sorgere alcuni edifici in corrispondenza del lato sud.

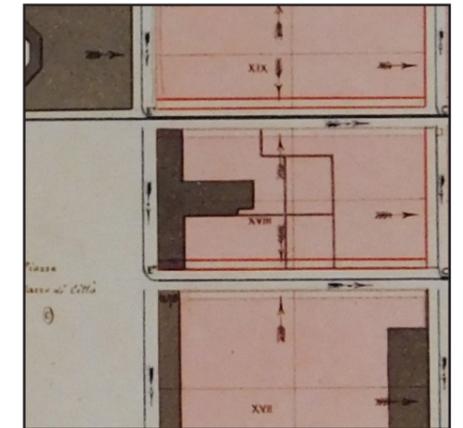


Autore: Borella Candido – Camusso Ernesto

Data di creazione: 31 luglio 1856

Piano regolatore della città di Pinerolo secondo il progetto d'ingrandimento con indicazione dei canali sotterranei esistenti e da estinguersi.

In questa mappa appaiono per la prima volta due importanti edifici per la città: la stazione ferroviaria e la sede della cavalleria pinerolese, quest'ultima chiude il perimetro edificato della piazza.



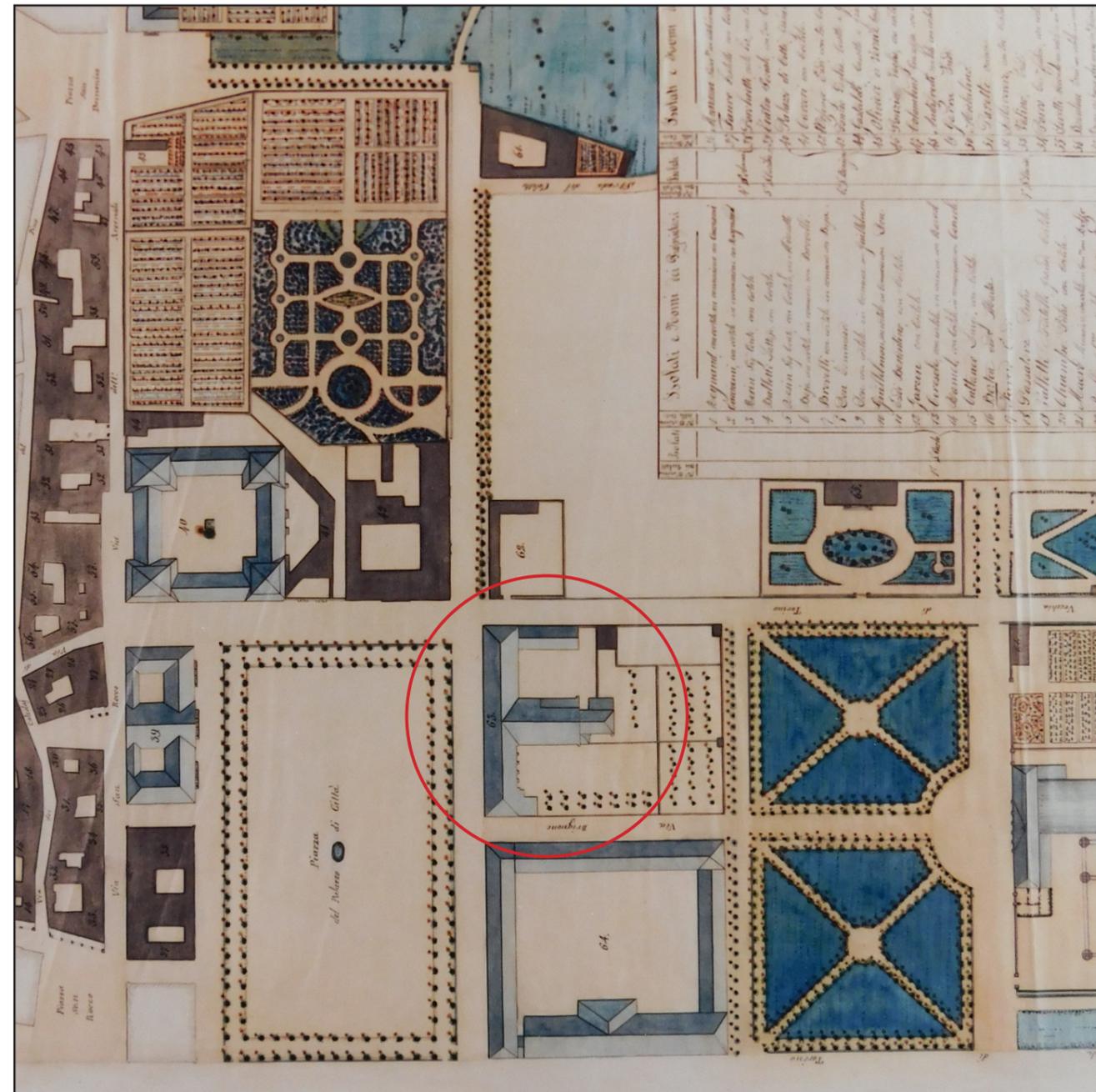
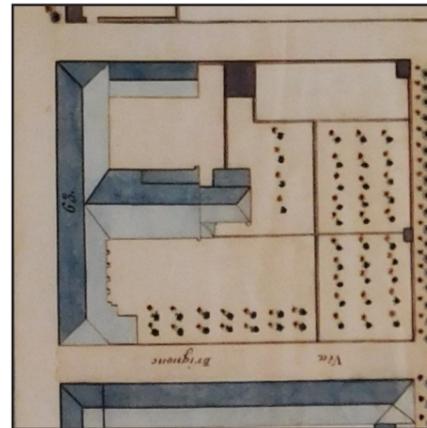
CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONI



Autore: Nerva Forneri Costantino
Data di creazione: 15 marzo 1869

Quarto rione o quartiere nord-est – Confini dello rione secondo la divisione fatta per la Guardia Nazionale.

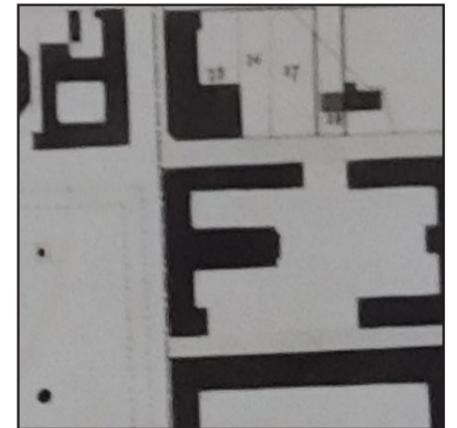
Quasi un secolo dopo la prima carta, si osservano le prime modifiche a Palazzo Vittoni, vengono infatti realizzati il volume che prosegue la manica nord e due più piccoli adiacenti al refettorio.



Autore: ND
Data di creazione: ND

Città di Pinerolo – Piano Regolatore.

Nonostante non è definita l'anno di realizzazione di questa carta, si può dedurre che è postuma alle precedenti in quanto l'isolato di Palazzo Vittoni presenta per la prima volta un secondo edificio nella parte orientale. Inoltre, anche i quartieri a sud della piazza presentano numerose nuove costruzioni e si può notare che vi è rappresentata il maneggio della cavalleria dedicata a Caprilli, la cui costruzione risale al 1909.



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTORE



Autore: ND
Data di creazione: ND

Pianta della Città di Pinerolo. Pubblicazione dell'Amministrazione del Catasto e dei servizi tecnici di finanza.

Come la pianta precedente, anche questa non è datata, ma dal tessuto urbano costruito si evince che risale alla prima parte del XX secolo. Palazzo Vittore presenta un collegamento tra la manica laterale e quella centrale di cui non si è riuscito a trovare altre testimonianze, si ipotizza che si trattasse di un semplice passaggio coperto.



Autore: Google Maps
Data di creazione: 2021

Fotografia satellitare del centro storico di Pinerolo.

Vista dello stato di fatto della città di Pinerolo.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTORE VENETO OGGI



4.1 Le facciate

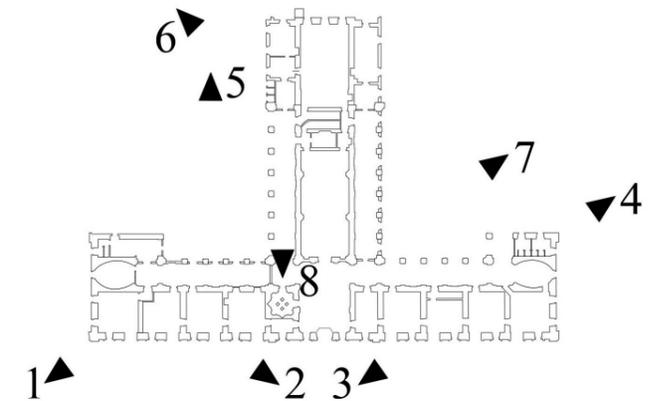
Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio visto dall'esterno. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

Didascalie immagini:

1. Facciata principale di Palazzo Vittone da piazza Vittorio Veneto, incrocio dell'angolo con via Cesare Battisti;
2. Facciata principale da piazza Vittorio Veneto, particolare parte di sinistra;
3. Facciata principale da piazza Vittorio Veneto, particolare parte di destra;
4. Facciata secondaria da via Giuseppe Brignone;
5. Corte interna nord, con particolare verso il palaz-

zo adiacente su via Cesare Battisti;

6. Corte interna nord, particolare manica centrale componente principalmente l'aula chiesa;
7. Corte interna sud;
8. Porticato della manica centrale, corte interna nord.



Img. 1



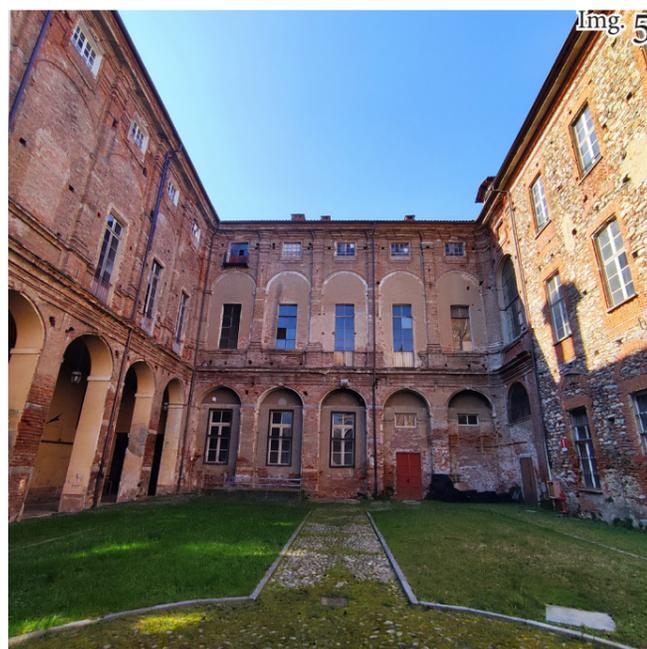
Img. 2



Img. 3



Img. 4



Img. 5



Img. 6



Img. 7

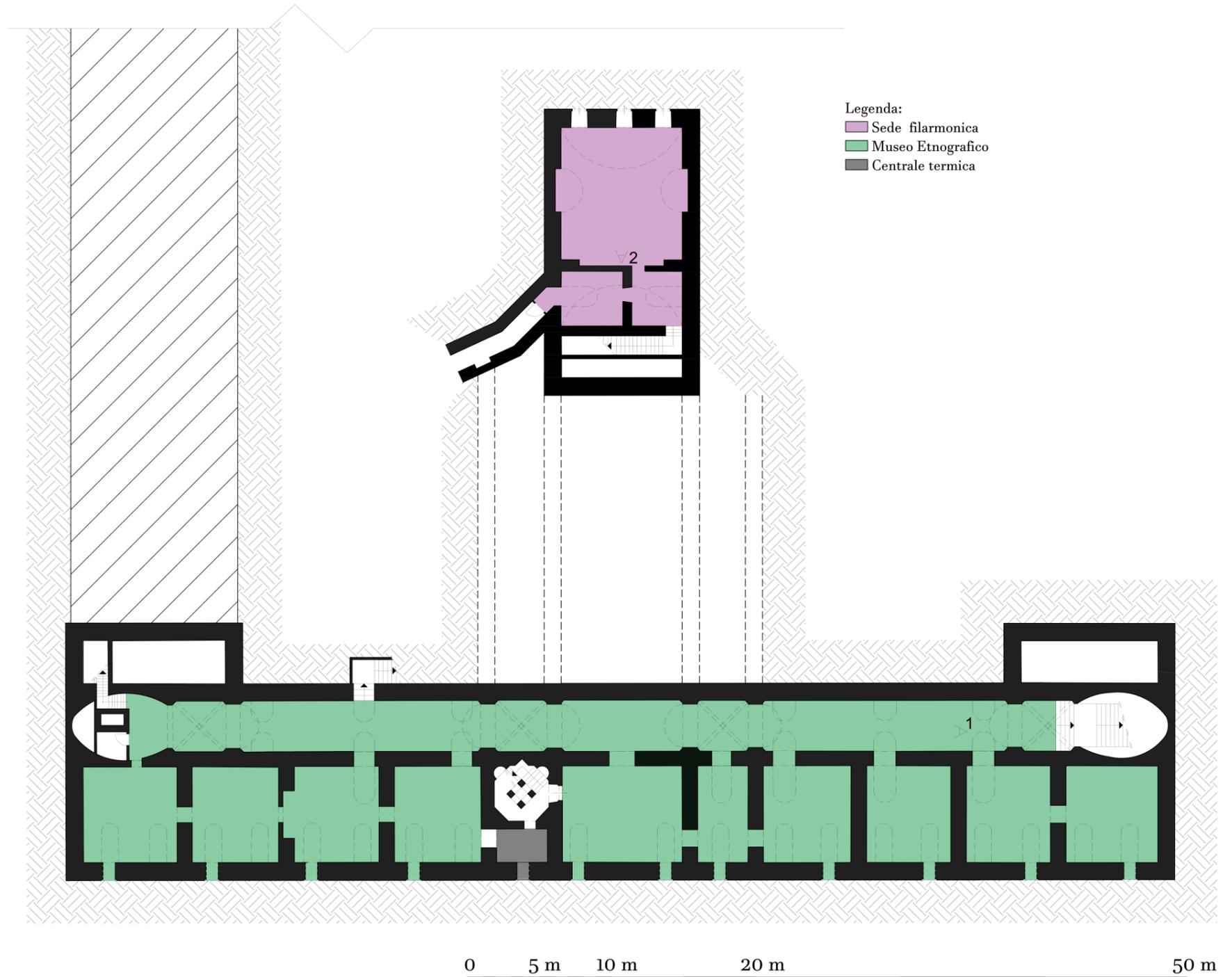


Img. 8

4.2 Piano interrato

Di seguito vengono riportate le piante dei vari piani di Palazzo Vittone, con segnata l'attuale destinazione d'uso. A seguire un breve rilievo fotografico per ogni sua parte.

Viene qua mostrato il piano interrato del palazzo, attualmente occupato per la maggior parte dal Museo Etnografico, sede delle tradizioni e dei costumi delle valli pinerolesì. Si può notare che, al centro del piano interrato, probabilmente a causa dei cedimenti strutturali riscontrati in fase di costruzione del palazzo stesso, si è reso necessario interrare la sezione sottostante la chiesa e i due portici laterali. Questo ha fatto sì che i locali della manica principale (su Piazza Vittorio Veneto) risultano separati da quella posteriore, ovvero i locali posti sotto l'ala del palazzo nata come refettorio. Attualmente la parte verso la piazza fa parte del percorso museale del Museo Etnografico di Pinerolo, mentre nell'altra parte ha sede la sala prove e magazzino della filarmonica della città. L'accesso al piano è stato originariamente pensato attraverso le due scale lenticolari (nord e sud) e attraverso la scala di servizio centrale. Attualmente l'ultima rampa della scala lenticolare sud è stata demolita per rendere accessibile l'interrato direttamente dall'esterno, tramite la costruzione di una nuova rampa di scale con sbarco direttamente in via Brignone. I locali, seppur concepiti per una funzione secondaria, risultano pregevoli e degni di nota. Le volte non intonacate sono per la maggior parte a botte, unghiate in corrispondenza delle aperture delle bocche di lupo. Probabilmente dai locali attualmente destinati alla filarmonica un tempo era possibile raggiungere un'ulteriore stanza, posta in corrispondenza della corte interna nord, che presumibilmente ospitava la ghiacciaia a servizio del palazzo. Oggi in quel luogo sorge una fontana, quasi a ricordare la funzione originale. È possibile, ma non certo, che i locali interrati possano invece ospitare le cripte della chiesa, in quanto era consuetudine tumulare i chierici nella rispettiva parrocchia. Sempre nei locali su Piazza Vittorio Veneto, in corrispondenza dello sbarco della scala di collegamento con il piano mezzanino, è collocata la vecchia centrale termica del palazzo.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTORE OGGI

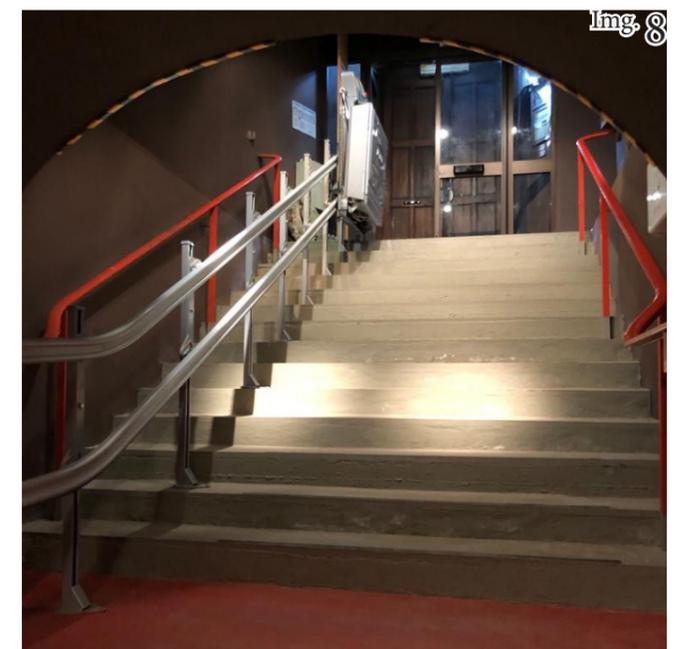
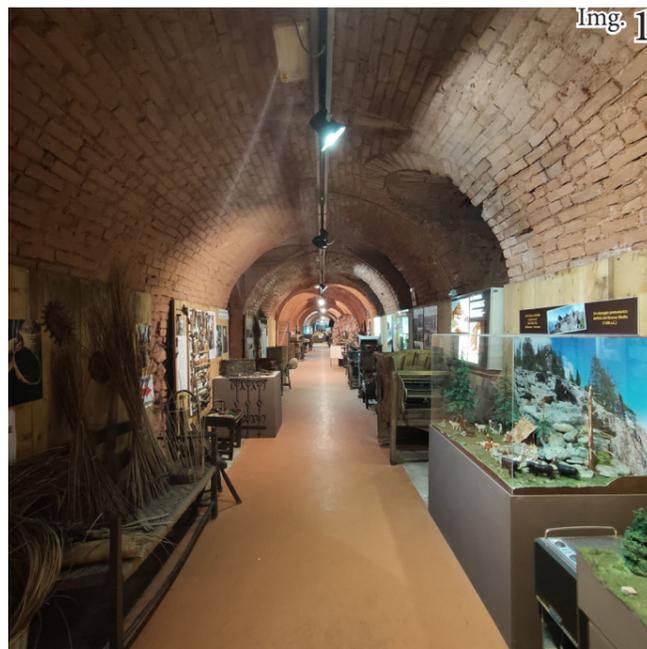
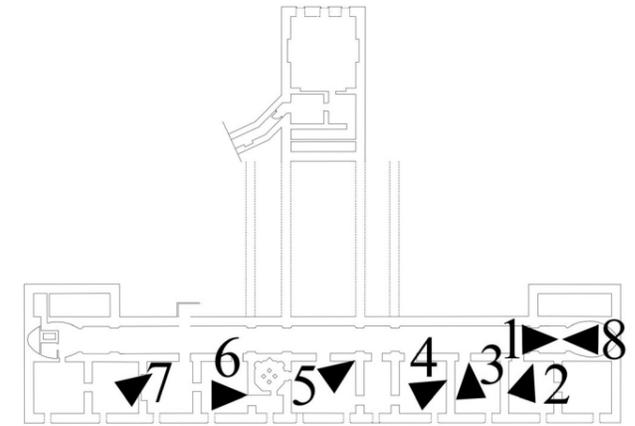


Fotografie interne piano interrato

Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio al piano interrato, che attualmente ospita il Museo Etnografico. I locali sono accessibili sia dalla scala su via Brignone, sia da una scala interna accessibile dal piano terreno del museo etnografico. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

Didascalie immagini:

1. Corridoio principale del Museo Etnografico;
2. Sala interna del Museo Etnografico, attrezzi della vita in campagna;
3. Sala interna del Museo Etnografico, oggetti di uso comune della vita di un tempo;
4. Sala interna del Museo Etnografico, oggetti di uso comune della vita di un tempo;
5. Sala interna del Museo Etnografico, modello della tipica cascina piemontese;
6. Sala interna del Museo Etnografico, modello della tipica baita di montagna delle valli pinerolesi;
7. Sala interna del Museo Etnografico, attrezzi delle carbonaie e delle miniere di talco;
8. Scala di accesso al Museo Etnografico da via Brignone.



4.3 Piano terra

Al piano terra è presente il principale accesso al palazzo, dalla Piazza Vittorio Veneto. Come si evince dalla pianta accanto, in questo piano convivono diverse funzioni. Sul cortile di destra vi è un bassofabbricato nato per ospitare una scuola d'infanzia, ora utilizzato da diverse associazioni pinerolesi e laboratori vari. Nella seconda metà del XIX secolo viene continuata la manica di sinistra, tuttavia non vengono seguiti i progetti vittoniani e l'edificio che viene creato non presenta alcuna continuità con Palazzo Vittone, né nell'aspetto strutturale-distributivo, né in quello materico. Questo fabbricato ha ospitato la sede dell'Università di Economia di Pinerolo, e attualmente è sottoposta ad un progetto di rifunzionalizzazione per creare uffici amministrativi pubblici.

L'atrio principale viene solitamente utilizzato per allestire delle mostre temporanee. Questo locale funge inoltre da fulcro per i vari punti museali: da qua, infatti, è possibile accedere sia alla Pinacoteca (con ingresso nella vecchia chiesa), sia al Museo Etnografico, che ha la sua reception nel locale adiacente all'atrio stesso (manica di destra).

La galleria della Pinacoteca, come quella della manica sinistra, sono state create a seguito della chiusura di quelli che erano originariamente i portici sulle corti interne, a differenza dei portici rimanenti, i quali hanno mantenuto la forma e la funzione originarie.

Lo spazio destinato ai depositi e alla direzione della pinacoteca è stato realizzato successivamente alla sala refettorio, presumibilmente anche essi realizzati durante il XIX secolo. Il locale adibito a servizi igienici e deposito della filarmonica è ancora di più recente realizzazione, e questo è confermato dalla presenza di una finestra, ora murata, posta sopra il livello di soffitto di tale deposito la quale si è evidenziata anche analizzando l'interno dell'ex refettorio con una termocamera. Osservando la struttura di questa sala dall'interno, si notano due aspetti architettonici inusuali:

- vi è un cambio di spessore nelle pareti laterali, che diminuisce dalla chiesa andando verso l'esterno, ad evidenziare la probabile intenzione nel non voler proseguire ulteriormente con i piani fuori terra
- La volta a fascioni non è simmetrica, aspetto insolito nell'architettura barocca, pertanto si ipotizza che sia dovuta ad una variante in corso d'opera che ha trasformato i due spazi della cucina in uno unico.

In quest'area, fuori dall'edificio, si trova la centrale termica al servizio degli edifici pubblici su Piazza Vittorio Veneto, la cui ciminiera è stata realizzata in aderenza all'edificio.

Nella manica non finita di destra trovano luogo i servizi igienici destinati al pubblico e aperti nei giorni mercatali.

Il disegno del giardino della corte interna a nord ricorda le classiche geometrie del giardino all'italiana, con la fontana al centro la quale, come accennato precedentemente, rimanda all'apertura superiore della ghiacciaia.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTORE OGGI



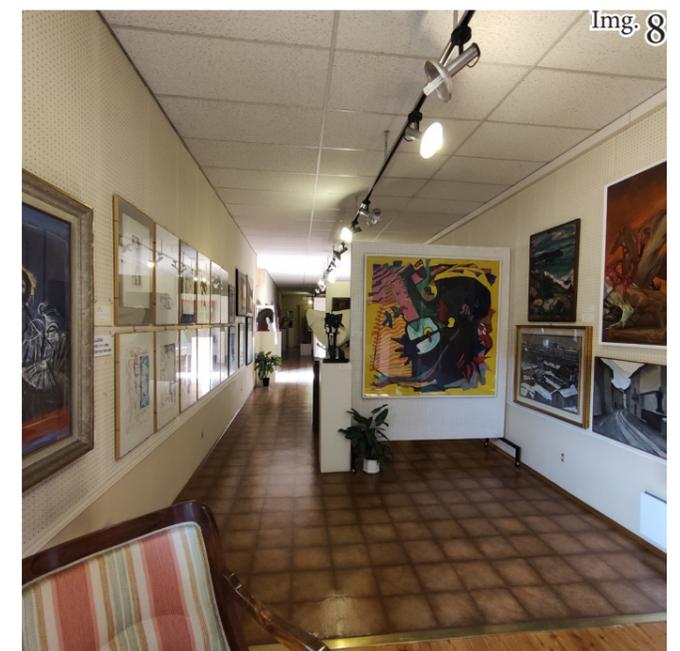
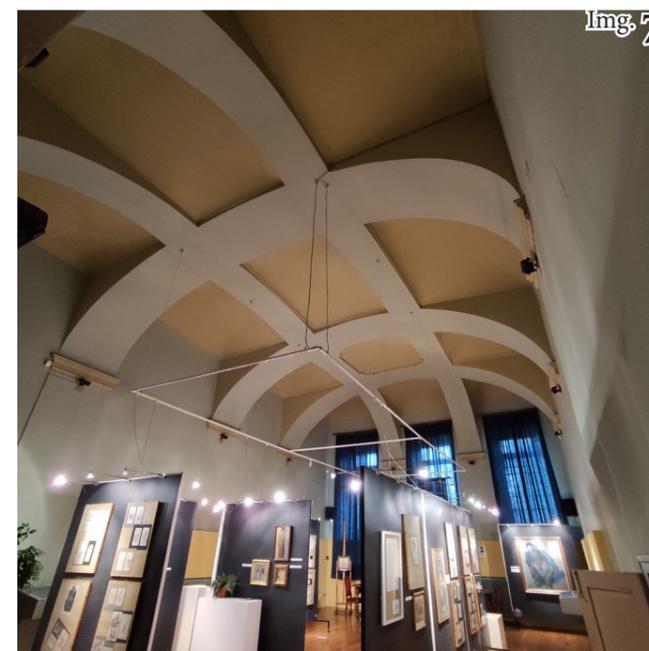
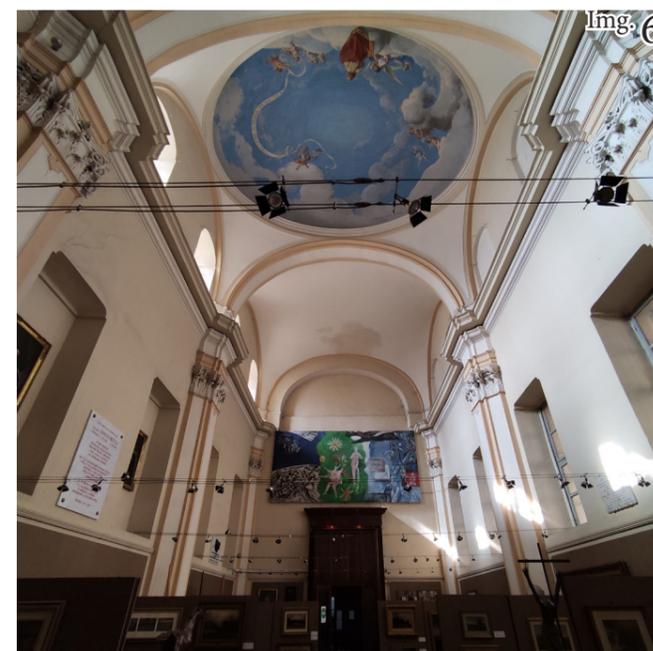
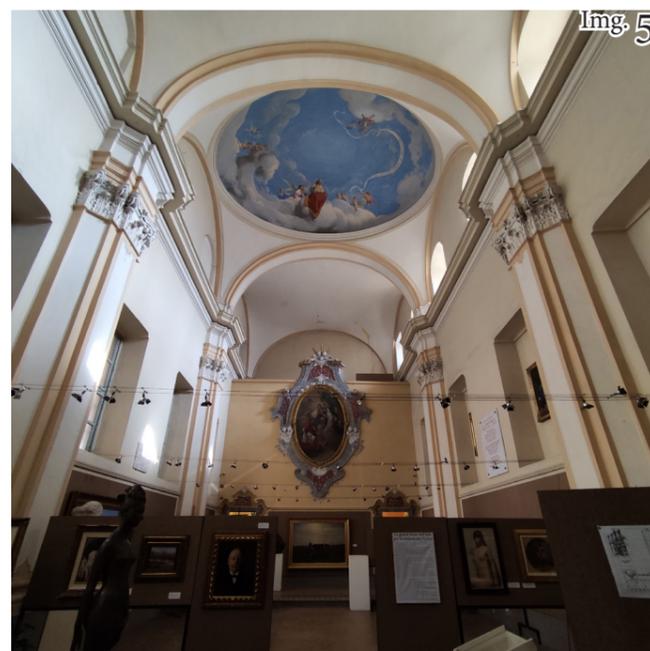
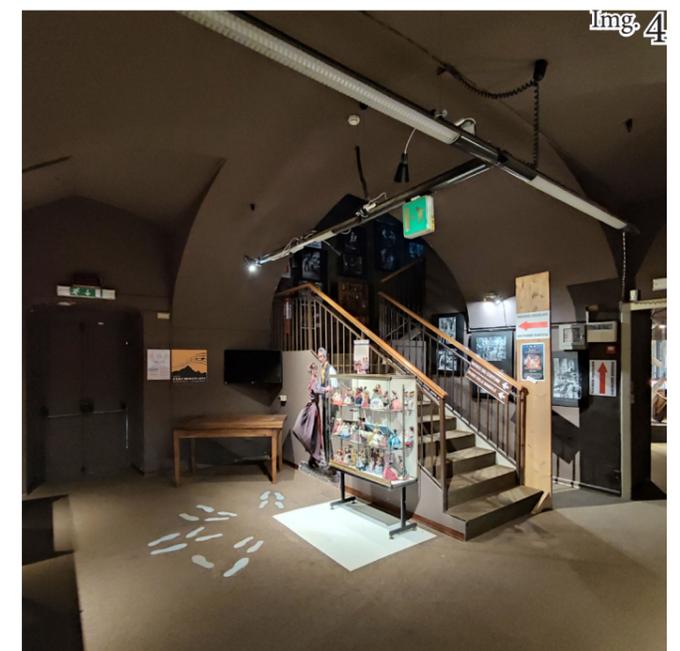
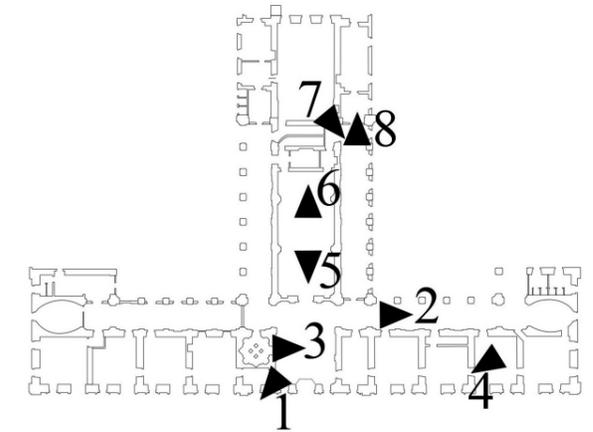
Fotografie interne piano terra

Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio al piano terra, che attualmente ospita la pinacoteca, alcuni locali del museo etnografico e dei locali attribuiti a diverse associazioni della zona. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

Didascalie immagini:

1. Atrio d'ingresso di Palazzo Vittone, sede delle mostre temporanee;
2. Accesso all'atrio dalla galleria del cortile sud;
3. Sbarco della scala a 45° al piano terreno;
4. Sala interna del Museo Etnografico con scala di accesso al piano ammezzato;
5. Interno della chiesa, attuale sede della Pinacoteca;
6. Interno della chiesa;
7. Ex refettorio con la particolare volta, ora utilizzato

8. Galleria laterale alla chiesa, sempre sede della Pinacoteca.

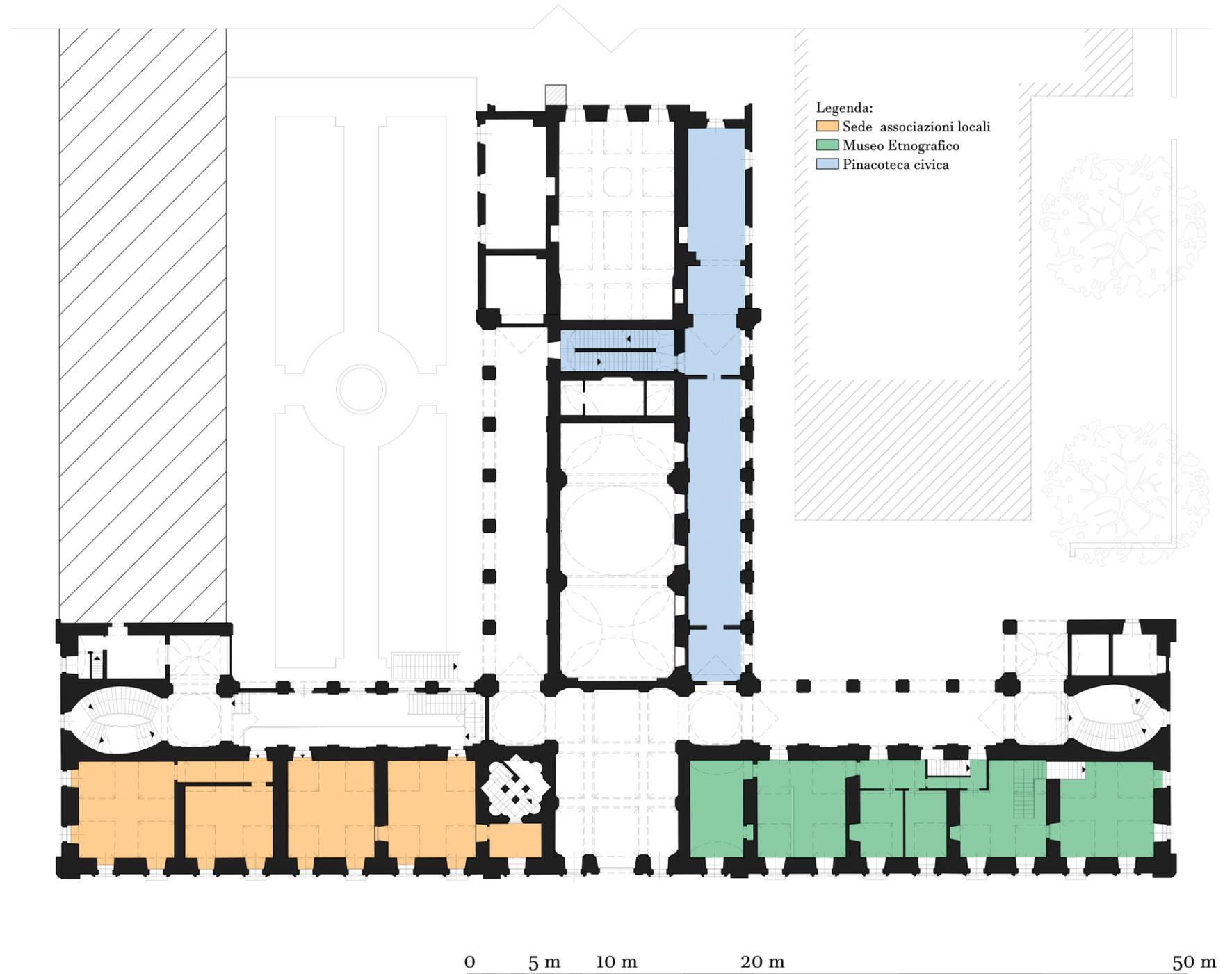


4.4 Piano ammezzato

L'accesso al piano ammezzato avviene in punti differenti, infatti ogni destinazione d'uso usufruisce di un accesso indipendente dalle altre funzioni. La scala a 45° collega l'ingresso con gli altri spazi destinati alle associazioni locali.

Nella manica di sinistra vi è un gran numero di superfetazioni, dovute alla funzione scolastica a cui ha adempito il palazzo negli anni passati. Tra queste si evidenziano in particolar modo la tamponatura tra l'atrio ed il corridoio e la passerella metallica con annessa scala di collegamento tra il mezzanino ed il piano terra (ex collegamento tra le aule). L'accesso al liceo era collocato in via Battisti, in prossimità del corpo scala nord. Attualmente i locali al piano mezzanino di questa manica hanno la funzione di magazzino per le varie associazioni all'interno del Palazzo.

Per l'accesso al secondo piano del Museo Etnografico è stata realizzata un'apposita scala nella penultima sala del piano terra, infine la scalinata posta dietro la cappella permette di continuare la visita della Pinacoteca Civica. Quest'ultima si sviluppa anche su un impalcato che divide in due la galleria adiacente alla cappella, realizzato nel XX secolo, attualmente non accessibile ai visitatori a causa di alcune inadeguatezze normative riguardo il superamento delle barriere architettoniche e le vie di esodo. La scalinata precedentemente citata posta dietro l'abside della chiesa di collegamento con la pinacoteca fa parte di un complesso sistema di comunicazione che aveva lo scopo di collegare tutti i piani dell'edificio. Tale collegamento è costituito da una scala a forbice incrociata, in modo da gestire i flussi di catecumeni di ambo i sessi senza che questi potessero incontrarsi. Solo una delle due scale è ancora in funzione, mentre l'altra è stata tamponata al piano terra, e quindi resa inaccessibile.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTOREOTTI OGGI

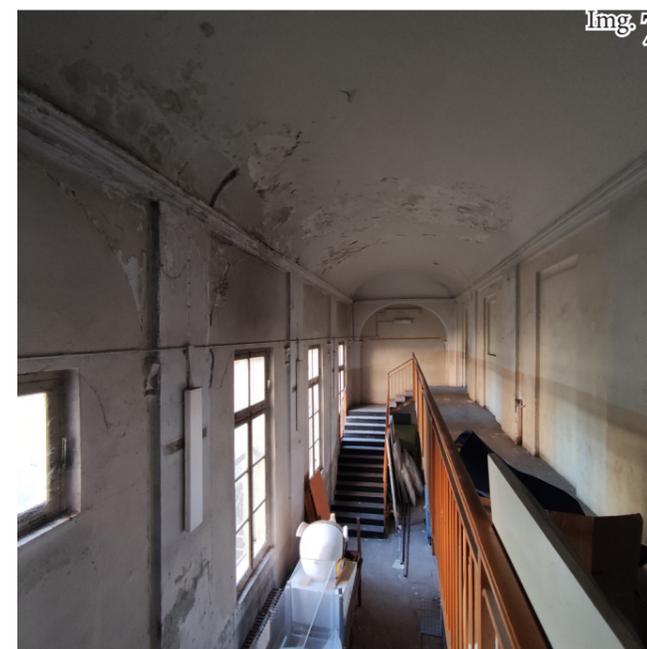
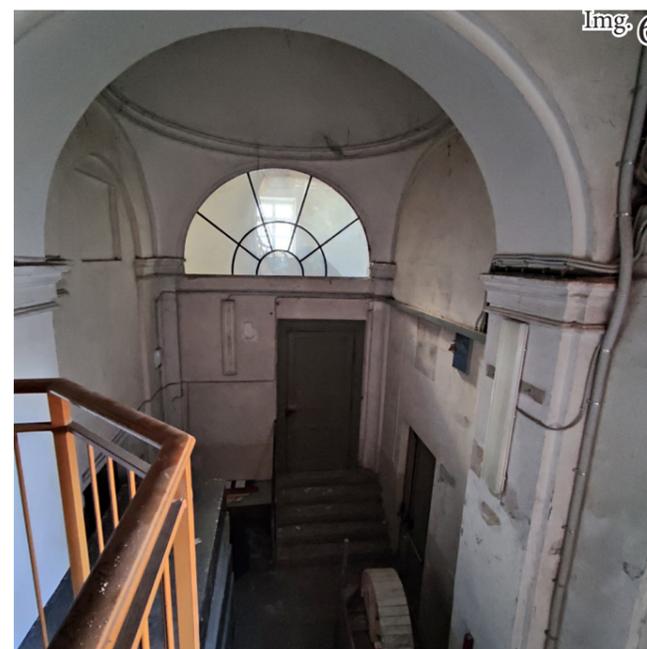
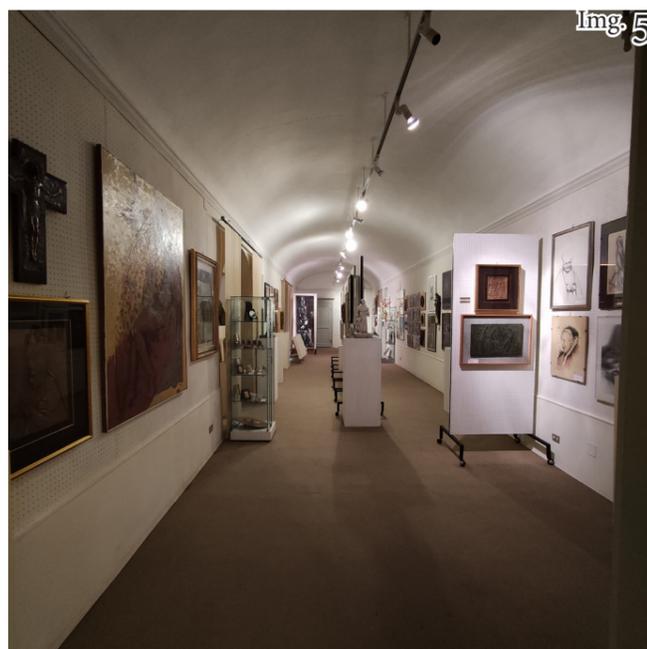
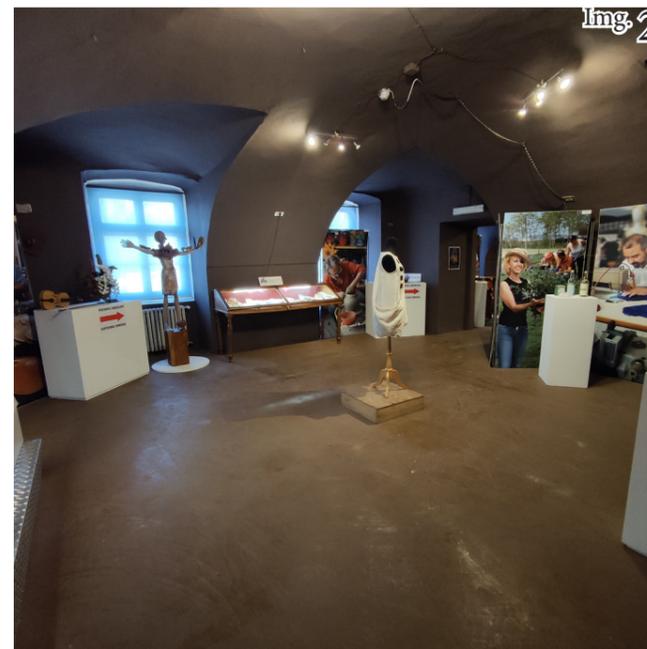
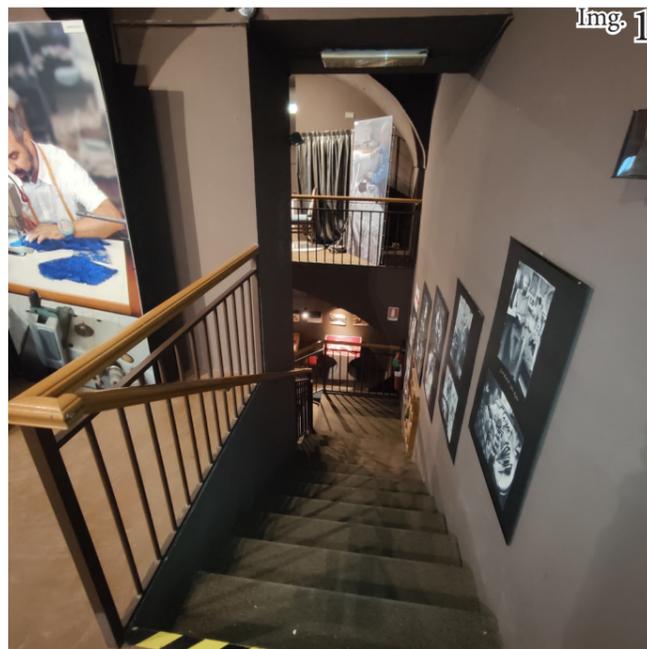
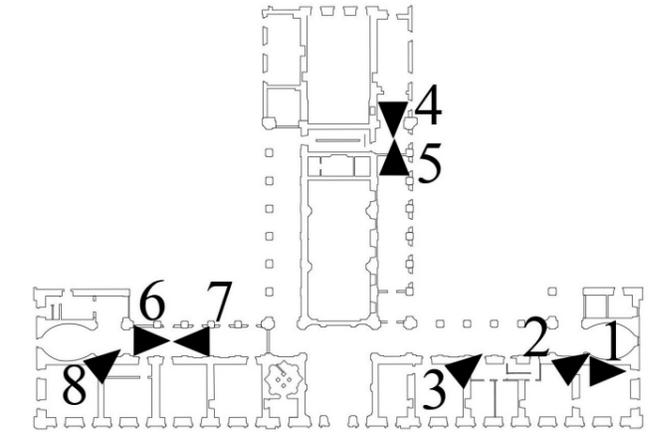


Fotografie interne del piano ammezzato

Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio al piano mezzanino, che attualmente ospita in parte il Museo Etnografico e la pinacoteca, oltre ad altre sale a servizio delle associazioni locali. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

Didascalie immagini:

1. Particolare di una delle scale di accesso al piano ammezzato, ala di destra (con sbarco dal Museo Etnografico);
2. Sala del Museo Etnografico al piano ammezzato;
3. Sala del Museo Etnografico al mezzanino, sala delle bambole di pezza;
4. Sala della Pinacoteca al mezzanino, attualmente non accessibile al pubblico;
5. Pinacoteca al piano ammezzato, attualmente non accessibile al pubblico;
6. Collegamento delle sale del mezzanino dell'ala di sinistra, oggi locale deposito e un tempo utilizzato come via di collegamento tra le diverse aule del liceo Porporato;
7. Collegamento delle sale del mezzanino dell'ala di sinistra, oggi locale deposito e un tempo utilizzato come via di collegamento tra le diverse aule del liceo Porporato;
8. Sala del mezzanino, ala di sinistra. Sala d'angolo tra piazza Vittorio Veneto e via C. Battisti.



4.5 Piano Nobile

In questo piano, purtroppo ad oggi non utilizzato ed abbandonato, vi si trovano la maggior parte degli elementi strutturali caratterizzanti di tutto l'edificio, tra cui le varie tipologie di volte realizzate nelle varie stanze, di pregevole fattura.

Ora l'accesso al piano è consentito dai due scalmi lenticolari a nord e sud, in quanto la scala a 45° è stata interrotta al piano mezzanino, dove si può notare ancora parte della rampa che doveva condurre al locale a fianco della stanza centrale. Anche attraverso la scala a forbice non è più possibile raggiungere il piano nobile, in quanto le porte sono attualmente sbarrate. Da questa è possibile solo raggiungere la balconata dietro la pala d'altare, oltre ad un locale di deposito a servizio della pinacoteca.

Nella galleria sinistra adiacente alla cappella aveva luogo l'alloggio del custode quando l'edificio era utilizzato come scuola, mentre gli altri locali erano adibiti ad aule e laboratori del liceo.

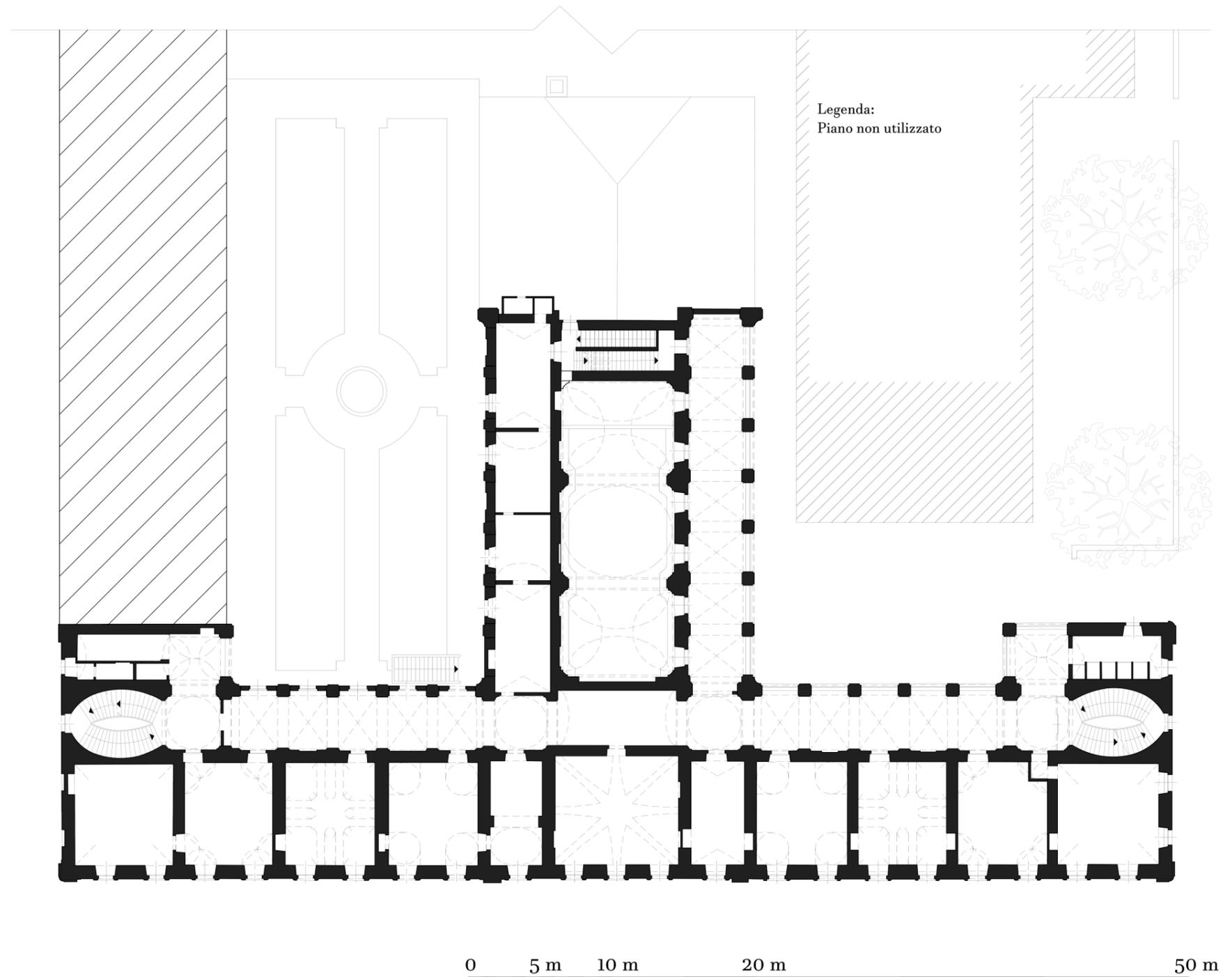
Gli affacci sui cortili interni presentano delle differenze tra nord e sud: le logge sulla corte sud presentano delle arcate finestrate con infissi a ferrofinestra, al contrario il cortile nord presenta gli archi tamponati con infissi rettangolari. Proprio in corrispondenza di alcune di queste arcate tamponate sorgevano i primi servizi igienici in aggetto sul cortile, ora rimossi.

Attualmente i servizi sono posizionati ai due estremi dell'edificio, a lato delle scale lenticolari.

Le pavimentazioni sono varie:

- i corridoi ed i locali di distribuzione presentano delle lastre in quarzite di Barge (bargioline);
- le aule presentano delle pavimentazioni meno pregiate, in marmette o con tavolato ligneo nel caso di laboratori;
- i servizi igienici sono completamente rivestiti da piastrelle in grès;
- le scale presentano le pedate in gneiss e alzate intonacate;

Particolare attenzione è da porre agli infissi, recentemente sostituiti su tutti gli affacci esterni a seguito dei lavori di restauro della facciata, mentre i serramenti sul cortile interno sono probabilmente risalenti alla conversione dell'edificio in scuola e, perciò, ormai vetusti.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTOREOTTI OGGI

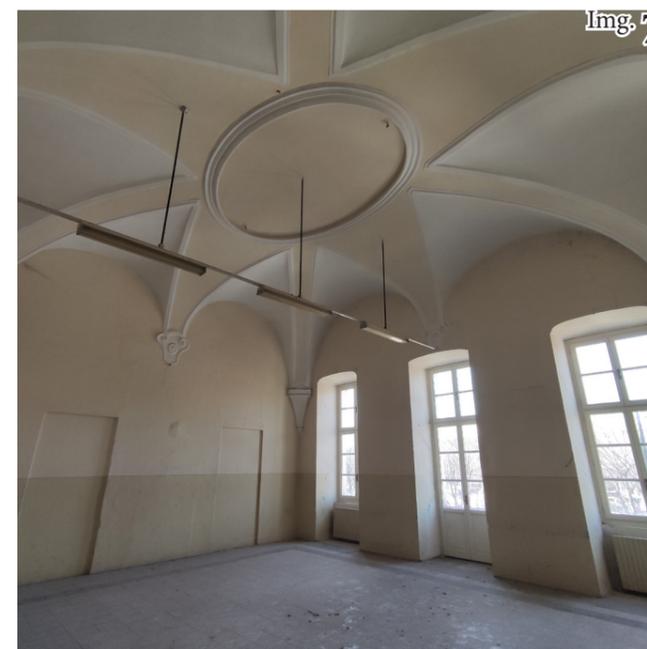
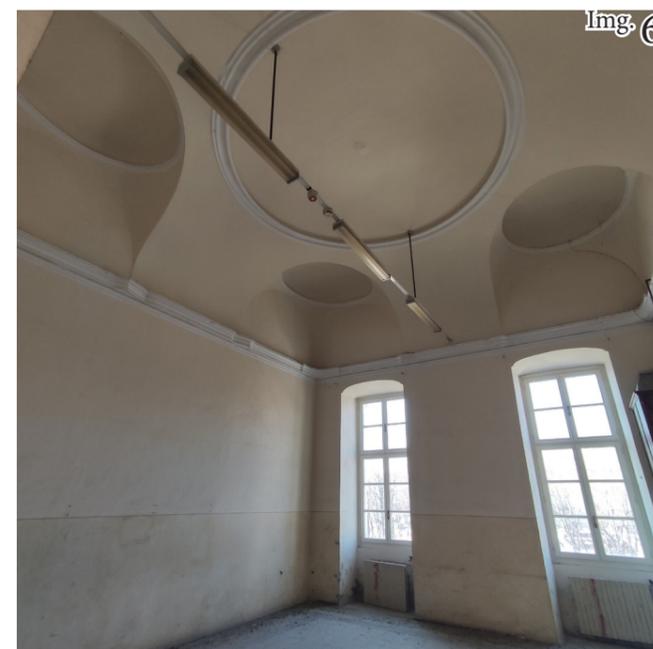
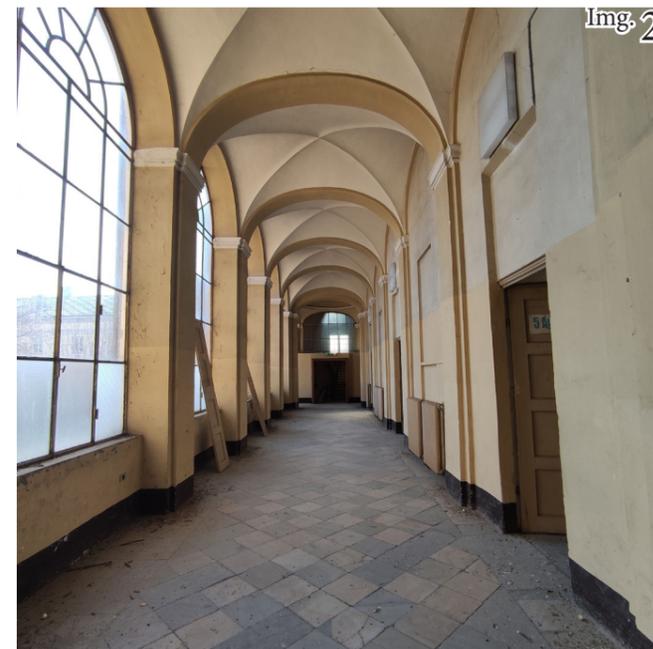
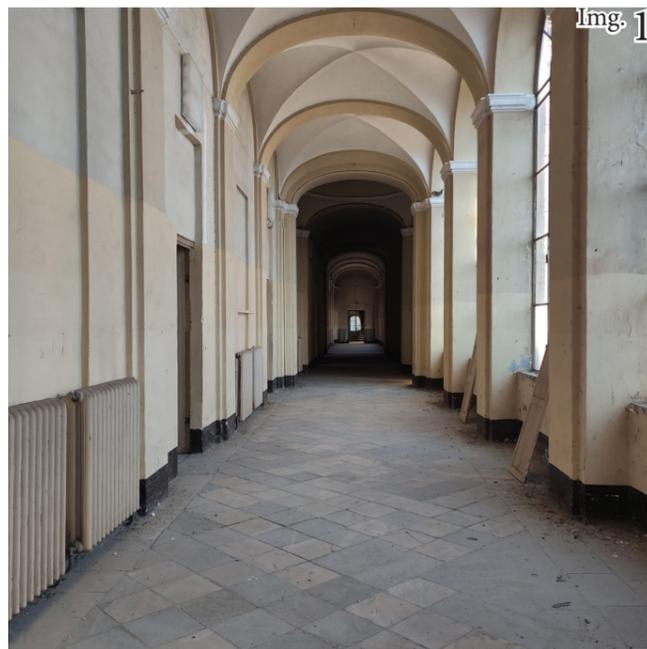
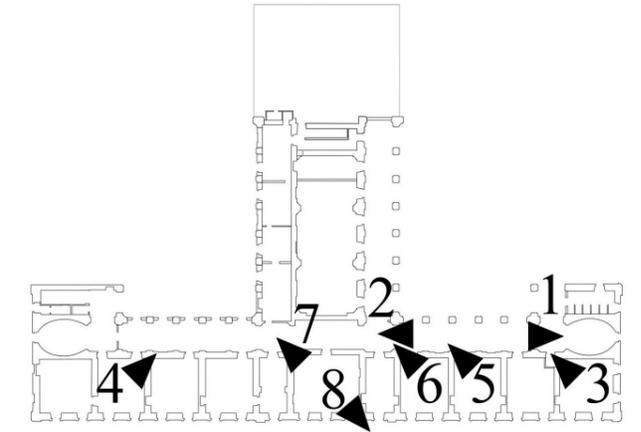


Fotografie interne del piano nobile

Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio al piano nobile, attualmente abbandonato, ma in cui permangono ancora chiari i segni della vecchia destinazione d'uso, come Liceo Classico. La forma delle volte risulta specchiata tra manica di destra e di sinistra. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

Didascalie immagini:

1. Vista del corridoio principale del piano nobile, con serie di volte a crociera intervallata da archi e pavimento in bargioline;
2. Corridoio principale del piano nobile;
3. Prima sala del piano nobile partendo dall'estremità dell'ala, locale d'angolo con volta a padiglione;
4. Seconda sala del piano nobile partendo dall'estremità dell'ala, locale con volta a calotta ribassata lunettata;
5. Terza sala del piano nobile partendo dall'estremità dell'ala, locale con volta a fascioni;
6. Quarta sala del piano nobile partendo dall'estremità dell'ala, locale con volta con calotte sferiche angolari;
7. Sala centrale della manica principale, un tempo destinata alla direzione, con la particolare volta stellata simile alle volte planteriane. Si riconoscono i richiami dell'ellissoide in tutto il locale;
8. Sala centrale della manica principale, particolare della volta stellata.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTORE OGGI



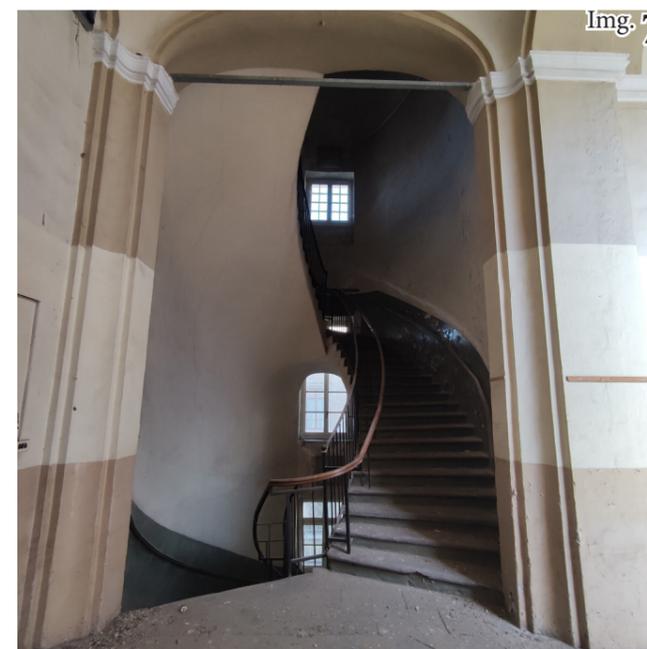
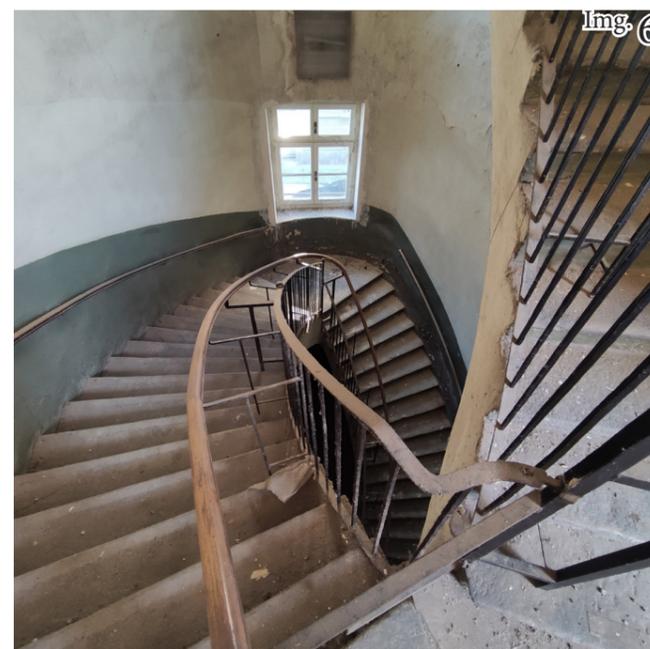
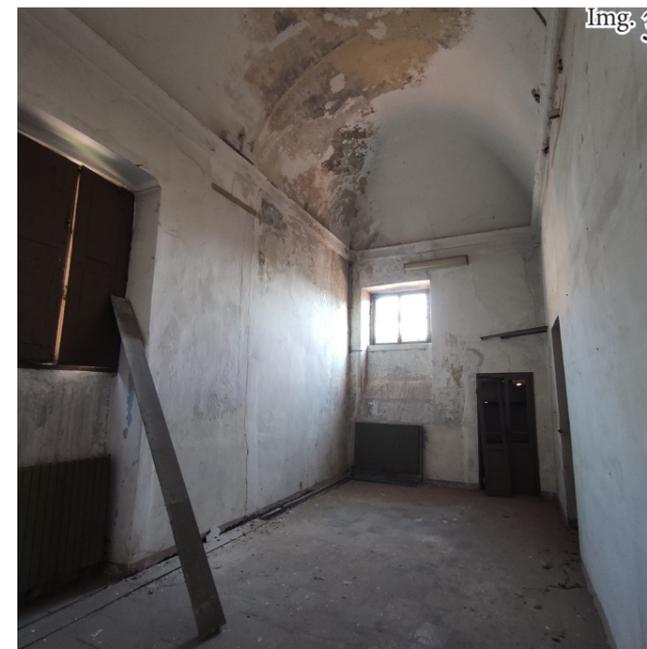
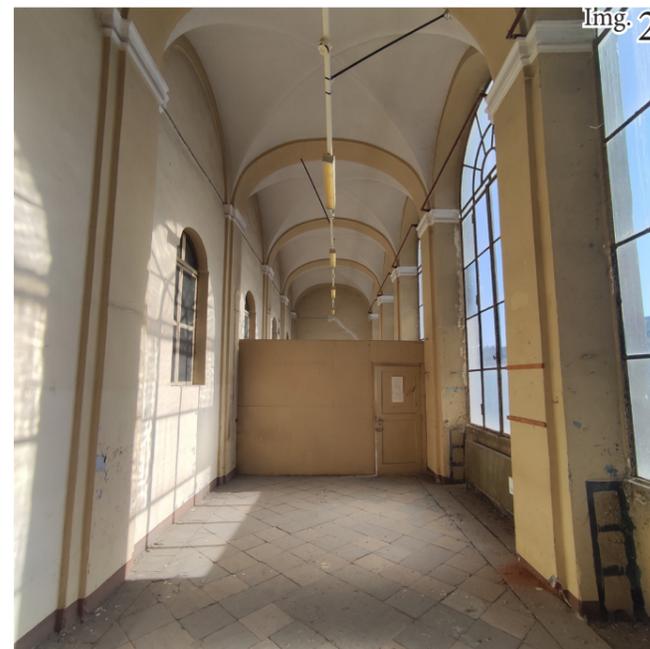
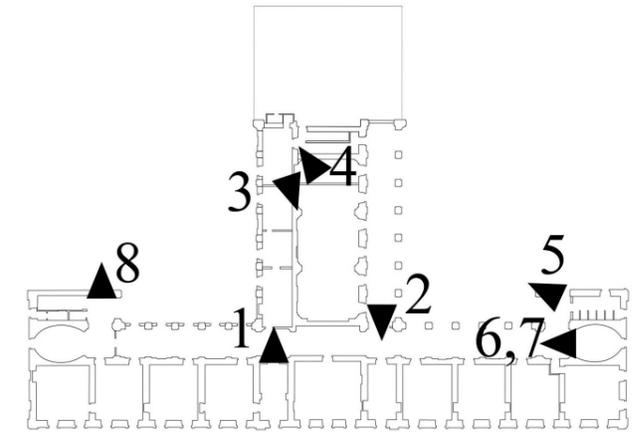
Fotografie interne del piano nobile

Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio al piano nobile, attualmente abbandonato, ma in cui permangono ancora chiari i segni della vecchia destinazione d'uso, come Liceo Classico. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

Didascalie immagini:

1. Locale accessorio con volta a padiglione rialzata;
2. Galleria adiacente alla chiesa sul cortile sud;
3. Galleria adiacente alla chiesa sul cortile nord, ex locale per il custode;
4. Vista della chiesa dalla balconata sopra la pala d'altare;
5. Servizi igienici;
6. Scala lenticolare in discesa, presa dal piano nobile;
7. Scala lenticolare in salita;

8. Vista dell'intersezione tra due gallerie ortogonali. Particolarità di Vittone è la caratterizzazione di tale incrocio tramite lo smusso degli angoli dei pilastri, che si evolve in pennacchio su cui poggia poi la calotta sferica.



4.6 Piano secondo

Come il piano nobile, anche questo risulta essere abbandonato, in quanto facente parte anch'esso del complesso liceale.

Lo spazio sopra la cappella presenta un piano di calpestio sopraelevato rispetto al resto del piano ed è costituito da un solaio ligneo che fa in modo che il carico non gravi sulle volte della chiesa ma sulle pareti laterali. In questa sala aveva sede la scuola di scherma, ora trasferita in altra sede. Il locale è completamente controsoffittato per questioni acustiche, nonostante sia presente un soffitto ligneo di pregevole gusto. In prossimità della sala sono presenti gli spazi accessori (quali servizi igienici e spogliatoi) realizzati con partizioni in cartongesso.

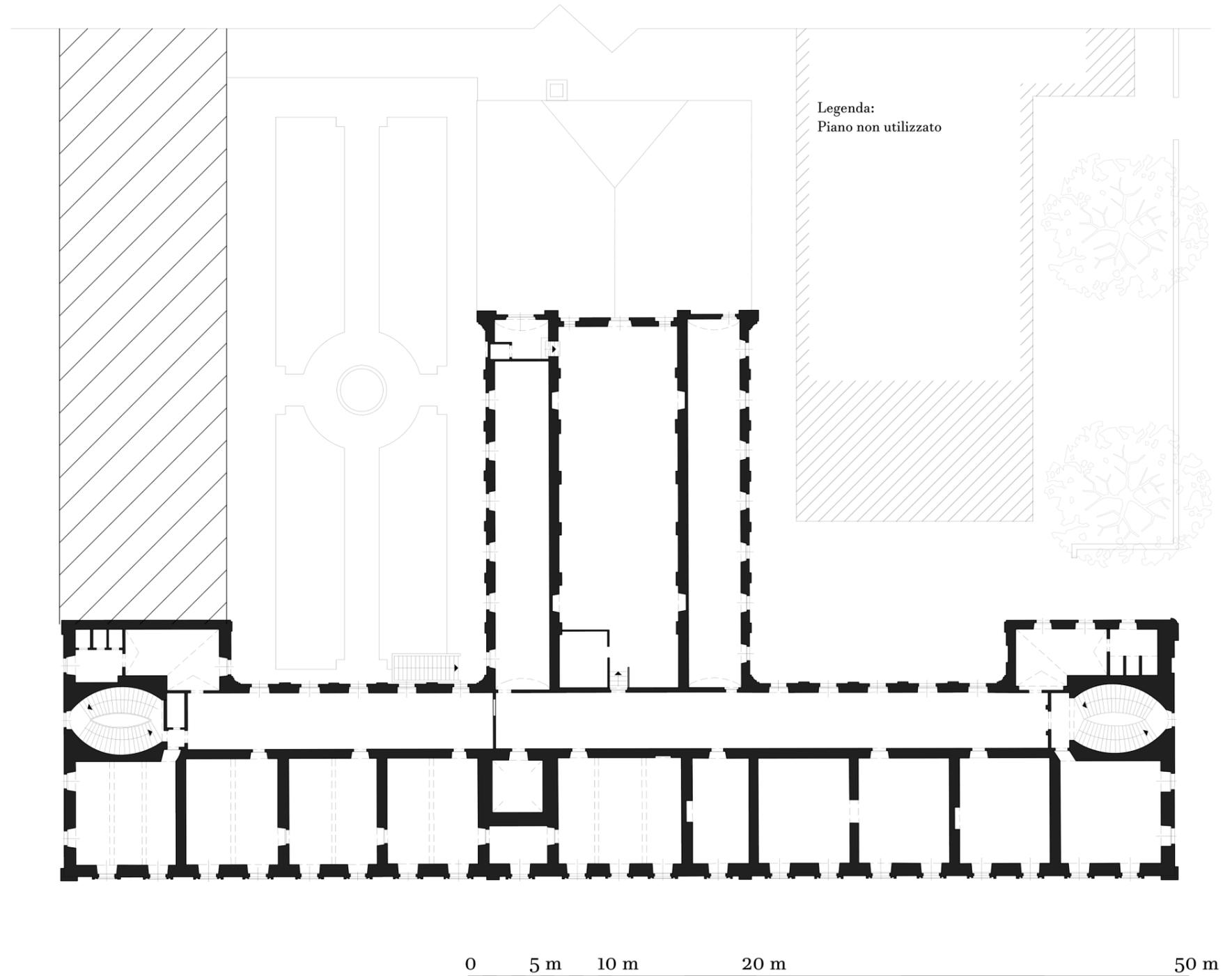
Ai fianchi di questa sala sono presenti due corridoi paralleli, sovrastanti le gallerie del piano nobile, i quali sono gli unici spazi voltati del piano, con due volte a botte.

Come nel piano inferiore, anche qua i servizi igienici sono collocati alle estremità dei corridoi, oltre che al centro della manica principale, in corrispondenza di quello che avrebbe dovuto essere lo sbarco della scala a 45°.

All'inizio degli anni 2000 sono stati eseguiti interventi di consolidamento delle soffittature lignee delle sale per mezzo di tiranti ancorati a travi metalliche, mentre nel corridoio è stata creata una copertura costituita da un solaio a putrelle e tavelloni, così come in alcune sale nella parte meridionale della manica principale.

I pavimenti non sono particolarmente di pregio, in quanto costituiti da cementine o da tavolato in legno.

Da alcune lacune dei soffitti è possibile intravedere la copertura, con orditura lignea con rivestimento in coppi, priva di isolamento termico, che è invece posizionato all'estradosso dei soffitti stessi.



CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTOREOTTI OGGI

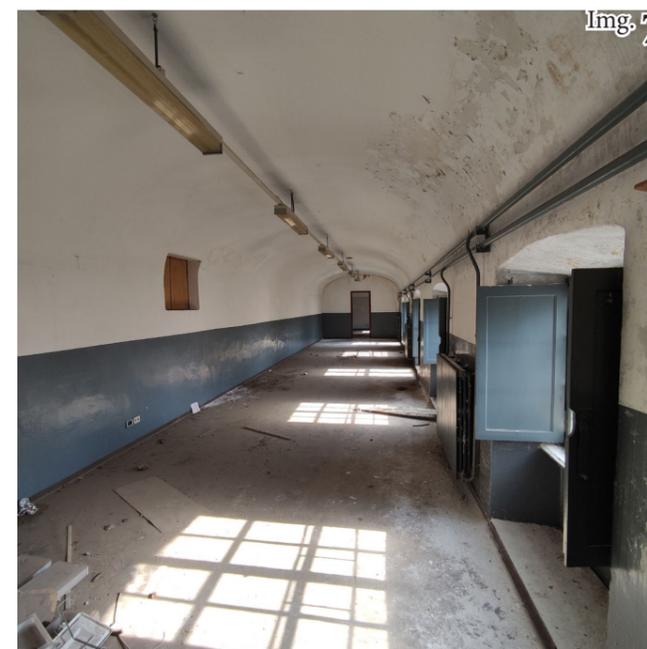
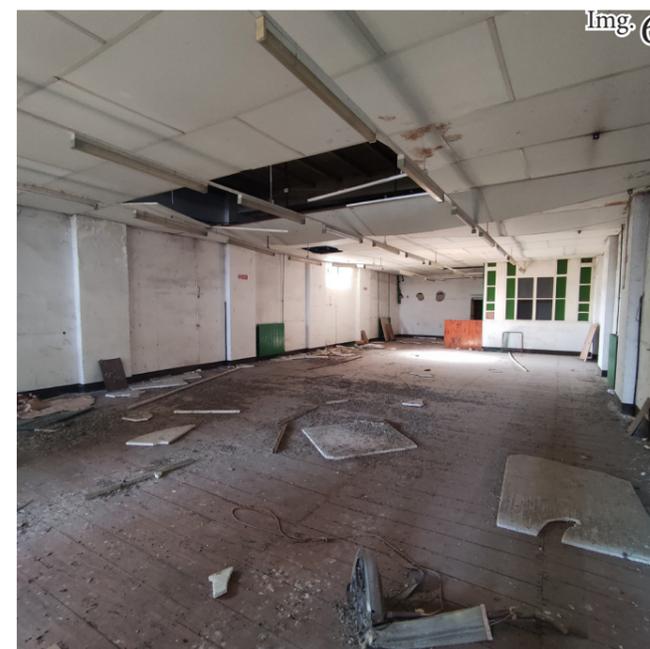
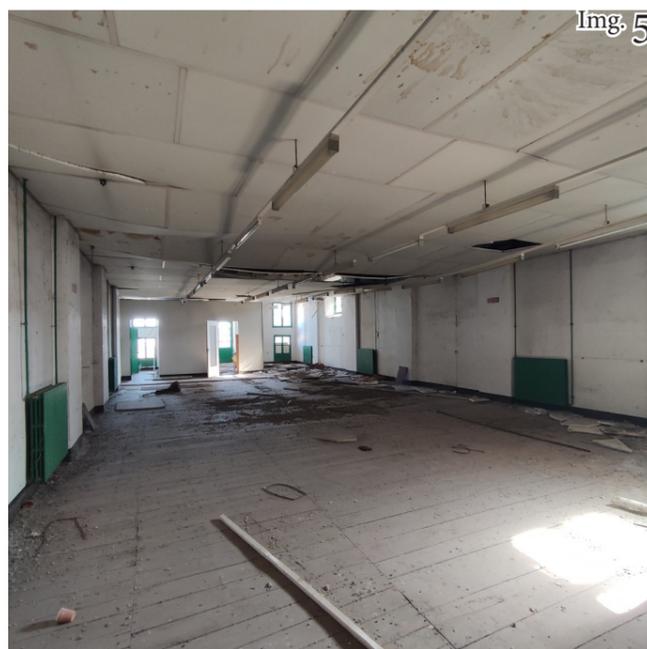
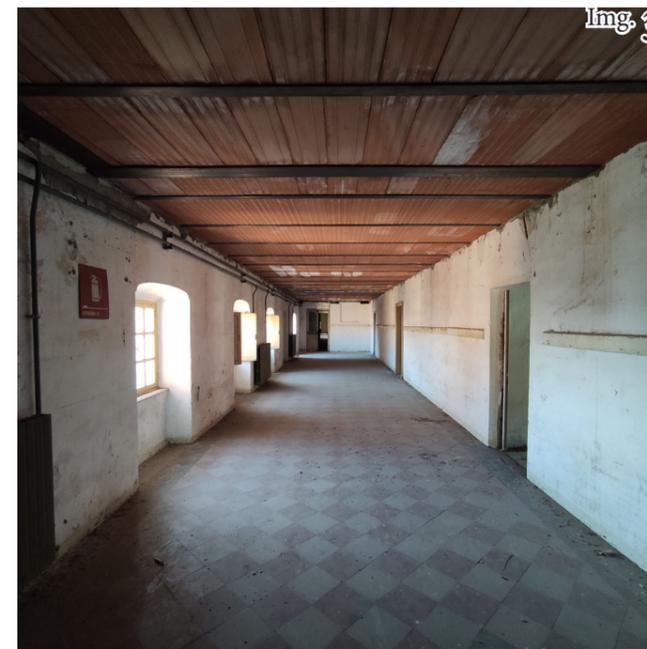
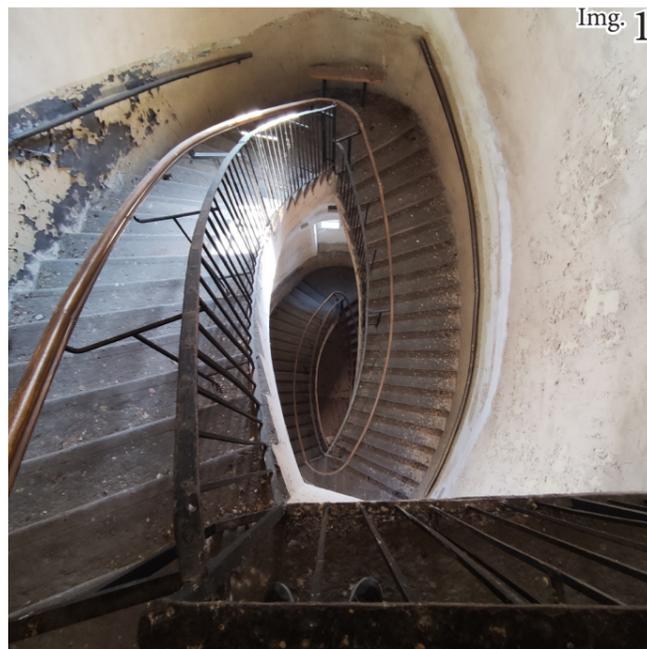
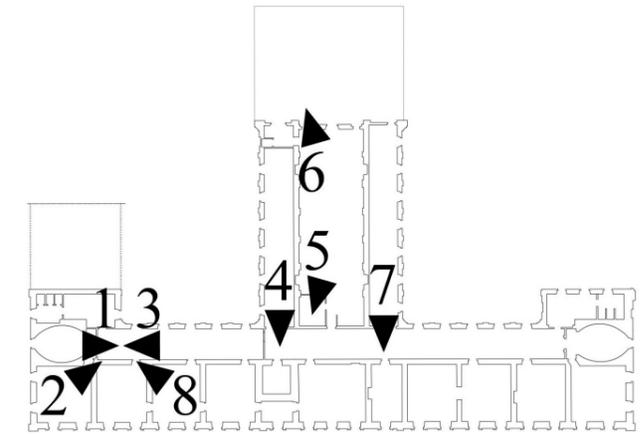


Fotografie interne piano secondo

Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio al piano secondo, attualmente abbandonato, ma in cui permangono ancora chiari i segni della vecchia destinazione d'uso, come locali ad uso del liceo e sala per la scherma (in corrispondenza dell'ampio salone sopra l'aula chiesa). Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

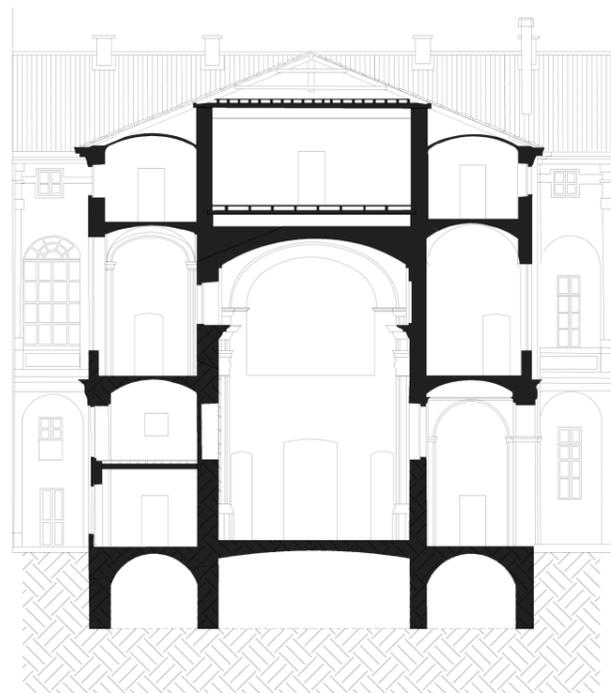
Didascalie immagini:

1. Vista della scalinata lenticolare dal secondo piano;
2. Sala d'angolo del secondo piano con il caratteristico soffitto in legno ad orditura composta;
3. Vista del corridoio principale del secondo piano, con soffitto in putrelle e tavelloni, che funge da consolidamento strutturale;
4. Corridoio nord della manica della chiesa;
5. Sala centrale, ex sala della scherma, posta sopra all'aula chiesa;
6. Sala centrale, ex sala della scherma, posta sopra all'aula chiesa;
7. Corridoio sud della manica secondaria della chiesa;
8. Altra sala del secondo piano; si notino gli infissi a livello del solaio, le cementine non eccessivamente pregevoli e il soffitto in legno, appositamente cravattato alla trave d'accio di nuova realizzazione.

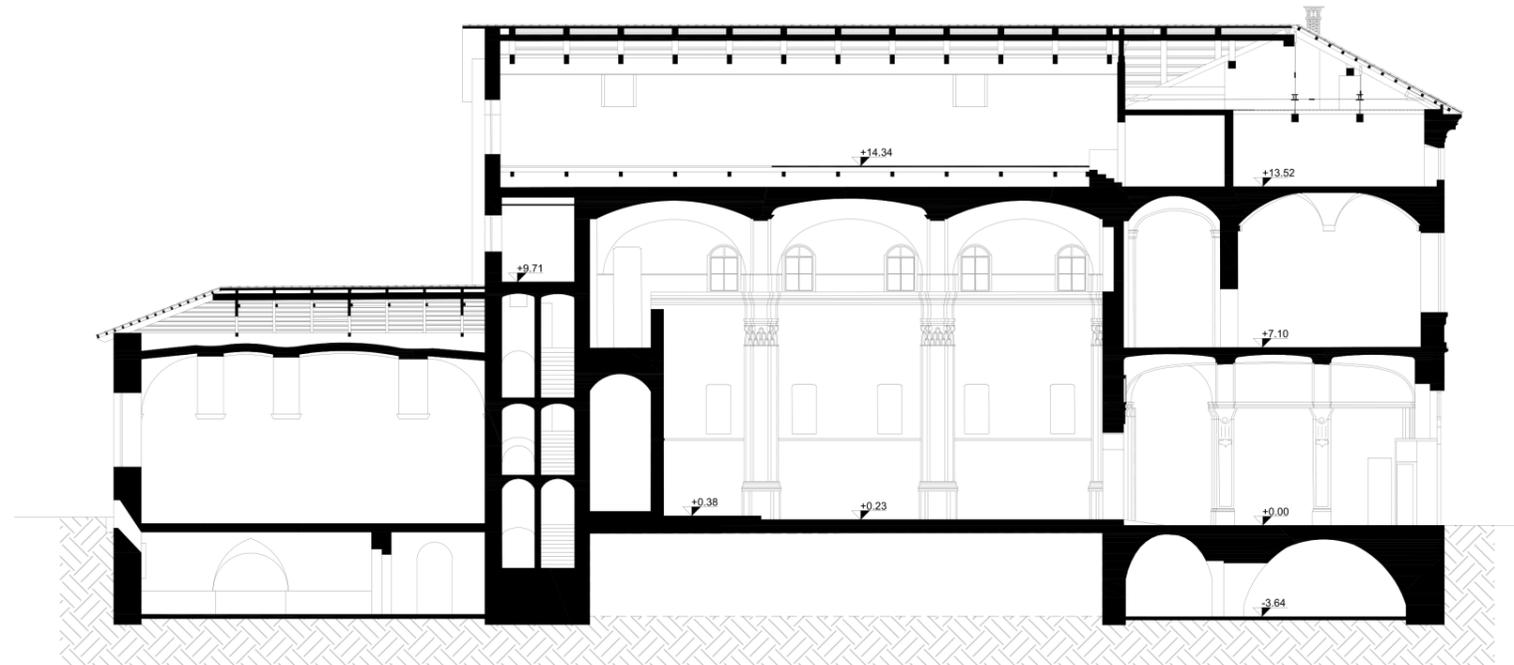
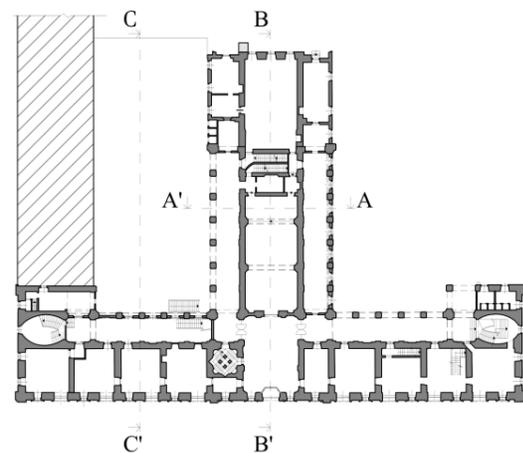


4.7 Sezioni e prospetti esistenti

Vengono riportate le sezioni principali ed i prospetti raffiguranti lo stato di fatto dell'opera. Nella pagine seguente sono rappresentate due sezioni D-D' dove la seconda è una ricostruzione ipotetica di quello che doveva essere originariamente il corpo scala secondario che gestiva il flusso di maschi e femmine separatamente, collegando tutti i piani del collegio.



SEZIONE A-A'

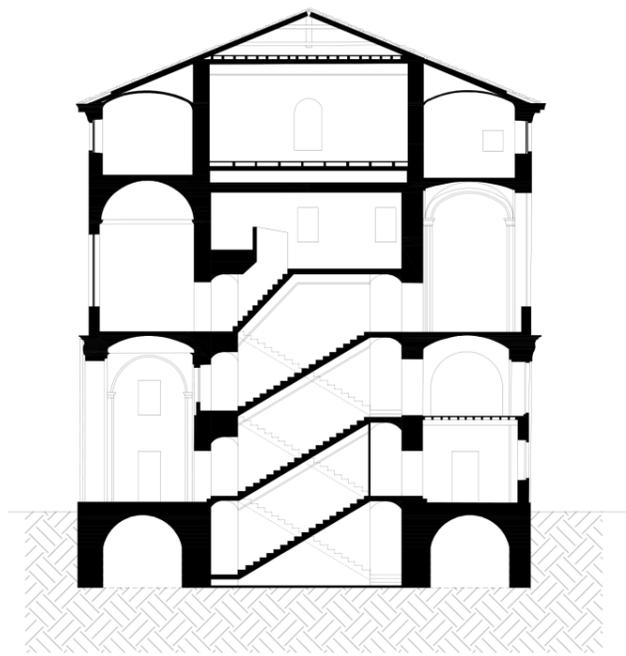


SEZIONE B-B'

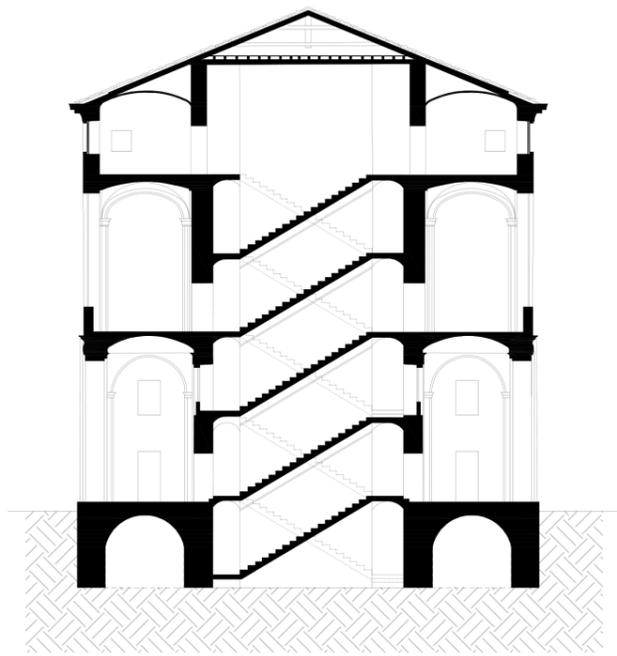


SEZIONE C-C'

0 5 m 10 m 20 m 50 m

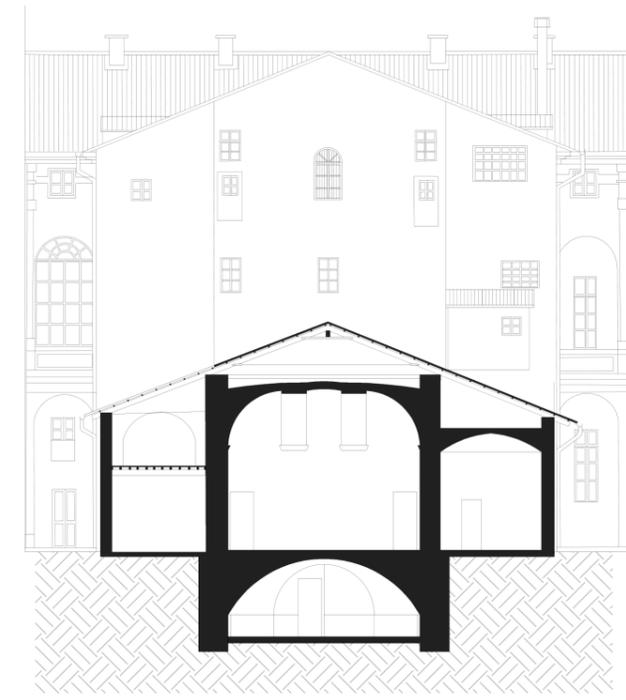


SEZIONE D-D'

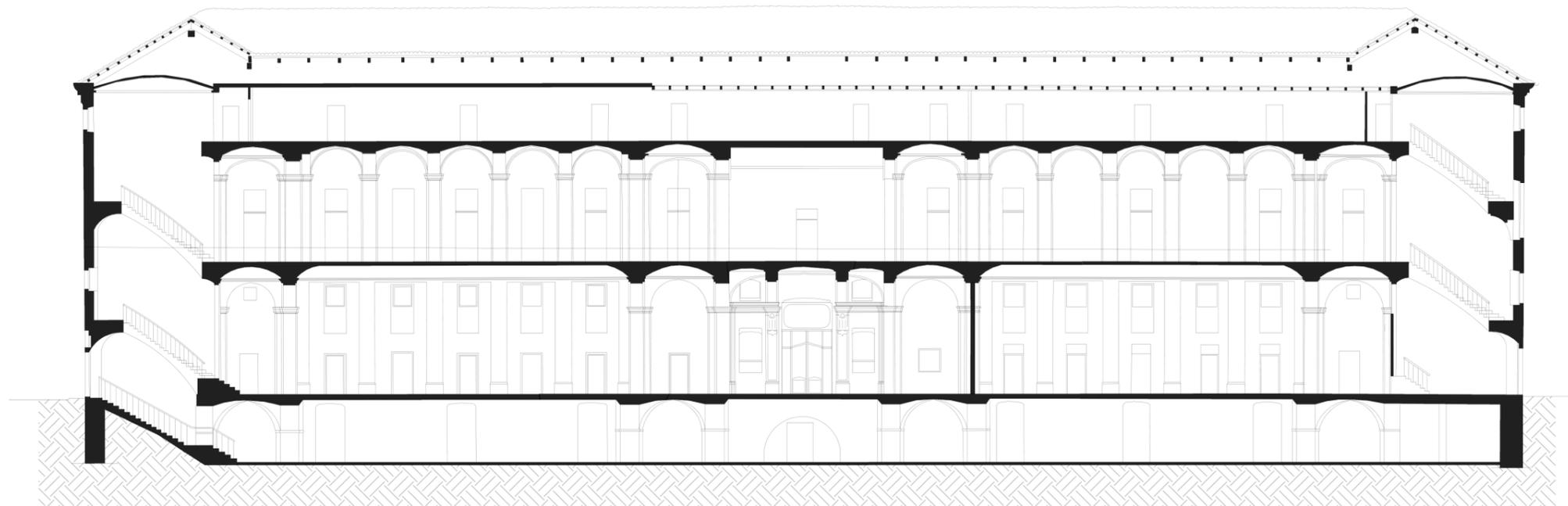


SEZIONE D-D'

Ricostruzione ipotetica di sezione delle scale.

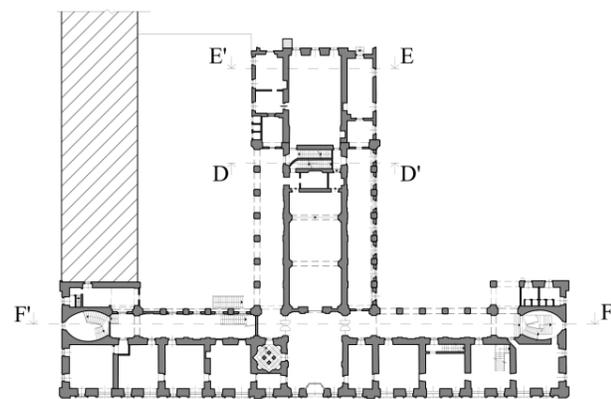


SEZIONE E-E'

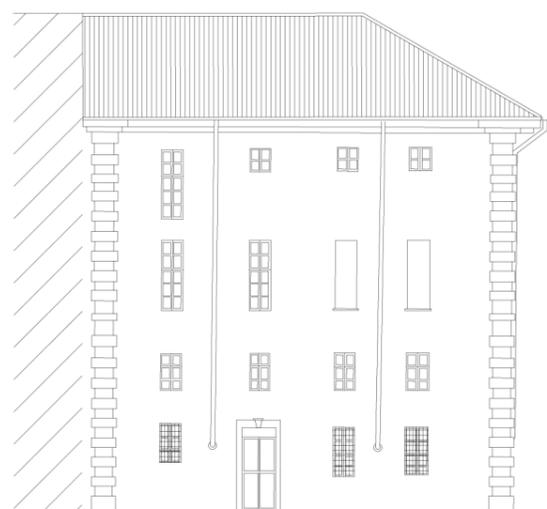


SEZIONE F-F'

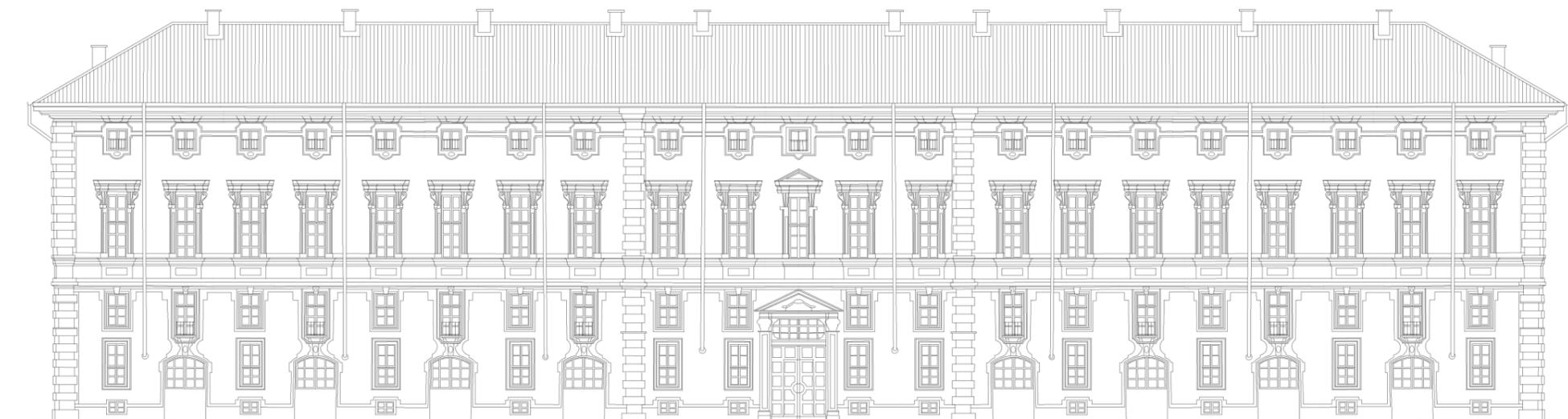
0 5 m 10 m 20 m 50 m



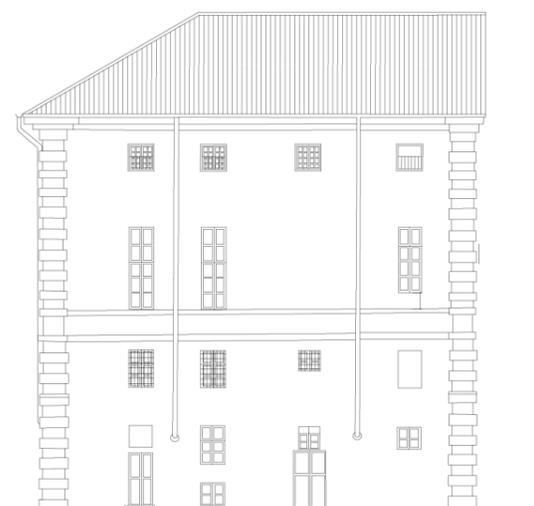
CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTORE



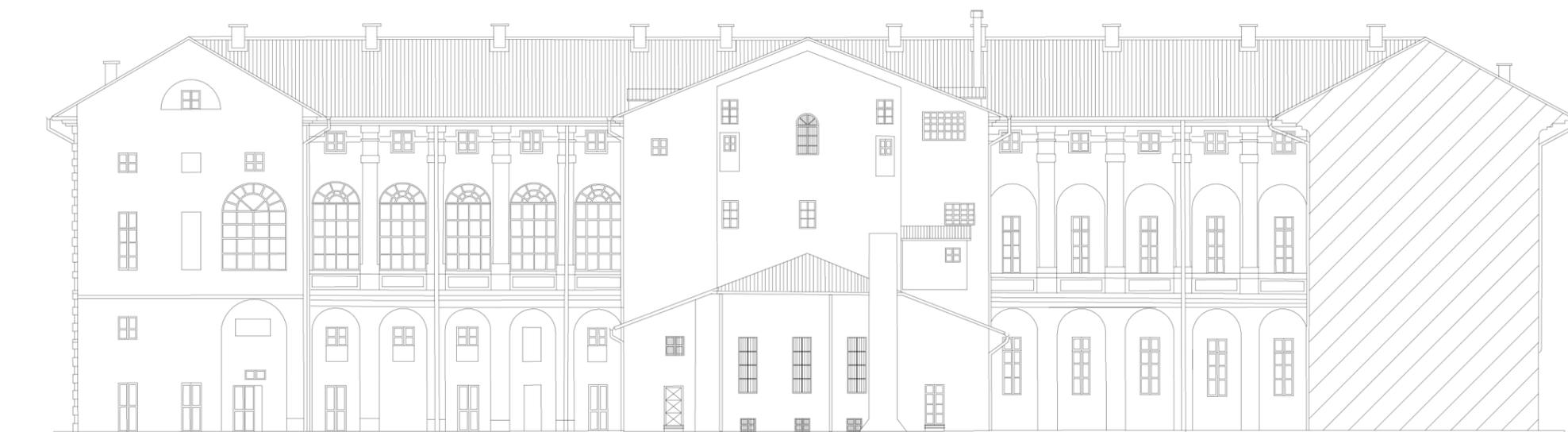
PROSPETTO NORD-OVEST



PROSPETTO SUD-OVEST



PROSPETTO SUD-EST



PROSPETTO NORD-EST

0 5 m 10 m 20 m 50 m

5.1 Introduzione al materiale muratura

La muratura è un materiale composto, ovvero formato da più elementi distinti, interconnessi tra loro, utilizzato principalmente per la realizzazione di manufatti architettonici, quali palazzi residenziali, luoghi di culto e manufatti infrastrutturali, quali ponti, acquedotti. La muratura come accennato precedentemente è un materiale composto, e gli elementi che la compongono sono solitamente due: i blocchi e il legante. Per i blocchi si trovano innumerevoli tipologie in quanto possono variare per forme, dimensioni e anche origine, infatti possono trattarsi di elementi lapidei ricavati dalle rocce oppure, come i mattoni, essere prodotti direttamente dall'uomo; queste varietà sono legate a fattori quali la geografia che determina le materie prime presenti in determinate zone e dall'epoca di realizzazione, che determina gli sviluppi conoscitivi e tecnologici adoperati nell'architettura. Anche se in numero minore, pure le malte utilizzate nell'edilizia storica presentano caratteristiche fortemente differenti a seconda dei componenti che la formano quali la tipologia di sabbia o la calce utilizzata negli impasti.

In un edificio storico, la muratura si presenta in gran parte degli elementi costituenti l'apparato architettonico-strutturale, la si è utilizzata nella realizzazione di strutture verticali quali pilastri e muri, negli orizzontamenti e coperture come volte e cupole ed in altre strutture come archi, contrafforti. Data l'innumerabile quantità di manufatti storici che sono sopraggiunti ai giorni nostri si è fortemente dimostrata la validità di questo materiale per il suo impiego nell'architettura.

Nel presente risulta complicato analizzare e programmare interventi su edifici antichi realizzati con questo materiale, perché alle variabili introdotte dalla molteplicità di combinazioni di componenti della muratura, si aggiungono le variabili sulla duplice qualità dell'opera. La prima fa riferimento alle materie prime adottate e la seconda alla loro lavorazione e messa in opera. Nel passato realizzazione di opere architettoniche era una pratica costruttiva priva di regole, basata su studi semplicistici (adozione modelli a copri rigidi), su leggi empiriche basate su proporzioni ed esperienze ricavate dalle realizzazioni passate e tramandata per via orale, per cui non è facile reperire documentazioni che dimostrino come una determinata opera sia stata realizzata. I modelli odierni di muratura non sono in grado di rispecchiare le caratteristiche di quelli passati e questo avviene anche quando si tratta di murature eseguite con blocchi di laterizio regolari, poiché i blocchi e le malte che si utilizzano nell'edilizia contemporanea sono profondamente diversi da quelli utilizzati. La differenza si trova nei processi di produzione che al giorno d'oggi sono molto controllati e garantiscono prodotti con caratteristiche fisiche e chimiche ben precise, mentre un tempo, facendo esempio dei blocchi, la produzione avveniva in forni dove la temperatura non era costante, e la disposizione dei blocchi a cuocere era tale per cui all'interno di una stessa partita si potevano trovare elementi più cotti (di colore più scuro, prossimi alla clinkerizzazione) e altri ancora crudi, e quindi con proprietà meccaniche più ridotte.

Ritornando alle tecniche di realizzazione, si è detto che la costruzione

muraria storica seguiva regole ottenute dall'affinamento della tecnica, perfezionata attraverso i secoli grazie all'esperienza ottenuta dall'osservazione dei risultati, negativi e positivi che si ottenevano con i vari procedimenti costruttivi. Queste regole che venivano dunque definite da una lunga sperimentazione tale da garantire la loro validità sono andate con il corso nel tempo a costituire un insieme di procedure e comportamenti costruttivi definiti come realizzazioni "a regola d'arte". Queste regole tuttavia si ritrovano spesso nelle architetture ritenute "nobili", re-

alizzate quindi da maestranze di grandi competenze, mentre nella maggioranza degli edifici che costituiscono il tessuto centri storici o delle periferie definiti come edilizia "minore" esse vengono meno, per motivi economici, quindi reperibilità di materiali e allora si adoperava la materia presente in sito. Nelle seguenti immagini vengono riportati esempi dove si differenzia per soggetti, materiale ed epoca alcune delle infinite tipologie di muratura realizzate.



Immagine 1 Porta dei Leoni di Micene - 1300 a.C.
Mura ciclopiche, formate da elementi lapidei lavorati in forme poligonali per essere giustapposte ad incastro a secco, ovvero senza l'utilizzo di materiali leganti.

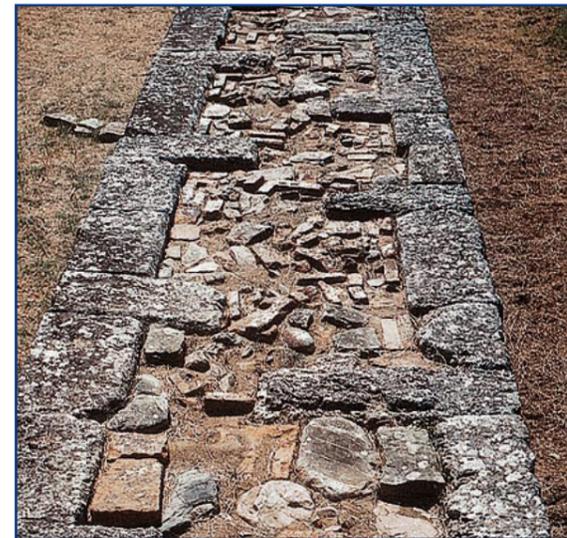


Immagine 2 Mura di Velia (Ascea, SA) - VI sec a.C.
Muratura a sacco realizzata con due pareti di elementi lapidei distanziati da uno spazio riempito con miscele di pietrisco e scarti di lavorazione.

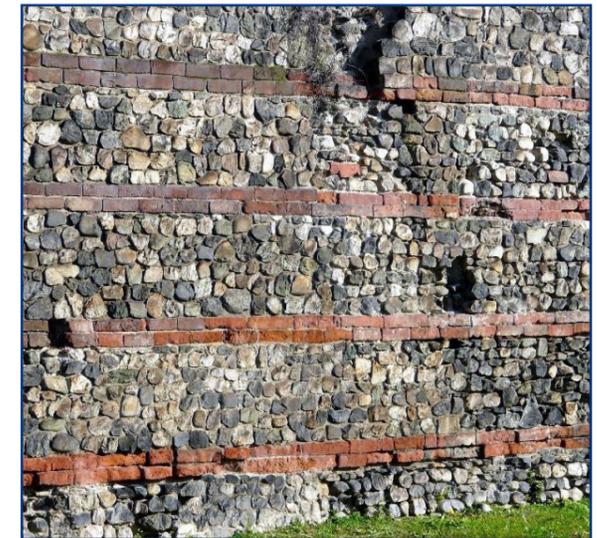


Immagine 2 Mura romane di Torino - I sec.
Muratura listata (opus vittatum) che prevede l'utilizzo di elementi lapidei di varie forme legati da un doppio corso di laterizi squadra-ti di migliori proprietà meccaniche per regolarizzare la distribuzione.

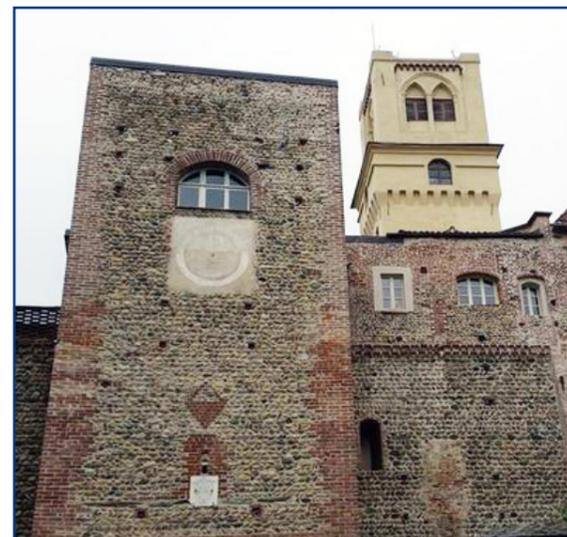


Immagine 4 Castello Orsini a Rivalta di Torino - XI sec
Muratura mista realizzata a lisca di pesce con ciottoli del Torrente Sangone e blocchi squadrati di laterizi per le porzioni che necessitano maggiore resistenza quali spigoli e contrafforti.



Immagine 5 Mura del Castello di Malbork (PL) - XII sec
Muratura ordinata realizzata interamente in blocchi artificiali di laterizio con tessitura gotica.



Immagine 6 Baita alpina ad Aplette Trione (TO)
Nei borghi alpini gli edifici sono realizzati in muratura irregolare, costituita da pietre a spacco e in lastre, principalmente gneiss, ricavate dalle cave locali.

5.2 Proprietà e comportamento meccanico della muratura

La muratura, come descritto precedentemente, è composta da due elementi, blocchi e legante, che presentano proprietà molto diversi tra loro. I blocchi hanno generalmente un comportamento elasto-fragile, con resistenza a compressione nettamente maggiore rispetto a quella a trazione. Prendendo come esempio di legante la malta, si nota che essa presenta proprietà meccaniche minori, con resistenza a trazione nulla, ma presenta un comportamento non lineare e quindi più duttile se sottoposta a sforzi di compressione o taglio. Questi due materiali, con caratteristiche differenti, collaborano insieme mediando le loro proprietà e rendendo così la muratura un materiale con buone caratteristiche per essere applicato nella costruzione di manufatti. Tale collaborazione si evidenzia nel grafico sottostante.

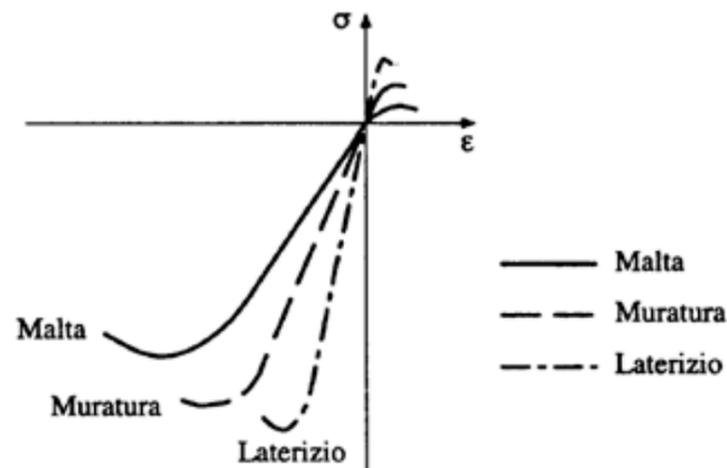


Immagine 7 Grafico sforzo-deformazione della muratura e dei suoi elementi costituenti.

Dato che la muratura si ottiene per assemblaggio di due elementi con caratteristiche come quelle sopracitate, risulta essere un materiale eterogeneo ed anisotropo. Nell'immagine seguente viene mostrato come vengono disposti i due componenti.

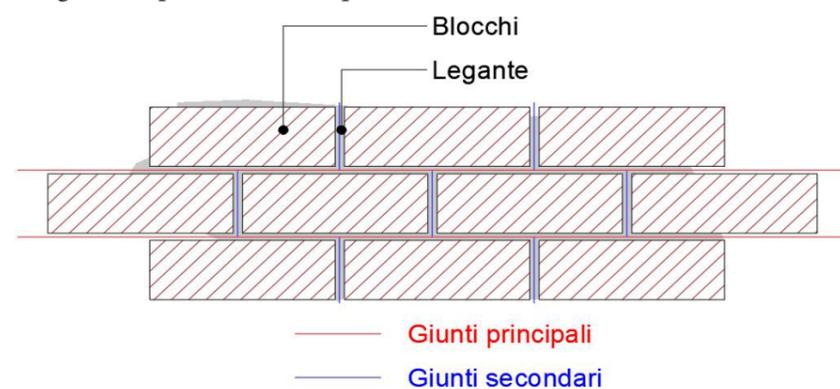


Immagine 8 Esempio di disposizione comune della muratura.

Nelle murature gli elementi vengono disposti per strati successivi, in genere ad andamento orizzontale; ciò determina la formazione di giunti tra i blocchi. I giunti principali separano orizzontalmente i vari corsi di blocchi, mentre i giunti secondari, discontinui a causa dell'ingranamento (verrà spiegato successivamente), dividono verticalmente due blocchi adiacenti. L'orientamento dei giunti principali è così ortogonale alle sollecitazioni di compressione prevalenti, al fine di ottimizzare il comportamento della muratura sottoposta ai carichi di esercizio. Tuttavia, tali giunti possono diventare potenziali piani di discontinuità, con gravi conseguenze sulla resistenza del sistema in caso di sollecitazioni di trazione o addirittura di forze parallele ad essi come nel caso di quelle che si generano durante un evento sismico. Nell'ultimo caso, l'attrito generato sui giunti dalle tensioni normali di compressione associato alle forze inerziali contribuisce alla resistenza ed alla dissipazione dell'energia.

La Circolare delle NTC18, uscita nel gennaio del 2019, nel capitolo 8 dedicato alle costruzioni esistenti, fornisce una tabella con valori di riferimento per le proprietà di alcune delle tipologie di muratura che si possono riscontrare nelle architetture antiche.

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 si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	τ_0	f_{v0}	E	G	w
	(N/mm ²)	(kN/m ³)				
	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 squadri	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	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f_{pu} può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Per esaminare meglio il comportamento della muratura è necessario iniziare dall'analisi di un corpo monolitico, omogeneo e isotropo; questo blocco lo consideriamo isolato, quindi non facente parte di un organigramma strutturale, e soggetto solamente al suo peso. Consideriamo inoltre il blocco poggiante su un piano scabro e studiamone il comportamento quando soggetto a forze esterne.

- Forze verticali:

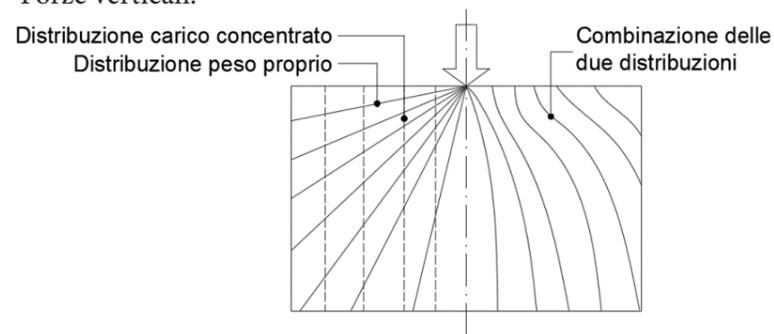


Immagine 9 Schema delle isostatiche minime che si generano dentro un corpo soggetto a forze esterne e peso proprio.

Si osserva che per una forza applicata, si genera una distribuzione di forze tale per cui, dopo un breve tratto, si ha un'area interessata dal carico maggiore di quella su cui è stato applicato il carico (si considera che un carico puntuale è applicato ad una superficie piccola, non nulla). Il carico verticale dunque si distribuisce in maniera triangolare e aumenta la sezione interessata man mano che ci si allontana dal punto di applicazione del carico. Nel caso di carico distribuito ovviamente l'intera sezione è costantemente coinvolta nella distribuzione del carico.

- Forze orizzontali:

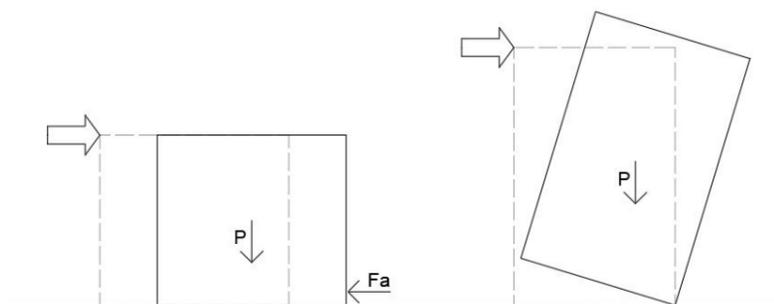


Immagine 10 Due casi di collasso dovuti a forze orizzontali, a sinistra il caso di scivolamento e a destra il caso di ribaltamento.

Le conseguenze di una forza applicata orizzontalmente alla parete, che principalmente svolge il lavoro di struttura portante verticale, sono lo scivolamento, se la forza applicata è maggiore della forza d'attrito alla base, o il ribaltamento della stessa. La tipologia di crisi è determinata dal rapporto tra base e altezza della parete e dai momenti che si creano tra forza peso e forza orizzontale attorno al punto di capovolgimento. Partendo dalle considerazioni appena viste, dunque la trattazione della muratura come corpo monolitico e rigido, è evidente che si tratta del limite superiore di un comportamento al quale gli antichi puntavano di

ottenere con le loro realizzazioni, dato che appare ovvia l'impossibilità di realizzare pareti con elementi monolitici. Si è cercato dunque di realizzare pareti con muratura confezionata utilizzando elementi di dimensioni ridotte, quindi realizzabili e trasportabili, organizzandoli in maniera tale da ottenere delle caratteristiche meccaniche e comportamenti prossimi alle pareti monolitiche. Da questo presupposto si sviluppano nel corso della storia una grande varietà di tecniche di disposizione degli elementi e assemblaggio delle strutture murarie. Le prime civiltà ad adottare un sistema che meglio approssimava il comportamento della parete monolitica sono stati i Romani con l'opus quadratum, costituita da blocchi di pietra squadrati aventi superfici ben rifinite e montate a secco con disposizione come riportata in figura.

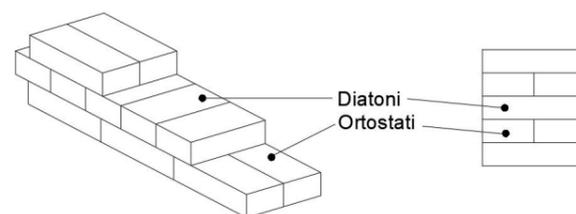


Immagine 11 Schema tipo della muratura "opus quadratum".

In questa tipologia di muratura i blocchi parallelepipedici denominati ortostati sono disposti con il lato lungo parallelo alla direzione del muro, mentre i blocchi denominati diatoni sono posti perpendicolarmente ai precedenti. In questo modo i giunti risultano sfalsati, creando così il così detto "ingranamento" della parete, e tale sistema permette ad un blocco di non appoggiare solo su un blocco sottostante ma più di uno. Un altro vantaggio di questa tipologia di tessitura è che i corsi risultano così legati nelle tre dimensioni, imitando al meglio la parete monolitica descritta precedentemente. L'immagine 12 evidenzia il vantaggio dello sfalsamento dei blocchi nel caso di applicazione di una forza verticale. Si noti come nella parete di sinistra un carico agente su un blocco si distribuisce sui due inferiori, che a loro volta trasmettono il carico ai tre sottostanti e così si crea una distribuzione triangolare, simile a quella che si era vista nel caso di parete monolitica omogenea. Viceversa, nella parete di destra dove non c'è uno sfalsamento dei blocchi il carico si distribuisce sulla stessa fila e addirittura porterebbe una crisi per taglio sui giunti verticali, compromettendo così la stabilità dell'opera.



Immagine 12 Schema di distribuzione delle forze all'interno di una muratura che presenta blocchi sfalsati (a sinistra) e una che non presenta l'ingranamento degli elementi (a destra).

Di seguito verranno analizzate le problematiche relative alla risposta di pareti in muratura rispetto a forze orizzontali. Il primo caso di collasso era lo scivolamento, dovuto al supero della forza resistente di attrito. Nel caso di parete in muratura, ogni giunto orizzontale costituisce un potenziale piano di scorrimento. Si noti dalla seguente immagine (figura a sinistra) come un carico orizzontale concentrato, che interessa solo l'ultimo strato della parete, causa il distacco dello stesso, una volta vinta la resistenza dell'attrito, senza interessare i corsi sottostanti. Essi vengono coinvolti se vi è la presenza di un carico normale ai giunti principali, dato che la forza di attrito è direttamente proporzionale alla compressione che è presente su un determinato piano di scorrimento, la quale è sempre presente se la muratura fa parte di uno schema statico in cui svolge il compito di struttura verticale portante.

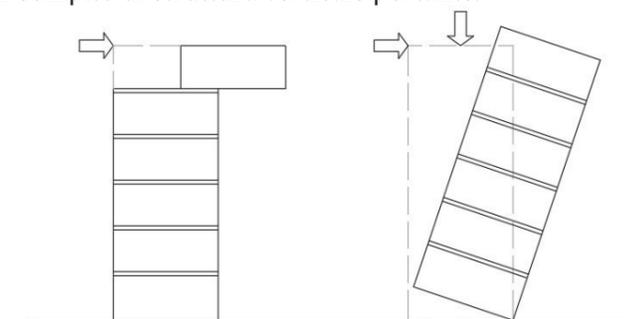


Immagine 13 Schema di collasso per forze orizzontali di una parete muraria in assenza e in presenza di forze normali.

Nel caso in cui venga applicato un carico distribuito come per esempio il carico del vento o forze dovute al sisma, maggiore sarà la resistenza offerta dai giunti e più verranno sollecitati quelli verso la base, con il caso limite in cui tutta la parete viene interessata dal fenomeno di scivolamento per un collasso avvenuto alla sua base.

Analizzando il secondo modo di collasso, ovvero quello per ribaltamento, bisogna evidenziare l'importanza della presenza di diatoni all'interno della parete. Esaminiamo quindi una parete che presenta diatoni e una di egual spessore che non ne presenta, dunque costituita da due pareti affiancate di spessore dimezzato rispetto alla precedente.

Il ribaltamento della parete avviene quando il momento ribaltante supera il momento stabilizzante, ed è proprio quest'ultimo, proporzionale al peso della parete, che subisce una riduzione del 50% se la parete presenta spessore ridotto della stessa percentuale. Dunque, si conferma che la presenza di diatoni, che legano due "strati" di pareti, conferisce alla muratura maggiore coesione e omogeneità, avvicinandosi maggiormente al modello di parete monolitica.

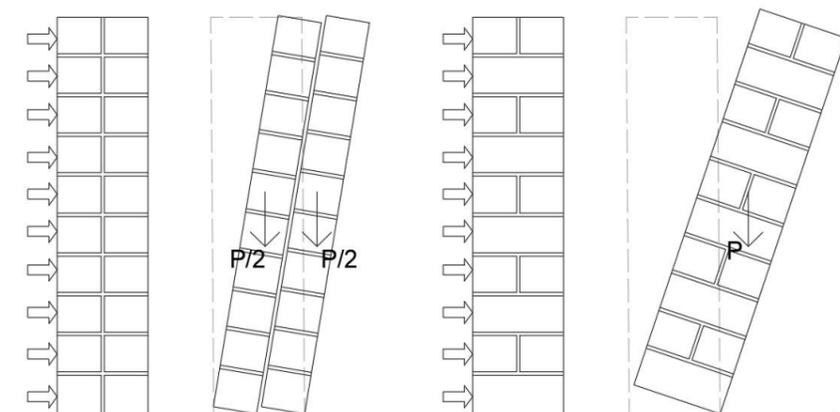


Immagine 14 Schema di ribaltamento di due pareti con e senza la presenza di diatoni.

Nel caso precedente è stato analizzato il ribaltamento della parete per forze orizzontali perpendicolari al suo piano principale. Ora si esaminano il caso di forze orizzontali/inclinate parallele al piano principale della parete.

Lo sfalsamento dei giunti verticali permette anche di ottenere una distribuzione nel piano della parete per carichi inclinati. Le superfici a contatto tra i blocchi, ove è presente il legante, sono dotate di attrito, per cui sono in grado di trasmettere forze anche parallele ad esse. Il peso sovrastante aumenta l'attrito tra i blocchi, conferendo in questo modo una capacità, seppur limitata, di resistere a trazione. Tale capacità è proporzionale alle dimensioni dei blocchi in quanto maggiori saranno le lunghezze degli elementi, maggiore sarà la sovrapposizione delle parti, e inoltre la resistenza aumenta se gli elementi sono sottili, perché a parità di altezza, tale parete presenterà un maggior numero di giunti orizzontali che forniranno attrito in caso di carichi inclinati/orizzontali. Tale concetto viene illustrato nell'immagine seguente, dove si confrontano pareti delle medesime dimensioni e componenti ma con tessiture differenti soggette a carichi inclinati (nel seguente caso si analizzano pareti su piani inclinati soggetti alla sola forza di gravità).

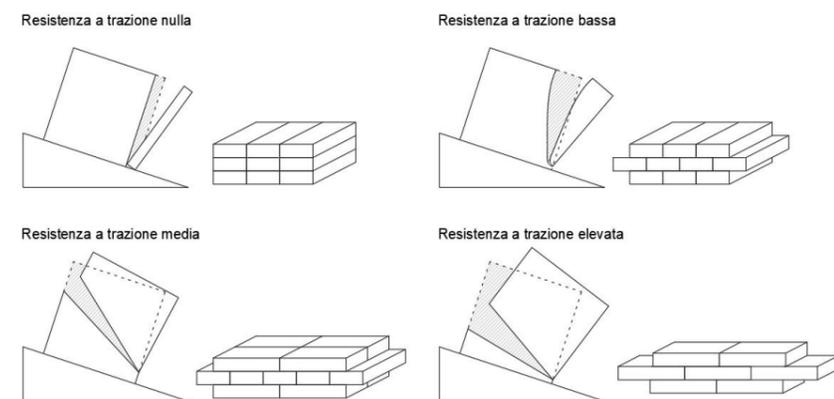


Immagine 15 Confronto tra pareti aventi tessiture differenti, soggette a un carico inclinato.

Si noti anche che maggiore è l'attrito che resiste alla forza, e maggiore sarà la porzione di parete che viene coinvolta nel collasso dato che la rottura avviene sempre più in prossimità della base, come spiegato precedentemente nel caso di carichi distribuiti (in questo caso la forza peso inclinata agisce su tutta la parete quindi si considera come carico distribuito).

Si è dimostrato quindi come con l'utilizzo di blocchi squadrati e disposti in modo che ci sia la massima aderenza tra gli elementi è la tipologia costruttiva che meglio approssima il comportamento ideale della muratura monolitica e omogenea. Nell'arco della storia questa tecnica è stata raffinata e sviluppata in varie culture costruttive, ciascuna con materiali e tessiture differenti.

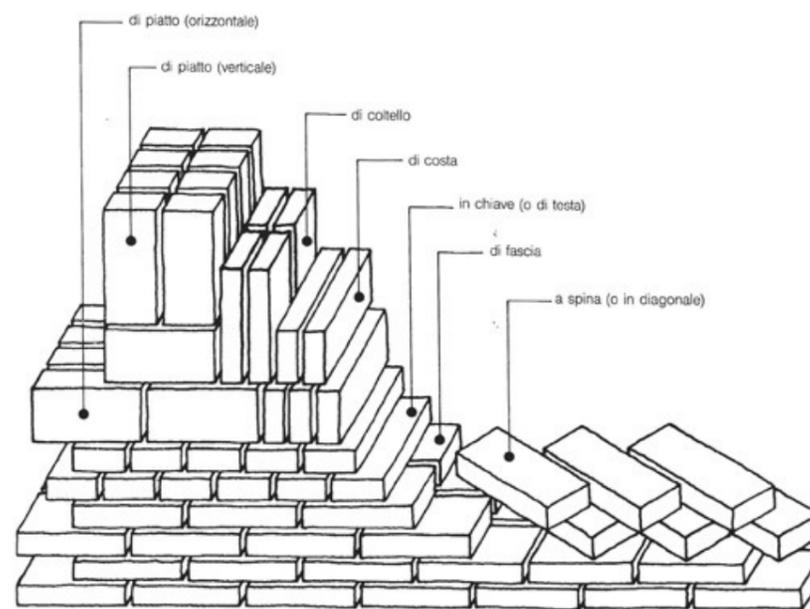


Immagine 16 Differenti metodi di posizionamento dei blocchi.

Al fine di comprendere meglio il comportamento meccanico della muratura è necessario fare una breve trattazione del comportamento dell'elemento legante che solitamente è costituito da malta. Essa è un materiale a sua volta composto da più componenti, solitamente acqua, sabbia e un legante che può essere calce o cemento. La malta è un materiale dotato di coesione, ed interferisce con i blocchi in modo complesso, alterando le caratteristiche della struttura, tale proprietà altera l'attrito che si sviluppa tra due superfici con conseguente modifica di quella piccola parte di resistenza a trazione di cui la muratura può beneficiare. Tale resistenza è sommativa della resistenza intrinseca del materiale malta e dalla resistenza offerta dai legami chimici che legano la malta con i blocchi. Malta e blocchi presentano, come visto all'inizio del capitolo, moduli elastici diversi e di conseguenza diversa deformabilità e ciò causa l'instaurarsi di tensioni di compressione nel legante mentre i blocchi sono sottoposti a trazione come si evidenzia dall'immagine seguente.

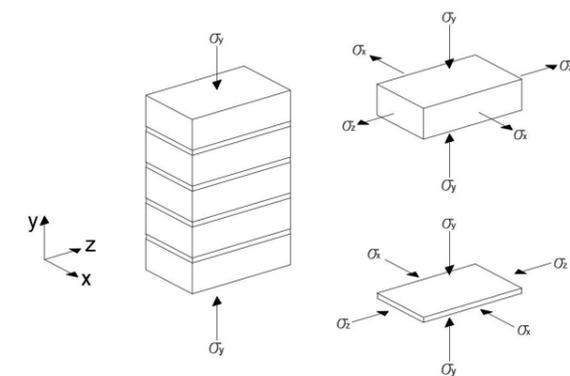


Immagine 17 Schema delle tensioni che si creano negli elementi della muratura sottoposta a compressione.

Le tensioni che si creano sono direttamente proporzionali allo spessore dei giunti. Più i giunti sono spessi, maggiore sarà la loro deformabilità e ne consegue un aumento delle tensioni di trazione nel blocco, rischiando di portare quest'ultimo a rompersi. La malta rappresenta dunque un punto di debolezza per la muratura, la quale presenta solitamente una resistenza di rottura a compressione pari circa al 35% della resistenza dei blocchi di cui è costituita. Come è stato dimostrato precedentemente, nonostante la perdita di capacità portante, una muratura che presenta blocchi legati da malta acquisisce la capacità di rispondere modestamente a sforzi di trazione, e sempre grazie alla presenza dei giunti, i carichi verticali riescono ad essere distribuiti sulla parete similmente a ciò che avviene in una parete omogenea. A denuncia della debolezza introdotta dalla malta, si è visto come per pareti soggette a carichi identici, la distribuzione delle forze è più simile all'esempio di parete monolitica con i blocchi di maggiori dimensioni.

5.3 Comportamento sismico delle strutture in muratura

5.3.1 Accenni di sismologia

Prima di introdurre il comportamento delle strutture murarie durante fenomeni sismici, è necessario introdurre una breve spiegazione dell'origine di questi fenomeni e di come si sviluppano.

Il nostro pianeta è formato principalmente da due strati, uno più rigido e superficiale che è denominato litosfera e sotto di esso vi è l'astenosfera, uno strato costituito da rocce più deformabili. La litosfera è suddivisa in placche, sette principali e dodici minori (sono riportate nell'immagine sottostante), le quali non sono stazionarie, ma si muovono a causa dei moti convettivi che si generano sotto di esse, nella astenosfera, come se

fossero delle "zattere sopra un mare", in equilibrio statico tra loro, ma non immobili.

L'introduzione della teoria della tettonica a placche ha spiegato, oltre alla formazione dei continenti come li vediamo oggi, anche la causa dei sismi che colpiscono alcune parti del nostro pianeta. Come accennato in precedenza, queste porzioni di litosfera compiono spostamenti piccoli, dell'ordine di qualche centimetro all'anno, e così facendo interagiscono con le placche circostanti, spingendole o scivolandoci a fianco. In entrambi i casi questi spostamenti causano deformazioni tra i confini delle placche, che prendono il nome di faglie, causando un accumulo di energia potenziale di natura elastica. Quando la pressione accumulata in una faglia supera la capacità resistiva delle rocce che la compongono,

quest'ultime collassano, rilasciando energia meccanica sotto forma di oscillazioni che si propagano nel terreno, ovvero generando eventi sismici.

Le onde che vengono generate da un evento sismico sono prevalentemente di due tipologie, onde sismiche, divise in primarie e secondarie, e onde superficiali (perché si propagano solo nella crosta terrestre) che si dividono in onde di Rayleigh (R) e di Love (L). Le onde primarie, denominate onde P, sono le più veloci e si propagano in maniera longitudinale, generando oscillazioni parallele alla loro direzione di propagazione, causando dilatazioni e compressioni ai volumi che attraversano. Le onde secondarie, onde S, sono invece più lente e l'oscillazione che provocano è ortogonale alla direzione di propagazione. Le onde di Rayleigh si propagano generando moti rotatori sulla superficie, mentre quelle di Love causano oscillazioni trasversali ma orizzontali rispetto alla direzione di propagazione, e quest'ultime sono quelle che generano più danni sulla superficie.

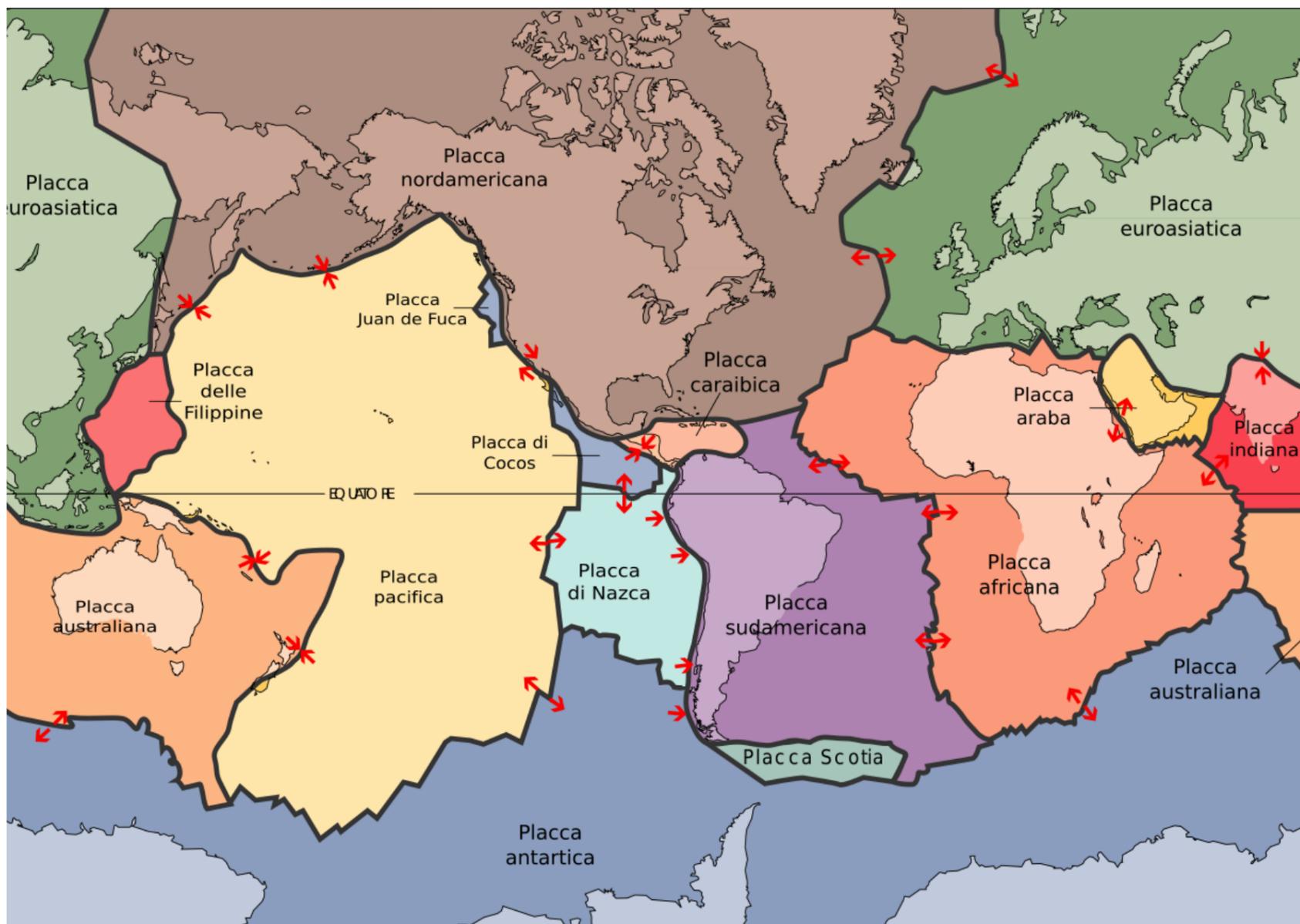


Immagine 18 Mappa raffigurante la suddivisione in placche della litosfera terrestre.

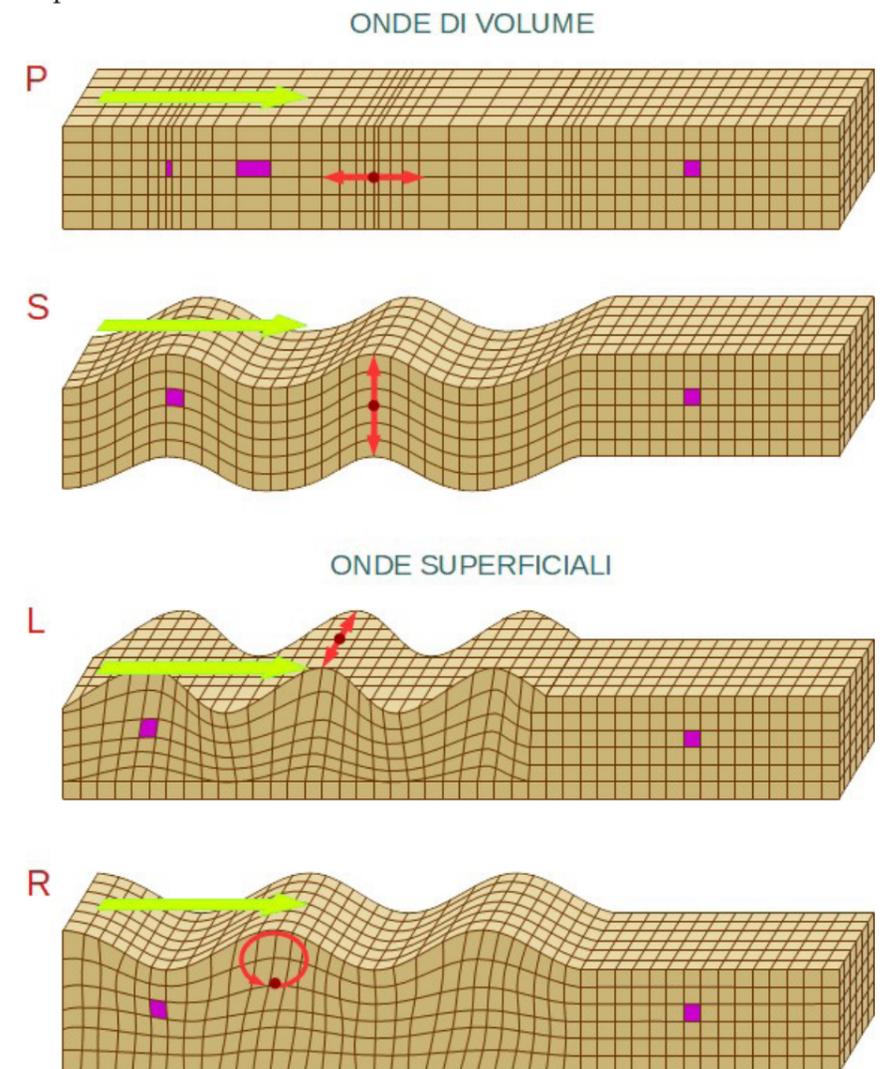


Immagine 19 Tipologie di onde generate durante un evento sismico.

5.3.2 Natura oscillatoria degli edifici

Dopo aver introdotto gli effetti sulla superficie terrestre di un terremoto è necessario spiegare come esso interagisce con le strutture presenti, e come esse si comportano quando investite dal sisma.

Per capire meglio il comportamento sismico degli edifici si introduce il parametro di "rigidezza", ovvero la capacità di un corpo di opporsi alla deformazione elastica provocata da una forza applicata. Se schematizzata come nell'immagine seguente si può definire la rigidezza k come la forza applicata in un punto necessaria a causarne lo spostamento unitario.

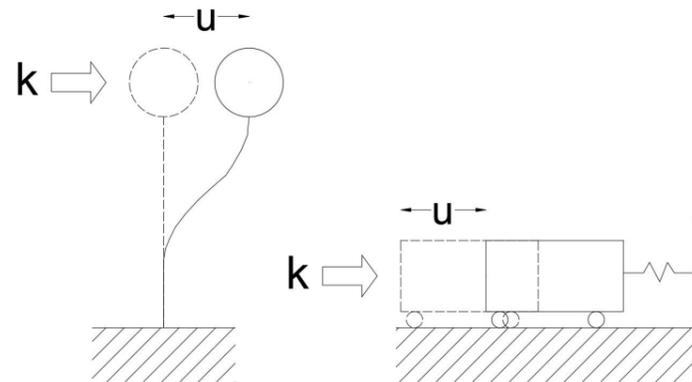


Immagine 20 Due casi fisici in cui subentra il parametro della rigidezza.

Maggiore è la rigidezza di un elemento strutturale, maggiore è la forza che esso viene chiamato a contrastare.

Il sisma causa delle accelerazioni al suolo, sottoforma di oscillazioni che attraverso le fondazioni si propagano nell'edificio. Tali accelerazioni, moltiplicate per la massa degli impalcati possono essere assimilate a forze orizzontali agenti sui singoli piani della struttura. La distribuzione di tali forze apparenti è crescente, ed è proporzionale all'altezza dell'edificio dato che vengono coinvolti un maggior numero di piani e dunque più peso. Quando questa forza cessa di essere applicata, l'energia elastica accumulata tende a riportare una la struttura alla sua posizione originale attraverso forze di richiamo elastico. Sono queste forze la causa dell'oscillazione degli edifici che viene determinata attraverso una frequenza, che è una proprietà intrinseca della struttura e si calcola con

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

la seguente equazione:

dove ω rappresenta la frequenza angolare, k la rigidezza della struttura e m la sua massa.

Dalla frequenza, che si misura in radianti, è possibile ricavare il periodo di oscillazione della struttura, calcolato in secondi, attraverso l'equazione:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Il periodo di oscillazione rappresenta un parametro fondamentale per determinare la risposta di un edificio all'azione sismica, perché come si è visto, attraverso la massa e la rigidezza di determinano le entità delle forze che si genereranno. Conoscendo il periodo della struttura si è in grado di calcolare l'azione che agirà sul manufatto attraverso lo spettro di progetto (o spettro elastico), una legge univoca per ogni sito geografico, che relaziona i vari periodi con la massima accelerazione che essi subiscono durante un terremoto.

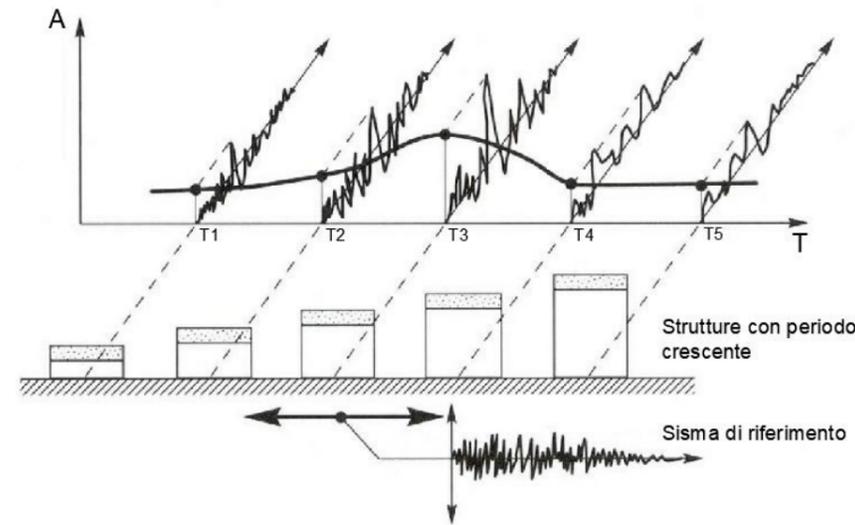


Immagine 21 Creazione di uno spettro di progetto dato un evento sismico di riferimento.

Gli spettri di progetto sono definiti dalle normative e altri parametri che descrivono il comportamento sismico delle strutture verranno trattati più nel dettaglio nel capitolo successivo.

5.3.3 Comportamento sismico delle strutture in muratura

Gli edifici in muratura sono solitamente rigidi e di altezza ridotta, il che li porta ad avere un periodo di oscillazione molto ridotto. I manufatti con periodi piccoli sono quelli che rientrano nella sezione di spettro dove le accelerazioni sono solitamente maggiori, e questo è un ulteriore motivo per cui bisogna fare in modo che la struttura vanti una mutua collaborazione delle parti per resistere ai terremoti.

Un edificio in muratura per sostenere le sollecitazioni derivanti da un evento sismico necessita di un apparato strutturale dove tutte le parti presentano collegamenti al fine di ottimizzare la partizione delle forze. Tale struttura si definisce a comportamento "scatolare" dove tutte le sottostrutture sono vincolate, come pareti ortogonali o pareti con orizzontamenti, in maniera tale per cui le sollecitazioni vengono distribuite al meglio e la risposta a quest'ultime avviene per una reazione globale di tutta la struttura. Le pareti essendo a sviluppo planare non rispondono bene alle forze ortogonali al loro piano principale, ed è per questo che un corretto vincolo mutuo tra pareti ortogonali risulta essenziale per il manufatto e alla sua risposta al sisma. Anche la normativa odierna sta-

bilisce che gli edifici in muratura devono essere sviluppati come modelli tridimensionali.

I seguenti elementi costruttivi sono garanti del corretto comportamento scatolare della struttura:

- *catene*: quando collegano le pareti sollecitate da forze orizzontali, ortogonali al loro piano medio, esse forniscono un vincolo per quest'ultime, in modo da evitare ogni rischio di inflessione fuori dal piano con conseguente ribaltamento, mentre se disposte tra le pareti di controvento, migliorano la distribuzione dei carichi orizzontali tra di esse;

- *cordoli*: la loro principale funzione è quella di irrigidimento del solaio nel suo piano, creano un perimetro rigido collegato alle pareti, le quali beneficiano di un maggiore collegamento e di conseguenza migliore distribuzione dei carichi tra pareti ortogonali;

- *ammorsamenti*: adottando questo sistema costruttivo, la singola parete investita dall'azione sismica, chiama in collaborazione i muri ad essa ortogonali, trasferendo loro un'azione nel proprio piano e attivando quindi il meccanismo resistente nel quale essi esplicano la loro naturale resistenza a taglio.

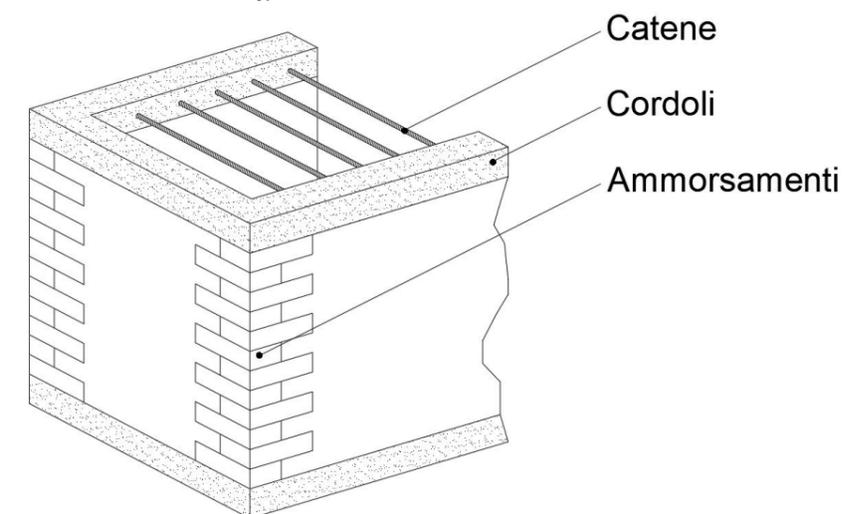
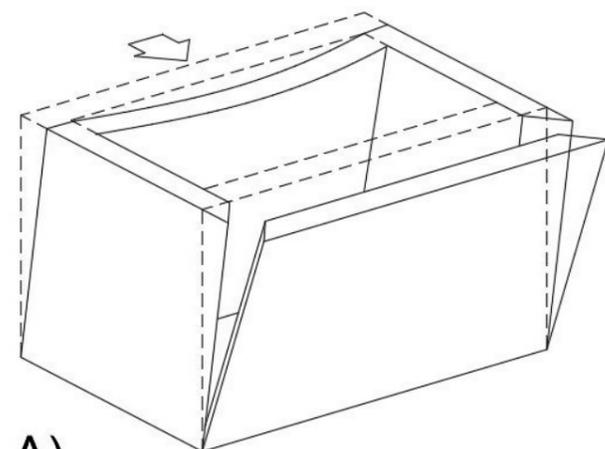
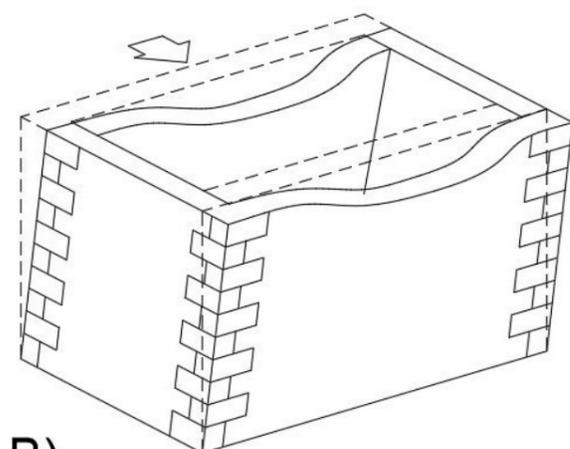


Immagine 22 Elementi costruttivi per migliorare il comportamento delle strutture murarie.

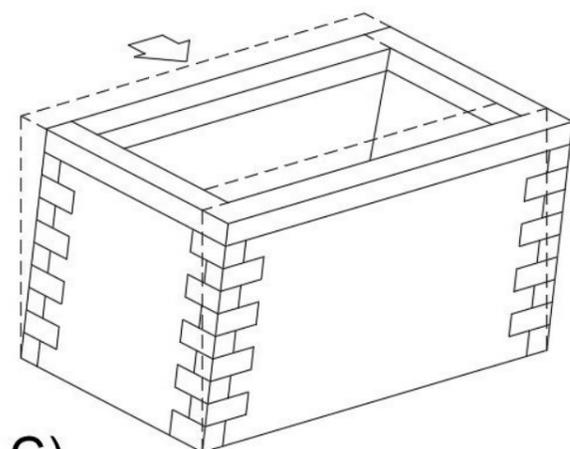
Nell'immagine 23, alla pagina seguente, vengono evidenziate le problematiche che derivano dalla mancanza di questi collegamenti. Nel caso A, la completa assenza di collegamenti porta la struttura la parete investita dal sisma trasmette le sollecitazioni alle due pareti controvento che a loro volta, spingendo la parete più esterna ne causano il ribaltamento. Nel caso B, sono stati aggiunti gli ammorsamenti tra le pareti ortogonali, e si verifica una migliore distribuzione delle forze ma le pareti ortogonali alla direzione della forza sismica rischiano di raggiungere il collasso per l'eccessiva deformazione. Il caso C, in cui sono presenti sia gli ammorsamenti che i cordoli, presenta il comportamento ottimale che chiama a risposta delle forze sismiche tutta la struttura, senza provocare deformazioni locali che compromettono il sistema.



A)



B)

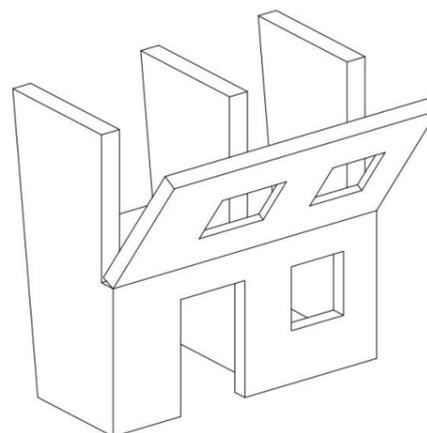


C)

Quando il comportamento scatolare viene a mancare, uno dei rischi in cui ci si imbatte, come nei casi A e B, è la possibilità di portare parti della struttura a collasso, causando il cedimento di porzioni di pareti. Questi fenomeni vengono classificati come “meccanismi di collasso del I modo”, e sono determinati per l'appunto da meccanismi di rottura fuori dal piano principale delle pareti, e sono causati dalla mancanza di collegamenti tra le parti e quindi una perdita di equilibrio. Tali meccanismi si dividono in quattro macrocategorie.

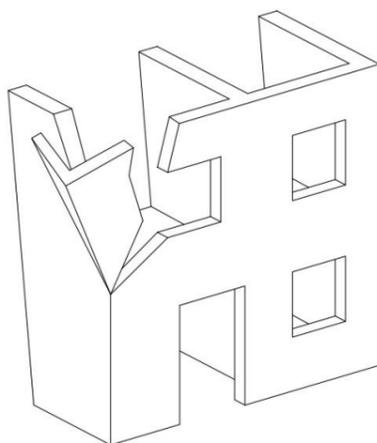
- *Ribaltamento semplice*

Questo fenomeno è il più diffuso tra i meccanismi di collasso, e avviene quando mancano gli ammassamenti e vi è un inadeguato collegamento in sommità del pannello murario, che si ribalta verso l'esterno. Le lesioni che anticipano questo collasso sono verticali, in prossimità delle intersezioni murarie. Il ribaltamento può interessare anche più piani, ciò dipende dalla qualità della connessione tra il solaio del piano e il pannello perimetrale.



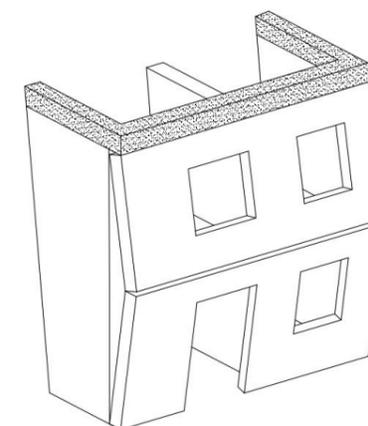
- *Ribaltamento composto*

Avviene quando la porzione di parete che si ribalta trascina nel collasso parti delle pareti ortogonali ad essa. Come nel caso precedente, questo fenomeno è determinato da uno scarso collegamento in sommità, mentre l'ammorsamento risulta molto efficace. Le lesioni che si presentano solitamente sono influenzate dalla qualità della muratura e la presenza di vani.



- *Flessione verticale*

Questa tipologia di collasso si manifesta con la formazione di una cerniera orizzontale che divide la parete coinvolta in due blocchi che ruotano reciprocamente intorno a tale asse. Le cause sono da ricercare nella assenza di ammassamenti tra pareti ortogonali, inesistente collegamento tra solaio e parete perimetrale. Tale fenomeno può avvenire per l'eccessivo carico in testa alle pareti come per esempio una copertura in latero-cemento sostitutiva della versione lignea. A precedere la flessione verticale vi è la generazione di lesioni verticali e spancamenti orizzontali seguiti da fessure.



- *Flessione orizzontale*

Il collasso per flessione orizzontale si verifica quando gli ammassamenti tra le pareti sono migliori dei collegamenti in sommità dei pannelli ed è causato dal martellamento delle travi della copertura. Si vengono a generare cerniere oblique attorno alle quali ruotano le porzioni di parete e verticali (in prossimità delle travi spingenti).

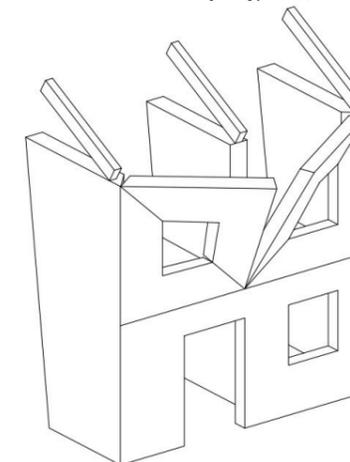


Immagine 23 Esempi di risposta di un sistema murario in assenza e presenza dei collegamenti strutturali.

Una seconda categoria di meccanismi di rottura della parete è quella che si manifesta per superamento della resistenza del materiale muratura nel suo piano, infatti sono rotture che avvengono per taglio o pressoflessione. Questi cinematismi si verificano quando vi è una risposta globale della struttura, e sono denominati “meccanismi di collasso del II modo”. Prima di mostrare nello specifico questi meccanismi, occorre analizzare come avviene la rottura di un pannello privo di aperture, soggetto a forze orizzontali parallele al suo piano principale. Il comportamento dipende da due fattori, il primo è l'entità della forza normale che agisce contemporaneamente a quella orizzontale, mentre il secondo è il rapporto tra l'altezza e la lunghezza della parete. Analizzando una parete il cui rapporto tra altezza e lunghezza è prossimo all'unità (parete tozza) le crisi che la interesseranno saranno principalmente di taglio, presentando fessure diagonali dovute a fenomeni di trazione. Può accadere che per determinate tipologie costruttive i pannelli tozzi possono arrivare ad una crisi per taglio mediante lesioni orizzontali da scorrimento. Se il rapporto tra altezza e lunghezza è maggiore di 1,5 il pannello si definisce snello, e in caso di contemporaneità di forze orizzontali e verticali esibisce una rottura per pressoflessione. I quadri fessurativi di questa tipologia di rottura sono contraddistinti da brevi lesioni orizzontali nelle zone che hanno ceduto per trazione e verticali nelle zone che hanno subito la crisi per compressione.

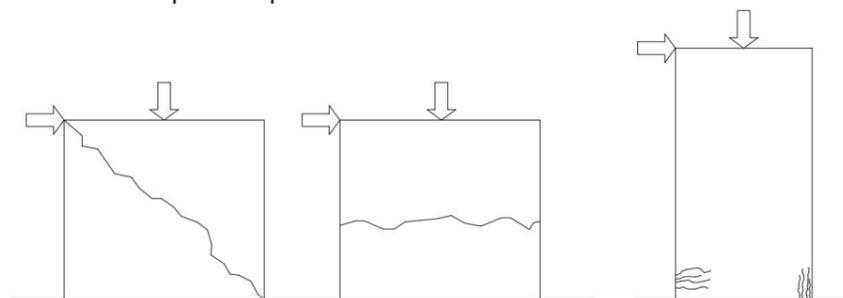


Immagine 24 Quadro fessurativo di pannelli tozzi per crisi di taglio (a sinistra) e di pressoflessione (a destra).

Analizzando invece una parete che presenta aperture si nota che i pannelli verticali presenti tra vani adiacenti presentano comportamenti differenti a causa della direzione del sisma. Tale differenza di comportamento può portare la singola porzione di parete al collasso per meccanismi di rottura distinti; come si nota dalla seguente figura, al variare della direzione del sisma, pannelli posti tra una finestra e una porta si comportano sia da pannelli tozzi, sia da snelli dato che il sisma ha una natura oscillatoria e dunque la direzione delle forze è in continua alternanza.

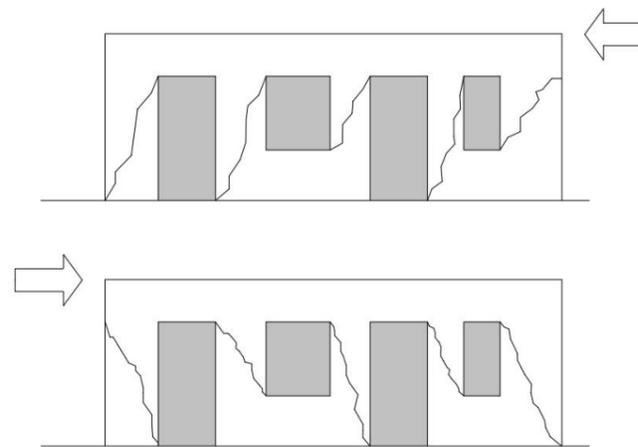


Immagine 25 Lesioni dovute al sisma da direzioni opposte.

I meccanismi di collasso del II modo sono riducibili a tre tipologie di collasso e rimandano alle tre rotture spiegate precedentemente nel caso di pannello semplice senza aperture:

- flessione o ribaltamento: il collasso avviene per superamento della resistenza a pressoflessione del pannello, la rottura avviene per compressione negli spigoli;
- taglio-scorrimento: questo meccanismo si genera per il superamento della resistenza a taglio per scorrimento, con la generazione di fessure orizzontali lungo i giunti principali della malta che non genera sufficiente resistenza d'attrito;
- taglio-trazione: tale cinematismo si verifica quando viene superato il limite di resistenza a taglio del pannello, si generano fessure diagonali tra i vani che partono dal centro del pannello.

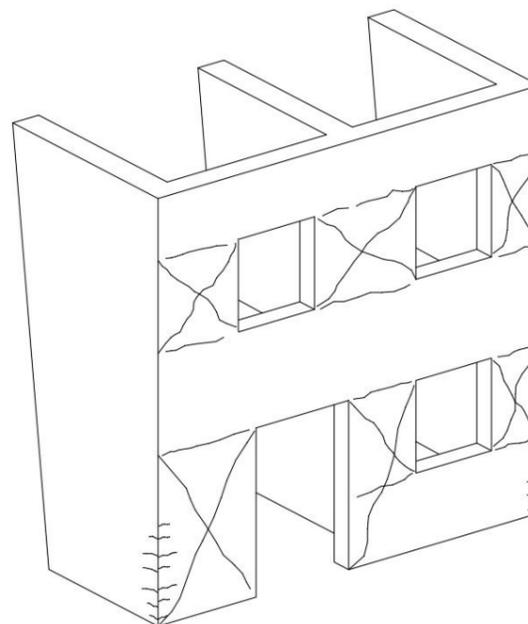


Immagine 26 Quadro fessurativo di un edificio che ha subito meccanismi di collasso del II modo

6.1 La normativa sismica per il patrimonio edilizio

Nel 2018 entrano in vigore nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18), che al capitolo 8 trattano l'argomento degli edifici esistenti e forniscono le guide per la valutazione della sicurezza e la progettazione di interventi. Questi interventi vengono suddivisi in tre categorie:

- *interventi locali o di riparazione*: eseguiti sui singoli elementi Strutturali che non riducono le condizioni di sicurezza preesistenti;
- *interventi di miglioramento*: atti ad aumentare la sicurezza strutturale senza raggiungere livelli fissati dalle norme;
- *interventi di adeguamento*: atti al raggiungimento dei livelli di sicurezza fissati dalle norme.

Nel caso di edifici di valore culturale è sufficiente eseguire interventi di miglioramento accompagnati dalla dimostrazione che effettivamente portano all'aumento della sicurezza del manufatto. Entrando più nello specifico nel 2008 sono state pubblicate le "Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale" che fanno riferimento alle vecchie NTC08, e ad oggi non sono state soggette ad aggiornamenti o modifiche. Lo scopo di questa guida è di specificare un percorso di conoscenza, valutazione, sicurezza e progettazione interventi adatti alle esigenze e peculiarità del patrimonio costruito, con l'obiettivo di garantire la sicurezza e dunque la conservazione dell'opera. Segue direttiva inoltre si occupa esclusivamente edifici realizzati in muratura ed è articolata nei seguenti capitoli:

- 1) Oggetto della direttiva;
- 2) Requisiti di sicurezza e conservazione;
- 3) Azione sismica;
- 4) Conoscenza del manufatto;
- 5) Modelli per la valutazione della sicurezza sismica;
- 6) Criteri per il miglioramento sismico e tecniche di intervento;
- 7) Quadro riassuntivo.

Il secondo capitolo la direttiva produce un livello di valutazione creando una correlazione tra il grado di dettaglio di analisi e lo scopo della stessa.

- LV1 → ottenere una conoscenza sulle condizioni di sicurezza dei manufatti su scala territoriale;
- LV2 → riparazioni o interventi locali mediante analisi dettagliate limitate alla porzione in esame;
- LV3 → interventi diffusi e migliorativi, valutazione globale del manufatto.

Definite le analisi che si vuole effettuare, si procede con l'individuazione dell'indice di vulnerabilità sismica (verrà spiegato successivamente con maggior dettaglio), si progetta l'intervento da realizzare e su questo si riesegue il calcolo dell'indice che verrebbe raggiunto con le nuove modifiche apportate. Se tale indice è maggiore o uguale all'unità significa che l'intervento assolve pienamente alle richieste della normativa. Qualora l'indice sia inferiore ad uno, significherebbe che l'opera necessita di interventi maggiori, e quindi anche più invasivi; tuttavia, è possibile

giustificare l'intervento come migliorativo, anche se non sono raggiunti i livelli di sicurezza imposti. Questo procedimento ideologico è a favore del minore intervento e quindi vuole evitare opere superflue, andando a prediligere la conservazione del patrimonio a discapito della sicurezza sismica. Sempre nel secondo capitolo vengono ripresi gli stati limite delle NTC, specificando che per i beni tutelati vanno presi in considerazione solo due di essi. Per ogni manufatto e richiesta la valutazione nei riguardi dello stato limite di salvaguardia della vita, SLV (rientra nello stato limite d'esercizio), Anche qualora l'edificio non sia in uso, in quanto garantisce oltre la salvaguardia degli occupanti anche la conservazione manufatto stesso. Per quanto riguarda gli stati limite ultimi vengono eseguite analisi globali allo stato limite di danno, SLD, per le costruzioni nelle quali si vuole garantire la funzionalità anche dopo un evento sismico. Agli stati limite sopra citati questa direttiva ne introduce un nuovo, denominato stato limite di danno ai beni artistici, SLA. Le analisi a questo stato limite sono da eseguire Solamente a livello locale, laddove vengono individuati dei beni di elevato valore culturale e si calcola come in analisi allo stato limite di danno prendendo come limite di danno la deformazione entro la quale un intervento di restauro non comprometta il valore culturale del bene danneggiato. Successivamente vengono definiti i parametri che si adottano nelle analisi di sicurezza sismica, successivamente così definiti:

- *vita nominale*, V_N : periodo di riferimento nel quale è previsto che l'opera mantenga specifici livelli prestazionali;
- *classe d'uso*, C_U : coefficiente dipendente dalla funzione che svolge l'opera e le conseguenze che deriverebbero dalla sua interruzione;
- *vita (o periodo) di riferimento*, V_R : periodo di riferimento calcolato come prodotto di V_N e C_U ;

Questi fattori sono definiti dalla normativa al capitolo 2, nelle tabelle qui riportate.

Tab. 2.4.I - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- *probabilità di eccedenza*, P_{VR} : probabilità associata ad uno stato limite di superamento di una data intensità sismica;
Anche questi valori sono forniti dalla normativa al capitolo 3 nella seguente tabella.

Tab. 3.2.I - Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

- *periodo di ritorno*, T_R : tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi sismici successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità, questo parametro è relazionato con la vita di riferimento e lo stato limite preso in analisi attraverso la seguente equazione.

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = -\frac{C_U \cdot V_N}{\ln(1-P_{VR})}$$

$$T_{R,SLV} = -\frac{V_R}{\ln(1-0,1)} > T_{R,SLD} = -\frac{V_R}{\ln(1-0,63)}$$

Nel caso di SLA, il periodo di riferimento VR è moltiplicato per un fattore n che rappresenta il numero di cicli di manutenzione a cui è soggetto il bene in questione, rapportato con i cicli di manutenzione eseguiti sull'intera opera, mentre la probabilità di eccedenza è la stessa dello SLD, ovvero 0,63.

Il periodo di ritorno calcolato dagli stati limite in questo modo rispecchia la domanda sismica che l'edificio in esame è chiamato a sopportare. Tale valore può essere confrontato con l'azione sismica che effettivamente porta la struttura al rispettivo stato limite, in questo modo si riesce a relazionare la domanda con la capacità e si è dunque in grado di valutare il comportamento di risposta del manufatto. L'indice che esprime questo comportamento è denominato *indice di vulnerabilità sismica*, ed è il rapporto tra capacità e domanda, come si evince nella seguente equazione:

$$I_{S,SL} = \frac{T_{SL}}{T_{R,SL}}$$

dove al numeratore vi è il periodo di ritorno dell'azione sismica che porta al generico stato limite (SL = SLV, SLD, SLA), mentre al denominatore è presente il periodo di riferimento calcolato con le equazioni citate precedentemente.

Il quarto capitolo della direttiva indica il percorso conoscitivo da seguire per avere un'attendibile valutazione della sicurezza e un efficace miglioramento in seguito agli interventi. Il percorso è composto dalle seguenti attività:

1) *Identificazione della costruzione*

Analizzare il manufatto, ricercando elementi di maggiore valore e zone sacrificabili per l'esecuzione provini o rinforzi futuri. Inoltre, bisogna studiare l'edificio in esame in rapporto con il contesto in cui sorge e gli edifici ad esso adiacenti.

2) *Rilievo geometrico*

Individuazione delle caratteristiche plano-altimetriche degli elementi costitutivi quali volte e pareti, solai e coperture. Lo scopo è anche quello di ricreare un fedele modello di calcolo, quindi occorre porre attenzione all'apparato strutturale, presenza di aperture, nicchie o altre particolarità. A seguito bisogna analizzare il quadro fessurativo e deformativo in modo da studiarne le cause.

3) *Individuazione dell'evoluzione della fabbrica*

Ricostruzione della store costruttiva per individuare le zone di discontinuità e disomogeneità di materiale o addirittura di tipologia costruttiva. Nella storia del manufatto è opportuno anche ricostruire la storia dal punto di vista di eventi che lo hanno colpito in modo da avere già una prima "risposta" dell'edificio, e ricercare se sono stati eseguiti in passato interventi di consolidamento strutturale e come questi hanno contribuito alla stabilità del sistema.

4) *Individuazione della struttura*

Rilievo materico costruttivo dell'organismo resistente, tenendo conto della qualità e stato di conservazione. In rapporto con la storia del fabbricato bisogna analizzare le tecniche costruttive utilizzate, trattando edifici in muratura è necessario porre l'attenzione agli elementi strutturali citati nel capitolo precedente come catene, cordoli e collegamenti vari, e ai fattori dovuti alla corretta esecuzione dell'apparato strutturale.

5) *Identificazione dei materiali*

Analisi dei materiali adoperati per la realizzazione dell'opera, limitando il più possibile prove distruttive e provini. Successivamente è necessaria l'esecuzione di un'analisi del grado di ammaloramento dei materiali.

6) *Conoscenza del sottosuolo*

Caratterizzazione del suolo e delle sue proprietà fisiche-meccaniche dei terreni di fondazione.

A completare questo quadro di attività conoscitive, vi è una fase di programmazione di un monitoraggio per attuare in tempo misure di salvaguardia del bene. Il monitoraggio dei dissesti o delle deformazioni è un elemento molto utile anche nel periodo che succede ad un evento sismico.

Data la doppia natura di questa tesi gran parte di questo percorso co-

noscitivo è stato svolto nei primi capitoli, come ricerca per conoscere al meglio l'edificio non solo con lo scopo di analizzarlo in ambito sismico ma per trovare un idoneo percorso ideologico da seguire nel restauro e nella rifunzionalizzazione dell'edificio.

Completata l'analisi, sulla base delle conoscenze acquisite il progettista assume un coefficiente F_C , denominato "fattore di confidenza" compreso tra 1 e 1,35. Più questo valore è prossimo all'unità, maggiore saranno le analisi dettagliate che il progettista è riuscito ad eseguire sul manufatto. Nei campi ove non è stato possibile approfondire le verifiche verranno assegnati dei valori F_{Ck} (riportati nella tabella seguente) che aumenteranno il risultato del coefficiente finale, secondo la seguente equazione.

$$F_C = 1 + \sum_{k=1}^4 F_{Ck}$$

Tabella 4.1 – Definizione dei livelli di approfondimento delle indagini sui diversi aspetti della conoscenza e relativi fattori parziali di confidenza.

Rilievo geometrico	rilievo geometrico completo	$F_{C1} = 0.05$
	rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi	$F_{C1} = 0$
Identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica	restituzione ipotetica delle fasi costruttive basata su un limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.12$
	restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su: a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche); b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.06$
	restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche)	$F_{C2} = 0$
Proprietà meccaniche dei materiali	parametri meccanici desunti da dati già disponibili	$F_{C3} = 0.12$
	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0.06$
	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0$
Terreno e fondazioni	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geotecnici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni	$F_{C4} = 0.06$
	disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0.03$
	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0$

differenti, in funzione del modello di calcolo che si vuole utilizzare nelle analisi. Nei modelli che considerano la deformabilità e la resistenza ultima dei materiali e degli elementi strutturali, questo fattore viene applicato per ridurre tali proprietà. Nel caso in cui il modello si basa sull'equilibrio limite degli elementi costruttivi, il fattore di confidenza riduce le capacità della struttura, andando a diminuire le accelerazioni associate ai vari stati limite.

6.2 Analisi sismiche

Il quinto capitolo della direttiva stratta più nello specifico le analisi e i modelli da utilizzare per la valutazione della sicurezza sismica delle opere. Le analisi che vengono citate sono le medesime che si trovano nelle NTC al capitolo 7 (Progettazione per azioni sismiche):

- *Analisi statica lineare*
- *Analisi statica non lineare*
- *Analisi dinamica lineare (modale)*
- *Analisi dinamica non lineare*

Nel caso di edifici in muratura il primo metodo di analisi non è appropriato in quanto è più propenso ad essere utilizzato in costruzioni in cui è noto il fattore di comportamento (capacità di dissipare energia) e che presentano regolarità in pianta ed in elevazione. Per lo stesso motivo anche l'analisi modale, che come la prima è limitata al solo campo elastico, si rivela limitante nella valutazione di edifici storici in muratura.

L'analisi dinamica non lineare si esegue sottoponendo il modello della struttura ad eventi sismici "spetrocompatibili" con il luogo in cui sorge, ovvero simulando terremoti simili a quelli che potrebbero verificarsi nella zona. L'utilizzo di questo sistema di analisi è richiesto qualora non vi sia una grande prevalenza di un modo principale di vibrare (frequenza oscillatoria dell'edificio principale).

L'analisi statica non lineare, denominata anche push-over (spingere oltre), si dimostra dunque l'analisi che meglio di presta alla valutazione della sicurezza sismica di un edificio realizzato in muratura. Essa valuta il comportamento sismico della struttura in esame ed in particolare la capacità di spostamento limite relazionato ad uno stato limite che verrà confrontata con lo spostamento richiesto dal sisma (valutato in termini spettrali).

Tale capacità viene tradotta in una curva (denominata per l'appunto curva di capacità) derivata dal legame forza-spostamento generalizzato, ottenuto attraverso un'analisi incrementale, utilizzando legami non lineari per la struttura.

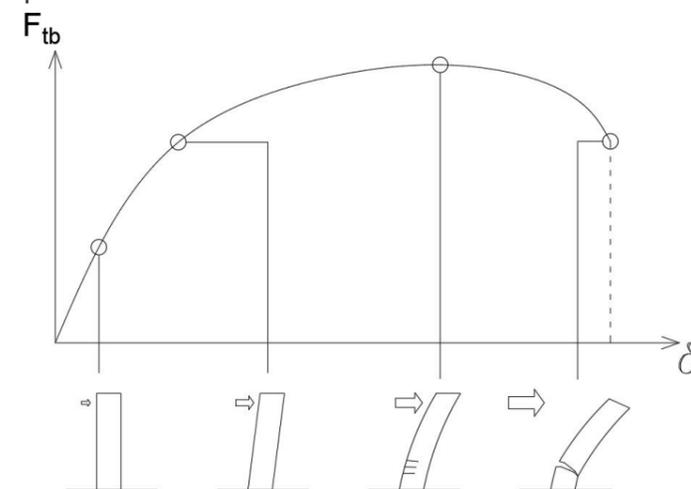


Immagine 1 Curva di capacità ottenuta da analisi push-over.

La curva si ottiene applicando alla struttura, oltre ai carichi gravitazionali, un sistema di forze orizzontali che vengono scalate mantenendo costanti i rapporti tra loro in modo da far crescere monotonamente lo spostamento di un punto di controllo, generalmente collocato in sommità dell'edificio, fino al raggiungimento delle condizioni ultime, ovvero collasso o spostamento limite imposto.

Come è stato spiegato nel capitolo precedente, la muratura presenta un comportamento plastico, è dunque ovvio ricavare per gli edifici murari una curva di capacità che presenta un ramo plastico prima di arrivare a rottura. Questo comportamento è molto importante nella risposta alle azioni sismiche perché permette alla struttura di deformarsi senza giungere ad immediata rottura. La capacità della struttura di deformarsi a carico quasi costante, dissipando energia attraverso l'isteresi è chiamata duttilità. Questa capacità viene calcolata come il rapporto tra lo spostamento massimo raggiunto dalla struttura prima del collasso e lo spostamento al limite elastico. Riprendendo in considerazione la curva precedentemente vista, possiamo individuare tre fasi:

- Fase I, elastica: il comportamento iniziale della struttura è in campo elastico, quindi gli spostamenti sono proporzionali alle forze;
- Fase II, plasticizzazione: il superamento della fase elastica delle varie parti della struttura provoca una riduzione della crescita della forza, in prossimità del picco iniziano a formarsi i primi casi di rotture locali che causano la diminuzione delle forze;
- Fase III, collasso: al superamento dell'80% del valore di picco massimo di resistenza si considera la struttura collassata, e viene raggiunto lo stato limite ultimo del SLV.

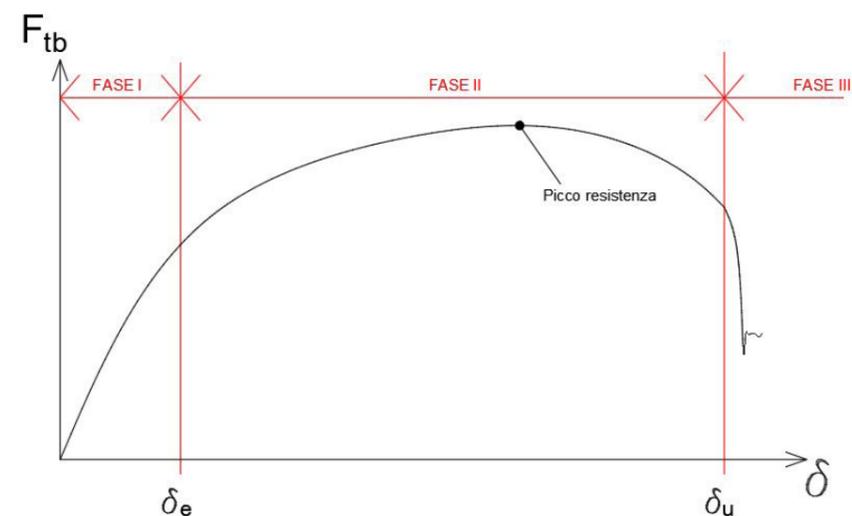


Immagine 2 Divisione della curva di capacità in fasi.

Nell'ultima fase si individua lo spostamento offerto, cioè il massimo spostamento che la struttura è in grado di offrire prima di raggiungere la condizione di collasso, ed esso viene confrontato con gli spostamenti richiesti da normativa, in funzione delle classi d'uso e vita nominale delle opere.

6.3 La sismicità nel pinerolese

Dal 2019, con la nuova riorganizzazione legislativa della pericolosità sismica del territorio nazionale, Pinerolo è un comune che ricade nella zona sismica 3S, dove la PGA (con tempo di ritorno di 475 anni) ha un valore compreso tra 0,125g e 0,15g.

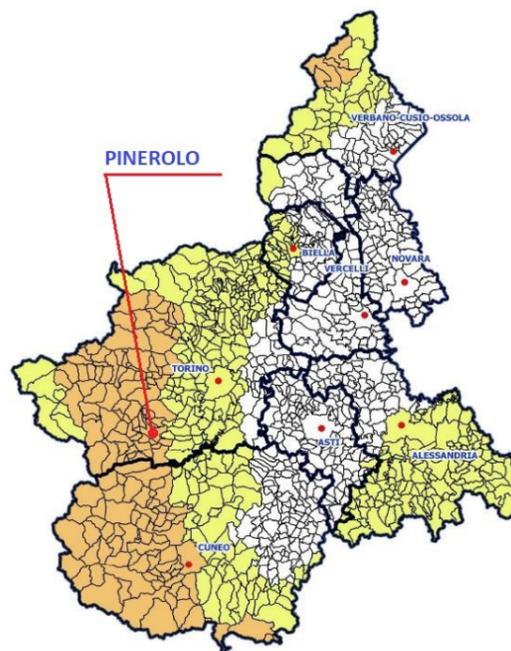


Immagine 3 Divisione in zone sismiche del Piemonte, in bianco è segnata la zona 4, in giallo la zona 3 e in arancione la zona 3S.

L'attività sismica presente in Piemonte è generata dai regimi geodinamici, tuttora attivi, legati all'evoluzione della catena alpina ed è generalmente modesta come intensità con elevata frequenza. Gli eventi sismici si manifestano principalmente lungo due direttrici principali. Il Pinerolese è l'area del settore interno dell'arco alpino occidentale maggiormente interessata dall'attività sismica recente. Tale settore è caratterizzato da eventi relativamente frequenti, superficiali, che sviluppano un'energia medio bassa con valori di magnitudo mediamente incentrati tra 1.8 e 2.8, con profondità ipocentrali mediamente comprese tra i 5 e 15 km e con sequenze di breve durata, intercalate occasionalmente da eventi di maggiore energia seguiti da repliche che possono coprire intervalli di tempo di qualche mese. Poco frequenti sono invece eventi a più elevato rilascio di energia che possono raggiungere intensità macrosismiche valutate intorno al VII-IX grado MCS e valori di magnitudo superiori a 5.

L'evento sismico di maggiore importanza avvenne il 2 aprile del 1808, il quale non causò vittime fortunatamente, ma solo danni al patrimonio edilizio. Il terremoto, di intensità dell' VIII grado della scala Mercalli e una magnitudo momento (M_w) stimata in 5.7 con epicentro presunto tra gli abitati di Torre Pellice, Luserna e Angrogna, colpì violentemente

l'intero Arrondissement de Pignerol causando gravissimi danni in tutti i Comuni della bassa Val Pellice, della bassa Val Chisone e lungo tutta la fascia pedemontana compresa tra Barge e Cumiana. Nelle ricerche archivistiche effettuate riguardo agli avvenimenti riguardanti Palazzo Vittone non sono state trovate testimonianze che descrivessero danni subiti da questo evento sismico o successivi lavorazioni di ricostruzione, si evince quindi che la struttura ha risposto in maniera positiva alle sollecitazioni a cui è stata sottoposta.

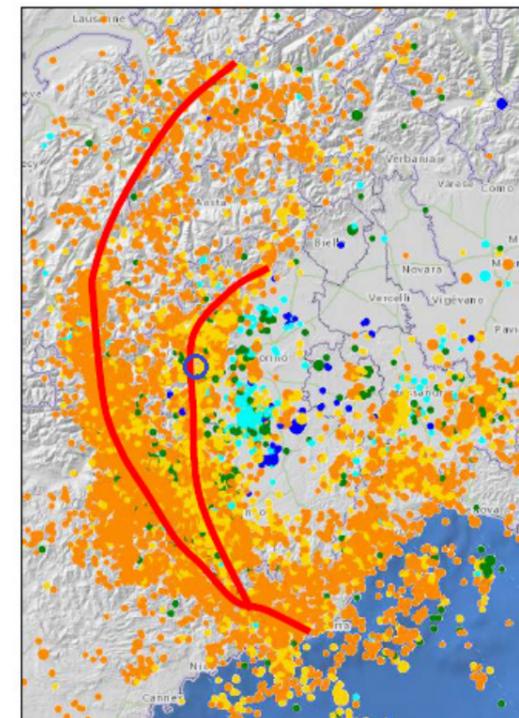


Immagine 4 Posizionamento delle due direttrici ricavate dalla cronologia degli eventi sismici in Piemonte (nel cerchio blu è segnata circa la posizione di Pinerolo).

7.1 Introduzione al software e metodo di calcolo.

Per la creazione del modello di calcolo e le successive analisi è stato scelto di utilizzare il software 3Muri di STA Data.



3Muri è un programma che svolge analisi strutturali finalizzato per edifici in muratura e miste, dato che presenta la possibilità di inserire elementi in altri materiali come calcestruzzo armato, acciaio o legno. Il programma è relazionato alle varie normative vigenti, in particolare nello studio che verrà effettuato si è fatto uso delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Le analisi delle strutture vengono eseguite con il metodo *FME*, ovvero *Frame by Macro Elements*, il quale deriva dalla diretta osservazione dei comportamenti di risposta degli edifici in muratura sottoposti ad eventi sismici tenendo in conto i vari meccanismi di danno che si possono verificare. Lo studio di questo modello di calcolo associato alle opere murarie è stato sviluppato con il contributo del professore di Tecnica delle Costruzioni dell'Università di Genova Sergio Lagomarsino.

Osservando gli edifici che sono stati soggetti da azione sismica si è notato che le tre tipologie di rotture (meccanismi di collasso del II modo) si verificano sempre nelle porzioni di parete delimitate da aperture. Prendiamo in esempio una parete finestrata, regolare per semplicità. Se si prolungano le linee delle aperture è possibile dividere la superficie in macroelementi, ovvero componenti elementari:

- *pannelli di maschio*: porzione di muratura delimitata ai lati da un'apertura con funzione portante;
- *pannelli di fascia*: porzione di muratura delimitata sopra e sotto da un'apertura la cui funzione è quella di trasferire i carichi dei solai;
- *nodi rigidi*: porzioni di muratura compresi tra maschi e fasce, la loro funzione è di trasmettere i carichi degli orizzontamenti dalle fasce ai maschi, quindi svolgono una duplice funzione, di trasferimento carichi e portante.

Le lesioni insorgono principalmente nei maschi murari, che risultano essere gli elementi maggiormente sollecitati durante un evento sismico; al contrario, i nodi vengono denominati rigidi in quanto non subiscono alcun tipo di deformazione e quindi non insorgono lesioni su di essi.

Studi teorici e sperimentali hanno confermato che il comportamento di maschi e fasce, pur coinvolgendo elementi bidimensionali, può essere reso equivalente ad un elemento lineare, ed è così possibile realizzare un telaio equivalente partendo da una parete in muratura come viene mostrato nella figura seguente.

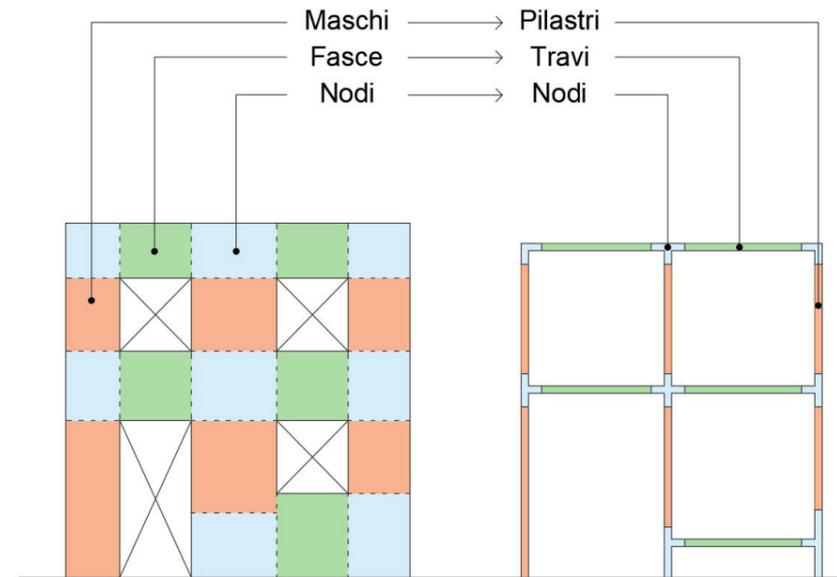


Immagine 1 Schematizzazione della parete in macro-elementi e telaio.

Il telaio equivalente consente di rappresentare bene il comportamento delle strutture in muratura e semplifica notevolmente le analisi da eseguire anche a livello computazionale dato che si riducono i gradi di libertà.

3Muri è in grado di creare automaticamente questa discretizzazione in macroelementi per ogni pannello modellato dall'utente come verrà mostrato prossimamente.

Il modello teorico su cui nasce il metodo FME è un elemento finito a comportamento non lineare "a sandwich", in quanto si tratta di un elemento delimitato superiormente ed inferiormente da due elementi più piccoli.

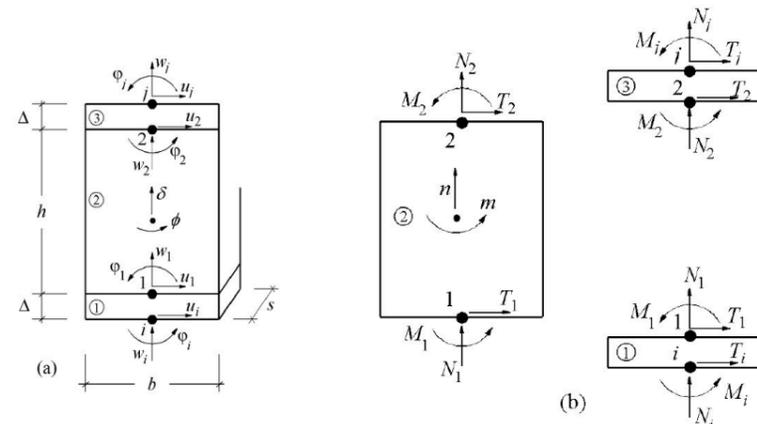


Immagine 2 Elemento basilare del metodo FME.

Il pannello generico di spessore s e di larghezza b viene suddiviso in tre parti. Nei due elementi di estremità (1 e 3, di altezza infinitesima Δ) viene concentrata la deformabilità assiale, tali parti sono inoltre infinitamente rigidi nei riguardi di azioni taglianti. La deformabilità tangenziale interessa invece l'elemento centrale (2, di altezza h) che risulta indeformabile assialmente e flessionalmente. Il modello cinematico competente per il macroelemento considera dunque tre gradi di libertà per i nodi estremi i e j più quelli di interfaccia tra le parti.

A questo tipo di legame viene aggiunto un meccanismo di collasso che rispecchia gli spostamenti limite imposti dalle normative dovuto ai meccanismi di taglio e/o pressoflessione. Al superamento della resistenza limite in uno dei due campi il pannello perde la capacità di sopportare azioni orizzontali, e viene sostituito da una biella ancora capace di trasmettere carichi verticali ma senza fornire contributo resistenze alle azioni sismiche.

Per quanto riguarda i solai, 3Muri adotta un modello anisotropo che tiene conto delle differenti rigidità nelle due direzioni, essi vengono trattati come elementi finiti superficiali con comportamento a membrana, in grado di trasmettere sforzi nel piano.

Il flusso di lavoro che si eseguirà con il software 3Muri è il seguente:

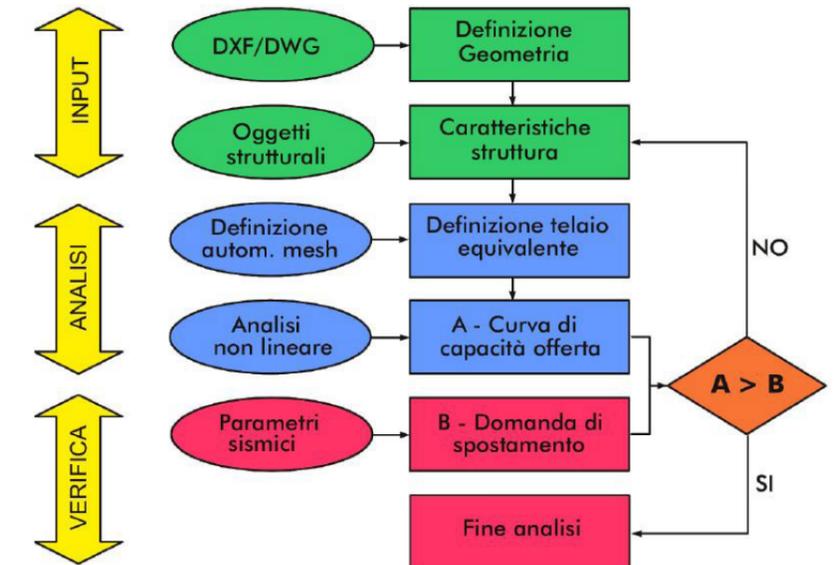


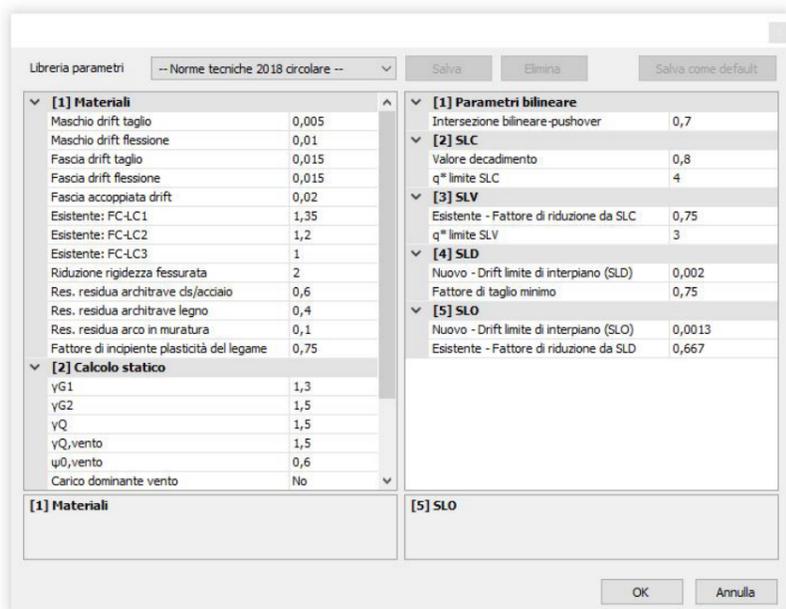
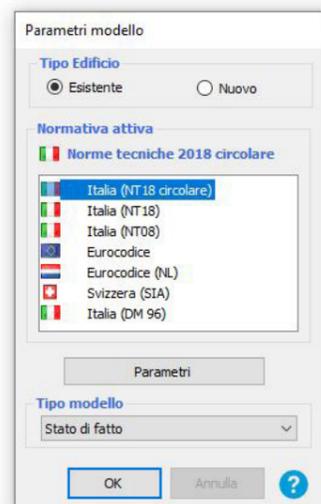
Immagine 3 Flusso di lavoro adottato dal programma.

Tuttavia, nello svolgimento di questa tesi verrà eseguito un passaggio ulteriore di analisi, precedente a quella sismica. Non avendo la possibilità di conoscere con precisione le caratteristiche del materiale di cui è composto l'edificio, si eseguirà una verifica statica per verificare che la struttura non collassi sotto il suo stesso peso, sottoponendola alle sole forze gravitazionali (più carichi variabili), evidenziando in questa maniera un errore di valutazione nelle proprietà del materiale. In questo modo si eviterà di compromettere le analisi sismiche a causa di parti che subiscono rotture per compressione.

7.2 Input del modello

La prima azione da svolgere per eseguire un'analisi di un manufatto è la definizione della sua geometria. Il software 3Muri permette di importare da Autocad file in formato .dxf in modo da avere una base su cui modellare la struttura. Il file d'importazione deve riportare le linee mediane di ogni pannello murario, in quanto la successiva modellazione degli elementi strutturali avviene per segmenti e punti, infatti lo spessore dei vari pannelli viene successivamente assegnato insieme alla definizione della tipologia del pannello stesso.

Tuttavia, all'apertura di un nuovo documento di analisi il programma chiede al progettista a quali normative l'analisi dovrà fare riferimento e se l'edificio che si vuole esaminare è una nuova costruzione oppure esistente.



Immagini 4-5 Finestra selezione normative e relativi parametri.

Dopo aver selezionato la normativa di riferimento (NTC18, con l'aggiornamento della circolare del gennaio 2019) è stato importato il file .dxf, dal quale è stata creata la maglia di pannelli alla quale successivamente, piano per piano, verranno assegnati le varie tipologie di pannello.

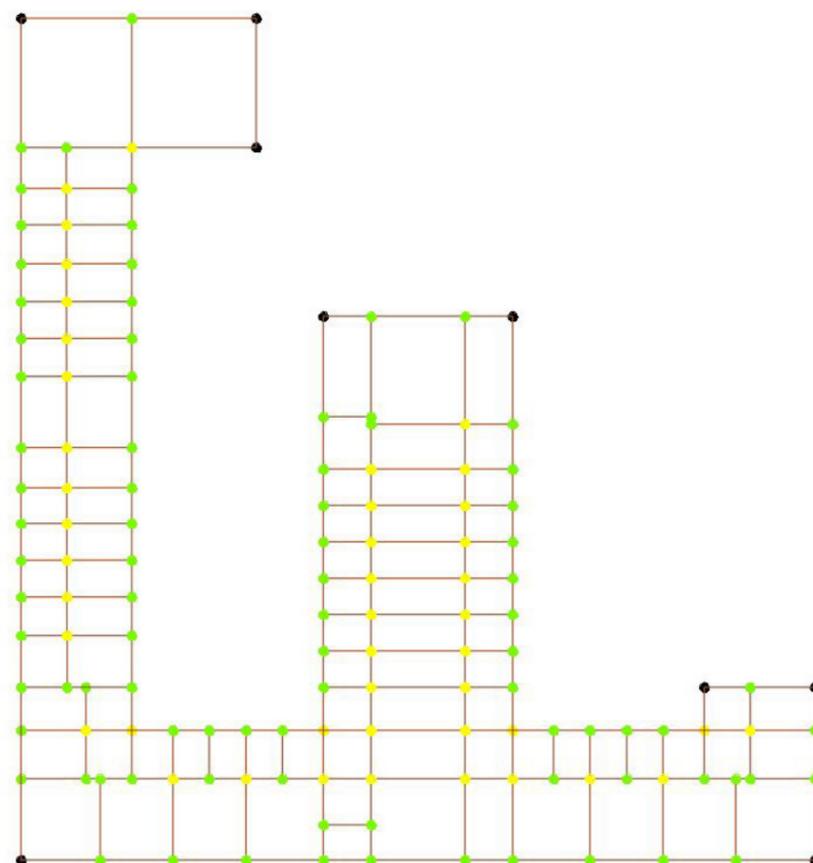
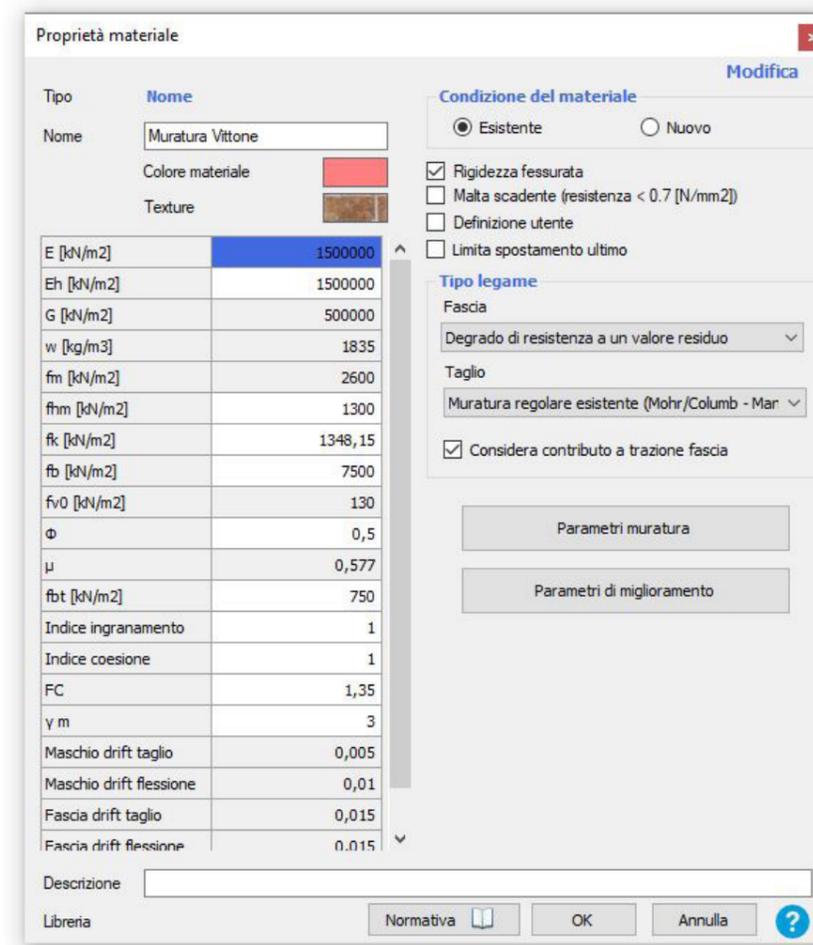
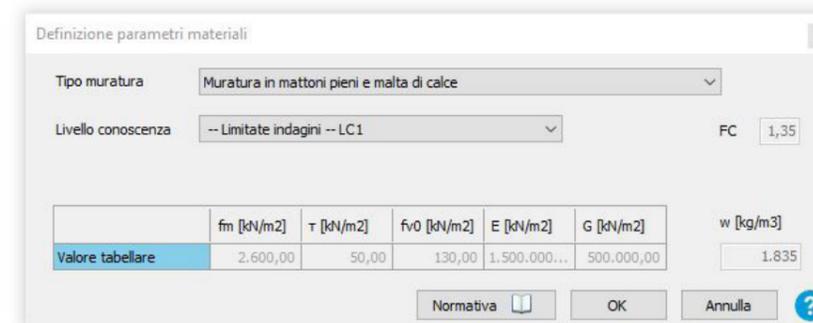


Immagine 6 Maglia della struttura.

In questa fase è necessario predisporre la maglia per tutti i pannelli che dovranno essere creati in quanto la maglia sarà la stessa per tutti i livelli. Si noti che verrà modellato anche l'edificio che ospitava l'università dato che è collegato strutturalmente a Palazzo Vittone, e dunque potrebbe influire nella risposta alle sollecitazioni sismiche.

Prima di iniziare la creazione dell'apparato strutturale è stato necessario definire i materiali di cui questo sarà composto. Definendo le NTC18 con circolare come normative di riferimento e la condizione del materiale come "esistente", il programma permette di scegliere tra le tipologie di muratura che sono state viste nel capitolo de "La muratura" nella tabella C8.5.1, e con riferimento alle Linee Guida del 2008 permette al progettista di definire un livello di conoscenza da attribuire all'edificio in modo da poter automaticamente applicare il fattore di confidenza F_c alle proprietà del materiale selezionato.



Immagini 7-8 Finestra selezione materiale e relativi parametri.

Come si vede dalle immagini riportate, per l'edificio in esame è stato scelto come materiale una muratura composta da mattoni pieni legati con malta di calce, al quale è stato attribuito un livello di conoscenza 1, il più riduttivo, che applica il massimo fattore di confidenza pari a 1,35.

Vengono ora riportati nel dettaglio i legami costitutivi che il programma adotta nei meccanismi di taglio e pressoflessione per le murature portanti.

I colori presenti nei diagrammi successivi fanno riferimento alla legenda che raffigura i vari stadi di danno in cui si trovano gli elementi strutturali.

Muratura	
<input checked="" type="checkbox"/>	Integro
<input checked="" type="checkbox"/>	Incipiente plasticità
<input checked="" type="checkbox"/>	Plastico per taglio
<input checked="" type="checkbox"/>	Incipiente rottura per taglio
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura per taglio
<input checked="" type="checkbox"/>	Plastico presso flessione
<input checked="" type="checkbox"/>	Incipiente rottura presso flessione
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura presso flessione
<input checked="" type="checkbox"/>	Crisi grave
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura per compressione
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura per trazione
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura in fase elastica
<input checked="" type="checkbox"/>	Elemento non efficace

Immagine 9 Legenda dello stato di danno degli elementi in muratura.

Per quanto riguarda i maschi murari, essi possono subire una rottura sia per taglio che per pressoflessione.

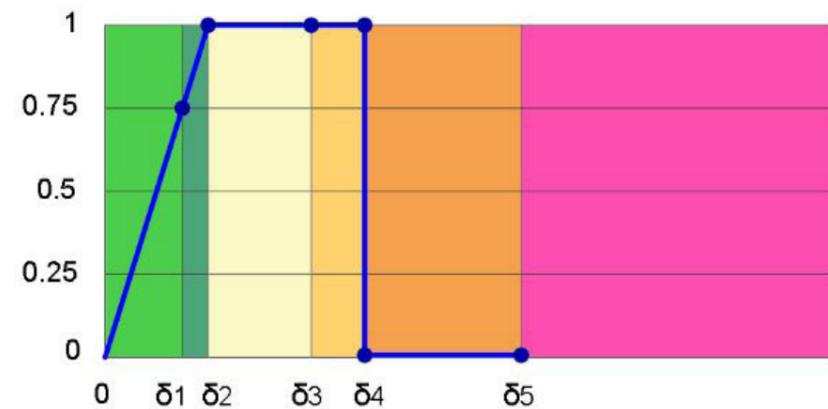


Immagine 10 Diagramma raffigurante il comportamento di un maschio murario soggetto a forze di taglio.

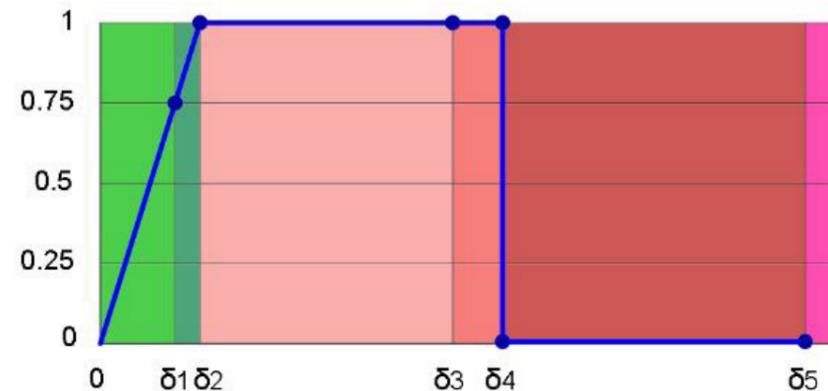


Immagine 11 Diagramma raffigurante il comportamento di un maschio murario soggetto a forze di pressoflessione.

Alcuni livelli di danno servono a descrivere con maggiore cura il progredire della crisi:

- *incipiente plasticità*: quando un elemento è in campo elastico ma è prossimo alla plasticità;
- *incipiente rottura*: quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura;
- *crisi grave*: quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

Questi nuovi livelli di danno permettono una più accurata visione delle zone sulle quali è possibile progettare interventi di recupero e prevenzione ed evitare in questo modo l'instaurarsi di fenomeni di plasticizzazione o rottura.

Per quanto riguarda gli elementi fascia, nella tabella delle proprietà della muratura è possibile scegliere tra tre differenti legami costituiti, in questo caso è stato scelto il legame con "degrado di resistenza ad un valore residuo", schematizzato con il seguente diagramma:

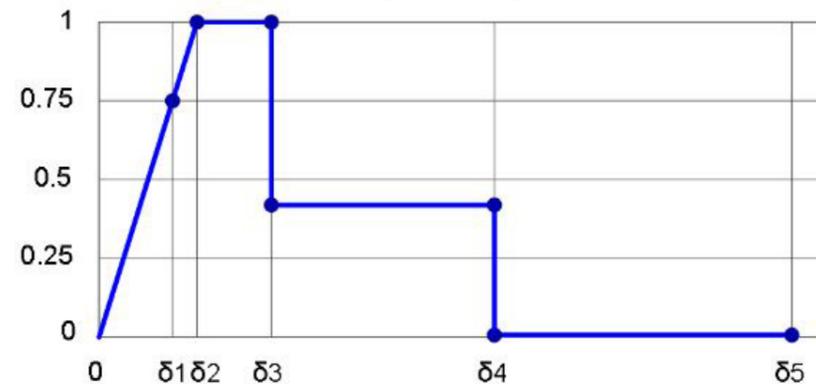


Immagine 12 Diagramma raffigurante il comportamento di una fascia.

Il legame è di tipo multilineare, ed è descritto nella circolare al capitolo 8, assumendo per gli spostamenti i seguenti valori:

- $\delta_1 = 0.75 \cdot \delta_2$ (0.75 è il valore di default del "fattore di incipiente plasticità del legame" definito nella finestra dei parametri, vedi immagine 5);
- δ_2 : deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite;
- $\delta_3 = 0.005$;
- $\delta_4 = 0.015$;
- $\delta_5 = 2 \cdot \delta_4$: questa deformazione rappresenta lo stato di "crisi grave" non direttamente richiesta nella normativa ma utile come "avviso" per il progettista.

Il valore di resistenza residua viene definito in base alla tipologia di architrave scelto in fase di modellazione. Tale valore è una percentuale della resistenza totale e vale 60% nel caso di architravi in calcestruzzo o acciaio, 40% se in legno o 10% se si tratta di arco in muratura. Per lo studio di Palazzo Vittone è stata scelta l'ultima opzione, restando a favore di sicurezza non potendo analizzare la struttura più nel dettaglio.

Definiti i materiali costituenti l'apparato strutturale che si vuole esaminare, si procede con la modellazione dello stesso, iniziando dal livello 0, che in questo caso si tratterà del livello interrato.

Selezionando un segmento della maglia mostrata precedentemente si accede ad una finestra dalla quale è possibile definire la tipologia di pannello da assegnare.

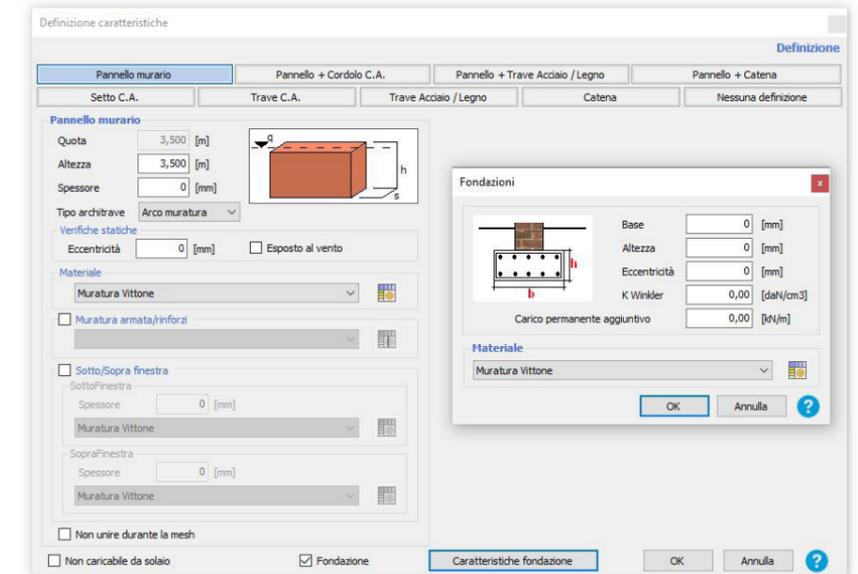


Immagine 13 Finestra definizione elemento strutturale.

Attraverso questa finestra è stato selezionata la tipologia di pannello murario semplice, ovvero privo di cordolatura o incatenamenti, lo spessore e la tipologia di architrave, in arco di muratura come detto precedentemente e vi è stato assegnato il materiale. Per il livello 0 e alcune parti del livello 1 (interrato e piano terra) sono stati definiti pannelli come di fondazione, ciò comporta la presenza di vincoli alla base di questi elementi, rendendoli solidali al terreno. Dopo aver modellato le pareti vengono inserite le varie aperture, quali porte e finestre.

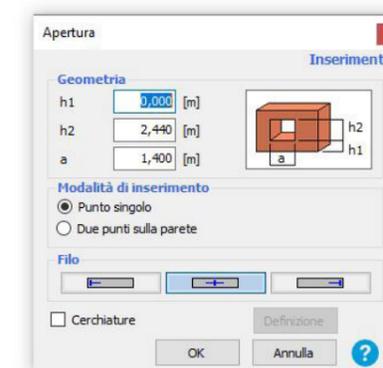


Immagine 14 Finestra definizione aperture.

Non essendo presente l'elemento arco nel programma, sono state create aperture nelle pareti aventi larghezza uguale all'arcata e altezza tale per cui l'area di foratura risulti la stessa.

Definite pareti e aperture sono stati modellati gli orizzontamenti, il programma permette di utilizzare varie tipologie di solaio, infinitamente rigido, flessibile o strutture reali parametriche come solai lignei o latero-cementizi. Un punto di forza di questo software è la possibilità di inserire strutture voltate.

Una volta definiti questi elementi l'interfaccia di modellazione di un piano tipo si presenta in questo modo:

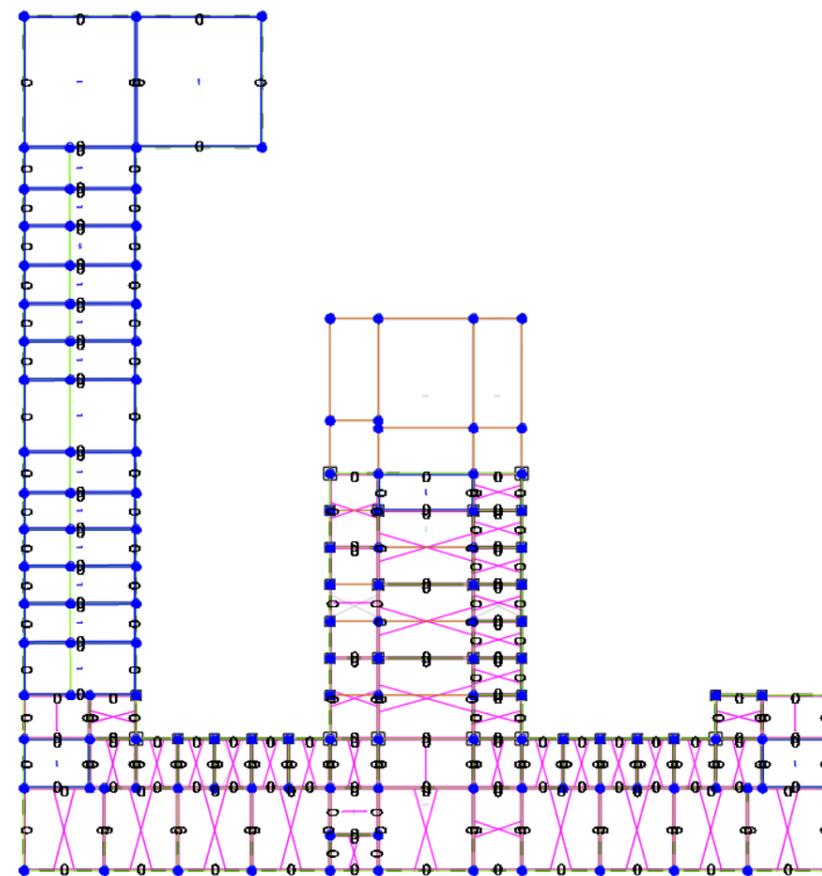
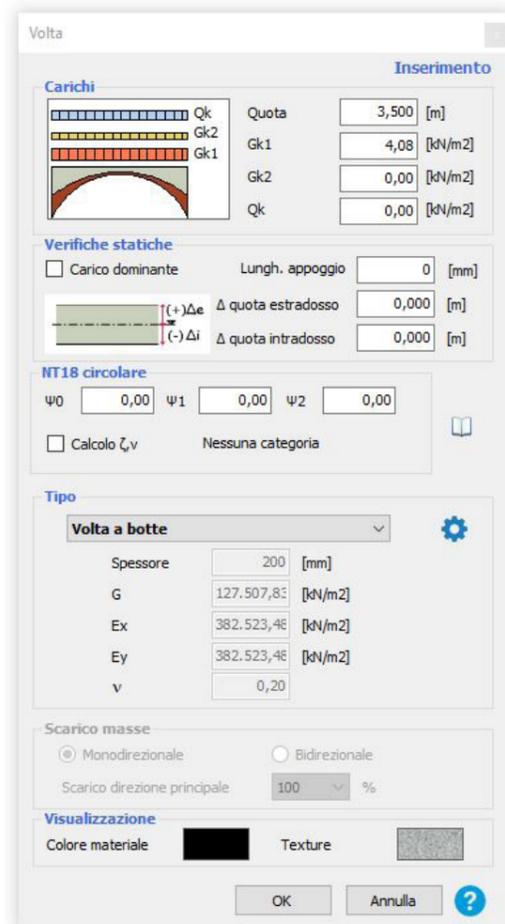
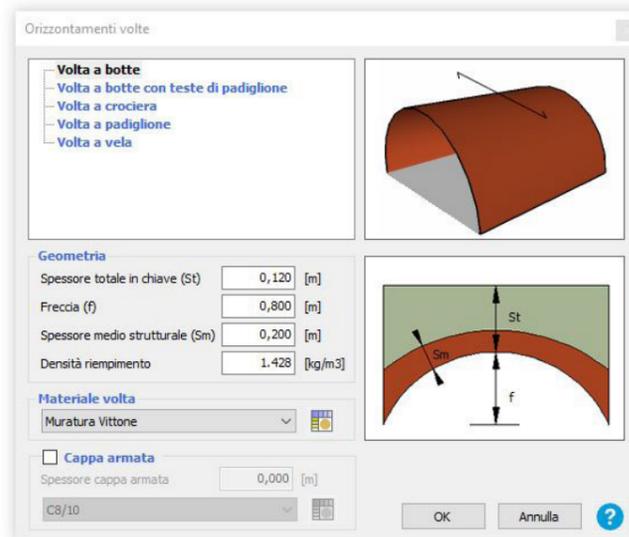


Immagine 17 Pianta piano nobile nell'interfaccia di 3Muri.

Per semplificare il modello al posto delle scale è stato realizzato un impalcato rigido a ogni piano, stessa forzatura è stata adottata per le volte a fascioni dell'ingresso e del refettorio. Avendo informazioni limitate riguardo alla struttura dell'ex complesso universitario si è scelto di usare come materiale sempre blocchi di laterizio con malta di calce e gli orizzontamenti sono definiti come solai rigidi, in modo che le spinte che eventualmente la struttura sarebbe in grado di dissipare vengono invece trasmesse al blocco che stiamo analizzando, ponendoci in una situazione più sfavorevole di quella reale. Anche lo spessore delle pareti è stato mantenuto costante in altezza, aumentando così la rigidità della struttura.

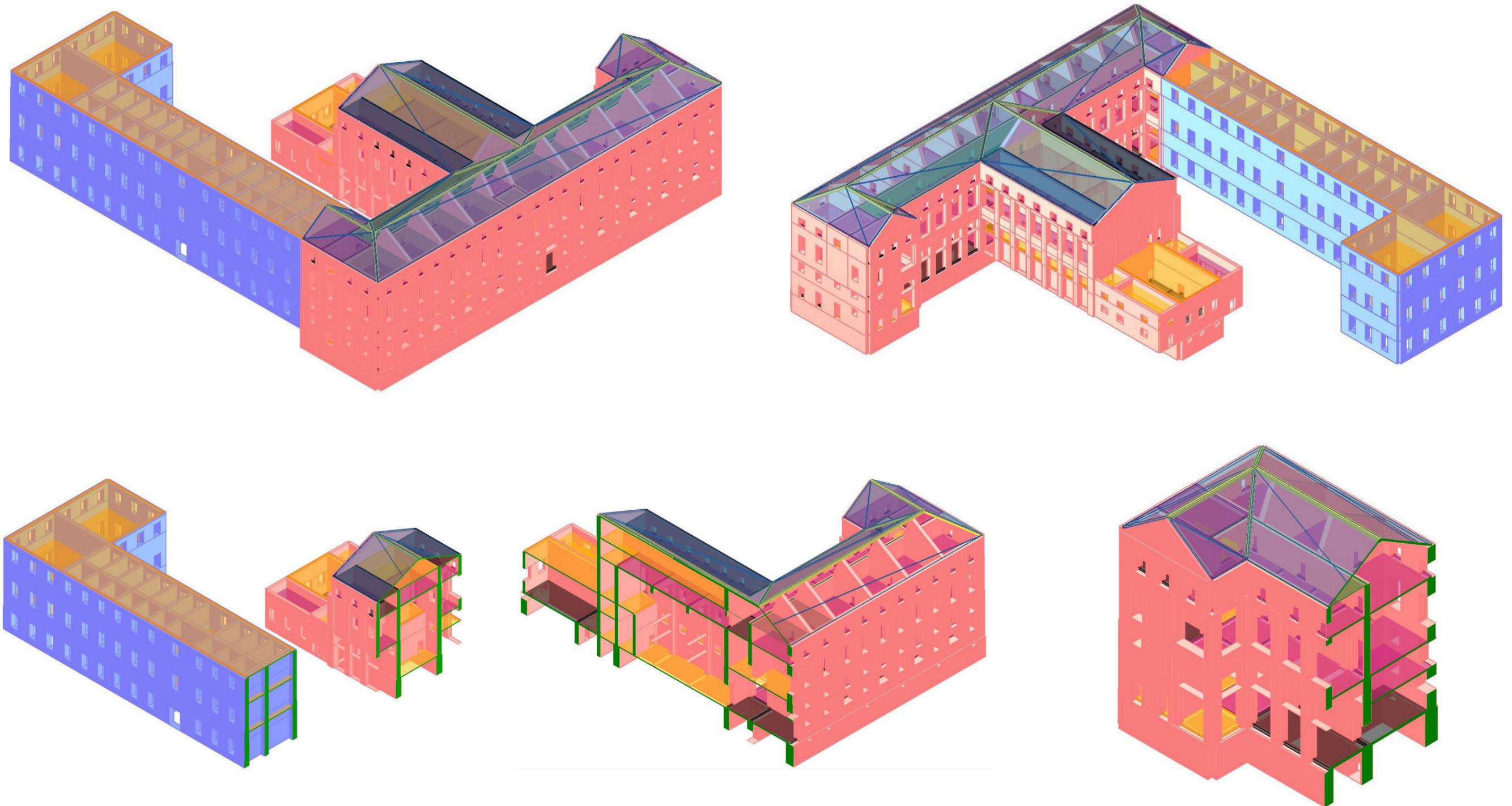
L'ultimo passaggio della modellazione ha riguardato la creazione della copertura a falde del palazzo per la quale è stata usata la tipologia di solaio ligneo.

Immagini 15-16 Finestre definizione orizzontamenti voltati e carichi superficiali gravanti su essi.

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON 3MURI



Ultimata la fase di input è possibile avere una visione tridimensionale della struttura modellata:



In senso orario:

- Immagine 18 Vista frontale .
- Immagine 19 Vista posteriore.
- Immagine 20 Sezione trasversale alla chiesa e alla manica del complesso adiacente.
- Immagine 21 Sezione longitudinale alla chiesa.
- Immagine 22 Sezione trasversale manica principale.

7.3 Definizione telaio equivalente

Ultimata la creazione del modello di calcolo, il software 3Muri è in grado di realizzare automaticamente la discretizzazione dei vari pannelli in maschi, fasce e nodi rigidi, per ricondurli successivamente in fase di analisi ad un telaio equivalente.

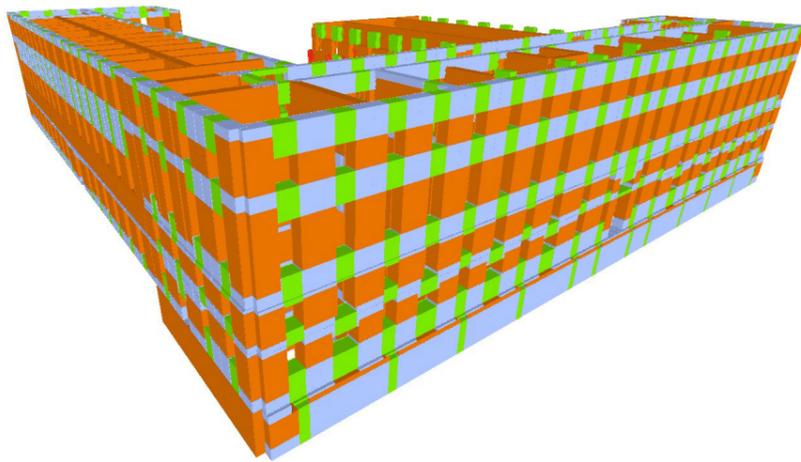


Immagine 23 Discretizzazione del modello in macro-elementi.

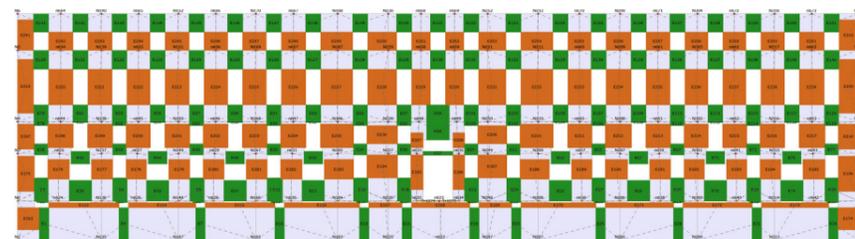


Immagine 24 Discretizzazione della parete di facciata in macro-elementi.

Gli elementi maschio sono segnati con la colorazione arancione, le fasce in verde mentre in grigio chiaro vengono segnati i nodi rigidi. Il software permette inoltre di modificare le mesh generate in automatico per apportare modifiche e/o correzioni dato che trattandosi di pareti forate irregolarmente alcune discretizzazioni possono essere risultate errate o imprecise.

7.4 Analisi push-over

7.4.1 Analisi statica di controllo

Come accennato nel flusso di lavoro, prima di eseguire le valutazioni del comportamento sismico della struttura, è stata eseguita un'analisi statica per verificare che i materiali scelti e la struttura modellata resistano ai carichi gravitazionali a cui l'edificio è normalmente sottoposto. Questo passaggio si è reso necessario in quanto in fase di prova, durante la prima analisi push-over si sono evidenziate delle situazioni di collasso di maschi murari dovuto alla compressione. Normalmente durante un

sistema il meccanismo di rottura per sola compressione non avviene in quanto non è effetto delle forze orizzontali.

Sinteticamente verrà mostrato il risultato dell'analisi statica sulla sola parete di facciata.

Come si evince dalla prima delle due immagini riportate in basso, i maschi murari del piano terra non sono in grado di sopportare gli sforzi normali, subendo una rottura per compressione.

Queste crisi dovute allo sforzo normale si presentavano anche in altri pannelli murari dell'edificio, pertanto si osserva che le proprietà della muratura scelta per la modellazione non rispecchiavano il comportamento reale della struttura. Per aumentare le proprietà della muratura, si è deciso di modificare il livello di conoscenza, influenzando così il fattore di confidenza che abbiamo visto nel capitolo precedente ha lo scopo di ridurre le proprietà dei materiali utilizzati nelle analisi. Aumentando il livello di conoscenza da LC1 a LC2, F_c si è modificato da 1,35 a 1,20. I parametri che vengono modificati sono f_m (resistenza media a compressione), τ e f_{v0} (resistenza media a taglio in assenza di sforzi normali).

Vengono in seguito riportati i nuovi valori delle nuove proprietà assegnate al materiale costituente la struttura.

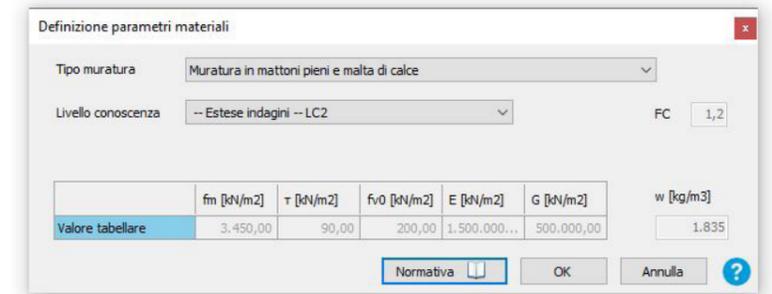


Immagine 25 Parametri della muratura aggiornati.

Nella seconda delle due immagini sottostanti, la successiva analisi statica ha riportato risultati nettamente positivi rispetto alla precedente, confermando che l'aggiornamento di proprietà è risultato efficace.

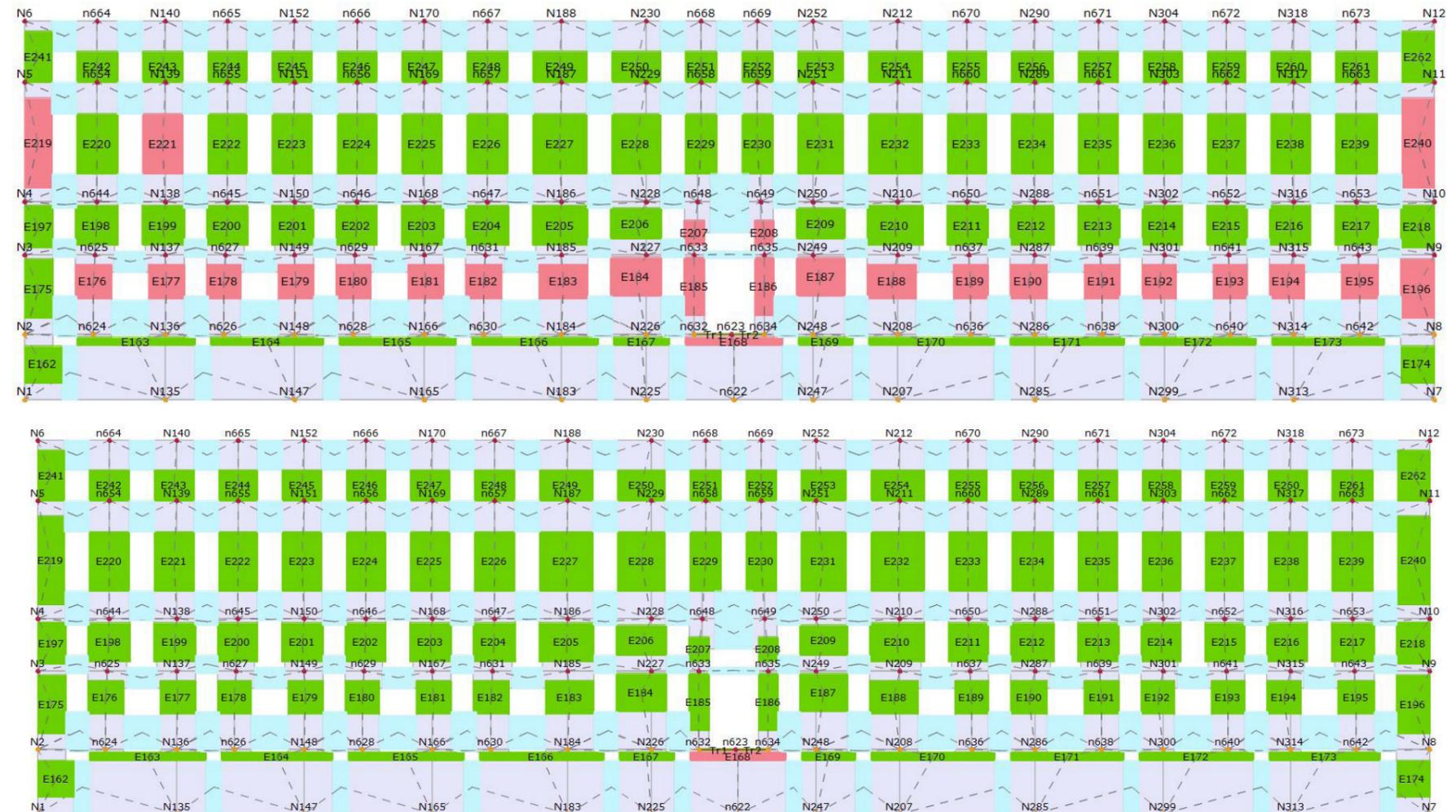


Immagine 26 Confronto del comportamento statico della parete di facciata prima e dopo la modifica delle proprietà del materiale muratura.

7.4.2 Impostazioni parametri del sito

Prima di procedere con le analisi statiche non lineari, è necessario fornire al software le informazioni inerenti la sismicità del sito e altre caratteristiche quali la tipologia del sottosuolo e la topografia su cui si erge la struttura che andiamo ad analizzare. La normativa italiana fornisce per varie geolocalizzazioni sul territorio nazionale i parametri da utilizzare per generare gli spettri di progetto, ed essi sono i seguenti:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno [g/10];
 - F_0^g : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro [-];
 - T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro [s].
- Tali valori vengono forniti per diversi periodi di ritorno del sisma, la normativa offre uno specchio che va dai 30 ai 2475 anni, mentre il software utilizza solamente quattro valori, corrispondenti agli stati limite. Inserendo il nome della città in cui è sita l'opera, il programma è in grado di ricavare i parametri precedentemente spiegati in modo automatico, vengono inoltre richiesti di specificare i valori di vita nominale e classe d'uso. Per l'analisi si è attribuito a Palazzo Vittone una vita nominale di 50 anni trattandosi di opera ordinaria, e una classe d'uso di livello III in quanto scuole, teatri e musei ricadono in questa categoria perché soggetti a grandi affollamenti.

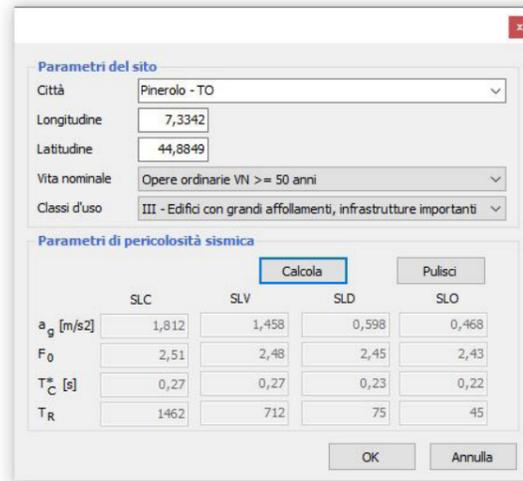


Immagine 27 Finestra definizione parametri del sito.

Dopo aver determinato i parametri di pericolosità sismica, si procede con la definizione delle caratteristiche geologiche del sito. Per queste analisi è stato adottato una classe di sottosuolo pari a C, ricavata dalla "Carta degli elementi sismici condizionanti", allegata al Piano Regolatore della città di Pinerolo. La classe C si riferisce a:

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da valori di VS,30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)."

L'ultimo parametro da definire è quello topografico, che valuta l'amplificazione dell'azione sismica nel caso la costruzione che si sta analizzando

si colloca su un pendio o in pianura. La struttura che verrà analizzata sorge in pianura, per cui è stato scelto un valore di coefficiente topografico, S_T pari a 1 (categoria topografica T1).

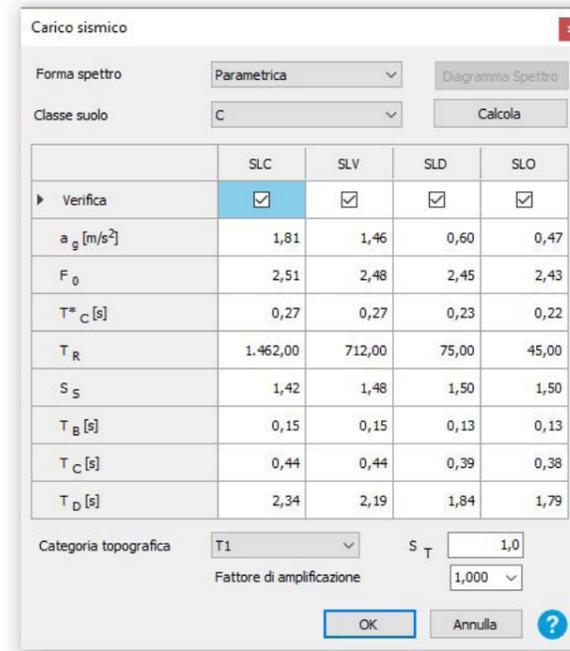


Immagine 28 Finestra definizione carico sismico.

Tramite il software 3Muri non è possibile visionare gli spettri di progetto, pertanto i valori riportati nell'immagine 27 sono stati inseriti nel programma "Spettri" di IngegneriaSoft per poter costruire i diagrammi con gli spettri di progetto per i vari stati limite.

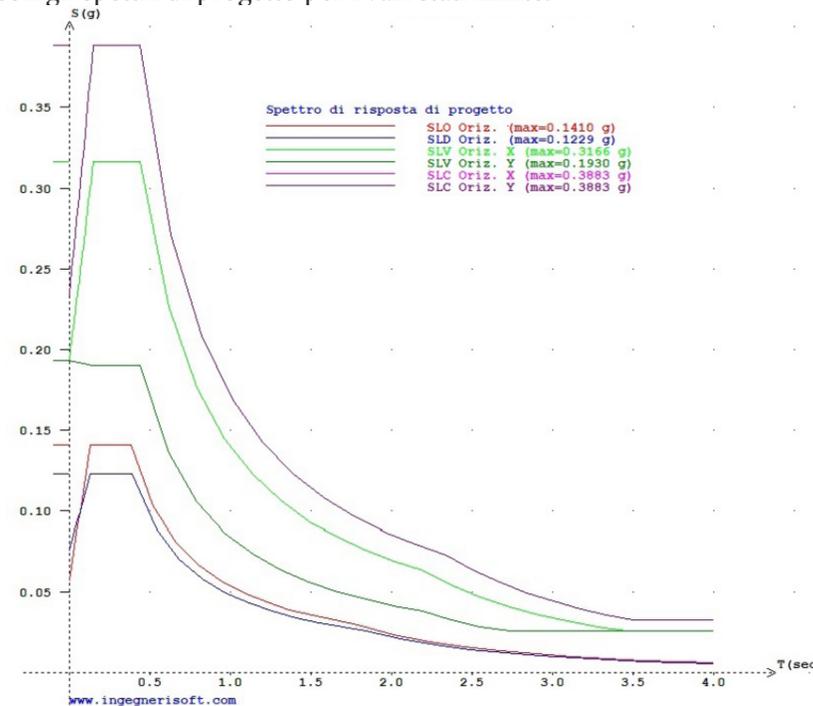


Immagine 29 Spettri di risposta di progetto.

7.4.3 Analisi di vulnerabilità sismica

Definiti tutti i parametri inerenti alla costruzione e al sito si possono eseguire le analisi sismiche dalla seguente finestra di gestione.

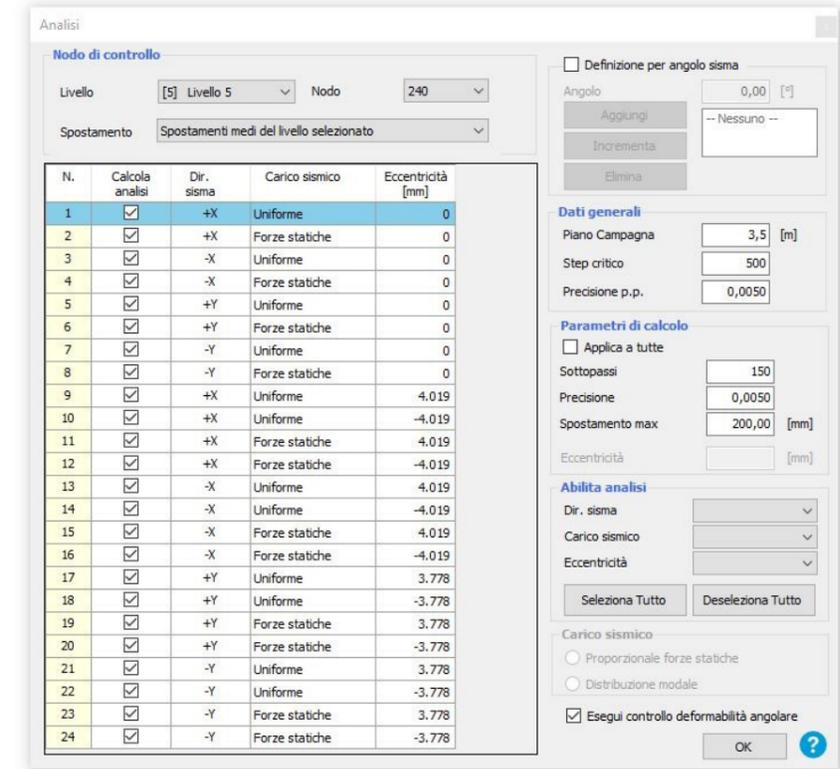


Immagine 30 Finestra definizione analisi statiche non lineari.

Automaticamente il software è in grado di calcolare i centri di massa della struttura e quindi applicare i carichi ad essi e con determinate eccentricità. Come nodo di controllo è stato scelto lo spostamento medio della sommità del livello sottotetto, non è stato scelto un punto di colmo in quando il suo spostamento non potrebbe essere rappresentativo del comportamento della struttura.

Il programma applica le forze con due tipologie di distribuzione:

- **uniforme**: desunta da un andamento uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione;
- **forze statiche**: distribuzione proporzionale alle forze statiche secondo la seguente equazione

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot \frac{W_i}{\sum z_i W_i}$$

Nella versione di software con cui si stanno operando le analisi non è possibile applicare alla struttura una distribuzione delle forze proporzionale ai vari modi di vibrare. Nel caso della struttura in esame è stato impostata la quota del piano campagna a 3,5 m, misura dalla quale verranno applicate le forze crescenti. Una volta definiti questi parametri sono state eseguite tutte le 24 analisi derivate dalle varie combinazioni di direzione, distribuzione delle forze ed eccentricità.

Nell'immagine in alto a destra sono riportati i risultati delle analisi. In giallo vengono evidenziate, una per direzione, le analisi più gravose, con indice minore; per la direzione X l'analisi 1 riporta un'indice di vulnerabilità sismica allo stato limite di collasso pari a 0,513, mentre lungo Y l'analisi 8 ha restituito un valore di indice pari a 0,544. Non sorprende che la quasi totalità di esse non abbia restituito un indice pari o superiore all'unità, tuttavia i risultati ottenuti non sono particolarmente allarmanti, dato che secondo la normativa un indice pari a 0,6 significa già che la struttura ha una buona risposta agli eventi sismici ed inoltre rappresenta il limite minimo da raggiungere in caso di interventi di miglioramento sismico negli edifici ordinari.

Analizzando nello specifico i risultati che il programma restituisce dalle analisi effettuate, si nota che vengono eseguite sei differenti verifiche, quattro riguardano il confronto tra gli spostamenti massimi ottenuti e quelli massimi da normativa per ogni stato limite, e due confrontano il valore dell'indice di struttura del sistema bilineare equivalente. Le ultime colonne dei risultati indicano gli indici di vulnerabilità sismica, riferiti ai vari stati limite, che verranno analizzati successivamente.

Prima di visionare le singole analisi è possibile avere una visione generale del comportamento dell'edificio esaminando il diagramma mostrato nell'immagine 31, dove vengono sovrapposte le 24 curve di capacità ottenute. La diversa colorazione distingue le direzioni del sisma, in blu sono segnate le curve eseguite dalle analisi in direzione X, mentre in marrone quelle lungo Y.

Per ciascuna delle analisi eseguite è possibile visionare la singola curva di capacità, esaminando step per step il corrispondente stato di danneggiamento delle varie pareti, con una visualizzazione grafica che verrà mostrata successivamente.

Il software offre la possibilità di visualizzare con maggior dettaglio le verifiche che sono state eseguite, mostrando il confronto diretto tra lo spostamento massimo del sistema reale D_{max} e lo spostamento massimo del sistema corrispondente ai differenti stati limite D_u . Per quanto riguarda gli stati limite ultimi, ovvero di collasso e di salvaguardia della vita, il programma confronta l'indice di struttura del sistema bilineare equivalente con quelli forniti da normativa.

Sempre attraverso la stessa finestra è possibile ottenere altri parametri ricavati dalla singola analisi e sono seguentemente elencati:

- T^* : periodo elastico del sistema bilineare equivalente ;
- m^* : massa del sistema bilineare ;
- w : peso totale ;
- M : massa totale ;
- m^*/M : percentuale massa coinvolta ;
- Γ : fattore di partecipazione modale ;
- F_y^* : forza ultima del sistema bilineare ;
- d_y^* : spostamento limite elastico del sistema bilineare ;
- d_u^* : spostamento limite ultimo del sistema bilineare .

Verifica analisi

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico	Eccentricità [mm]	Dmax SLC [mm]	Du SLC [mm]	q* SLC	Dmax SLV [mm]	Du SLV [mm]	q* SLV	Dmax SLD [mm]	Du SLD [mm]	Dmax SLO [mm]	Du SLO [mm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniforme	0,00	32,92	16,26	2,54	26,99	12,20	2,10	10,46	9,80	7,87	6,53	0,513	0,477	0,937	0,830
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Forze statiche	0,00	39,28	24,79	2,77	32,48	18,59	2,29	12,00	12,17	9,03	8,12	0,631	0,572	1,015	0,899
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniforme	0,00	32,73	17,66	2,55	26,83	13,24	2,10	10,41	9,84	7,84	6,56	0,558	0,518	0,945	0,837
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Forze statiche	0,00	38,79	26,24	2,76	32,08	19,68	2,28	11,85	12,42	8,92	8,29	0,676	0,613	1,048	0,929
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniforme	0,00	27,26	24,42	2,01	22,15	18,32	1,66	8,51	10,78	6,60	7,19	0,904	0,843	1,268	1,090
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Forze statiche	0,00	32,73	22,20	2,76	26,97	16,65	2,28	10,16	9,85	7,65	6,57	0,683	0,624	0,970	0,859
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniforme	0,00	28,58	25,58	2,16	23,32	19,19	1,78	9,02	10,54	6,98	7,03	0,901	0,835	1,169	1,007
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Forze statiche	0,00	34,64	18,83	2,94	28,64	14,12	2,43	10,59	9,90	7,97	6,60	0,544	0,494	0,935	0,828
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniforme	4.019,42	33,02	17,12	2,45	27,07	12,84	2,03	10,49	11,21	7,90	7,48	0,537	0,499	1,068	0,947
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniforme	-4.019,42	32,81	16,57	2,74	26,91	12,43	2,27	10,41	9,48	7,83	6,32	0,523	0,486	0,911	0,807
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Forze statiche	4.019,42	39,28	25,60	2,51	32,48	19,20	2,08	12,00	12,99	9,03	8,66	0,652	0,591	1,082	0,959
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Forze statiche	-4.019,42	38,89	30,48	2,98	32,16	22,86	2,46	11,88	10,88	8,94	7,26	0,784	0,711	0,916	0,812
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniforme	4.019,42	32,94	16,76	2,44	27,00	12,57	2,02	10,47	11,35	7,89	7,57	0,528	0,490	1,084	0,960
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniforme	-4.019,42	32,61	16,89	2,77	26,74	12,67	2,29	10,31	9,52	7,80	6,35	0,536	0,498	0,923	0,814
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Forze statiche	4.019,42	38,91	25,83	2,68	32,17	19,37	2,22	11,88	12,40	8,95	8,27	0,664	0,602	1,043	0,924
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Forze statiche	-4.019,42	38,60	36,05	2,90	31,92	27,04	2,40	11,79	11,03	8,88	7,36	0,934	0,847	0,936	0,829
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniforme	3.777,66	28,04	17,74	2,45	22,88	13,30	2,03	8,68	8,71	6,73	5,81	0,654	0,611	1,004	0,863
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniforme	-3.777,66	26,55	28,09	1,78	21,50	21,07	1,47	8,33	11,35	6,46	7,57	1,053	0,982	1,362	1,171
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Forze statiche	3.777,66	33,39	20,80	3,38	27,56	15,60	2,79	10,29	8,64	7,75	5,76	0,626	0,571	0,840	0,744
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Forze statiche	-3.777,66	32,10	24,59	2,29	26,41	18,44	1,89	10,04	11,20	7,56	7,47	0,772	0,707	1,115	0,988
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniforme	3.777,66	28,66	24,96	2,53	23,42	18,72	2,10	8,93	10,36	6,93	6,91	0,878	0,812	1,160	0,998
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniforme	-3.777,66	27,00	25,85	1,85	21,90	19,39	1,53	8,48	11,02	6,58	7,35	0,961	0,897	1,299	1,117
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Forze statiche	3.777,66	34,67	19,68	3,50	28,66	14,76	2,90	10,59	8,61	7,98	5,74	0,568	0,515	0,813	0,720
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Forze statiche	-3.777,66	32,61	22,10	2,53	26,86	16,58	2,09	10,14	11,19	7,63	7,47	0,683	0,625	1,104	0,978

Visualizza dettagli

ζ_E

Applica

Inserisci tutto in relazione

Cancela analisi

Legenda colori

- Verificato
- Non verificato
- Mancato decadimento
- Non converge a p.p.
- Analisi più gravosa

Esci ?

Immagine 31 Finestra generale dei risultati delle analisi statiche non lineari.

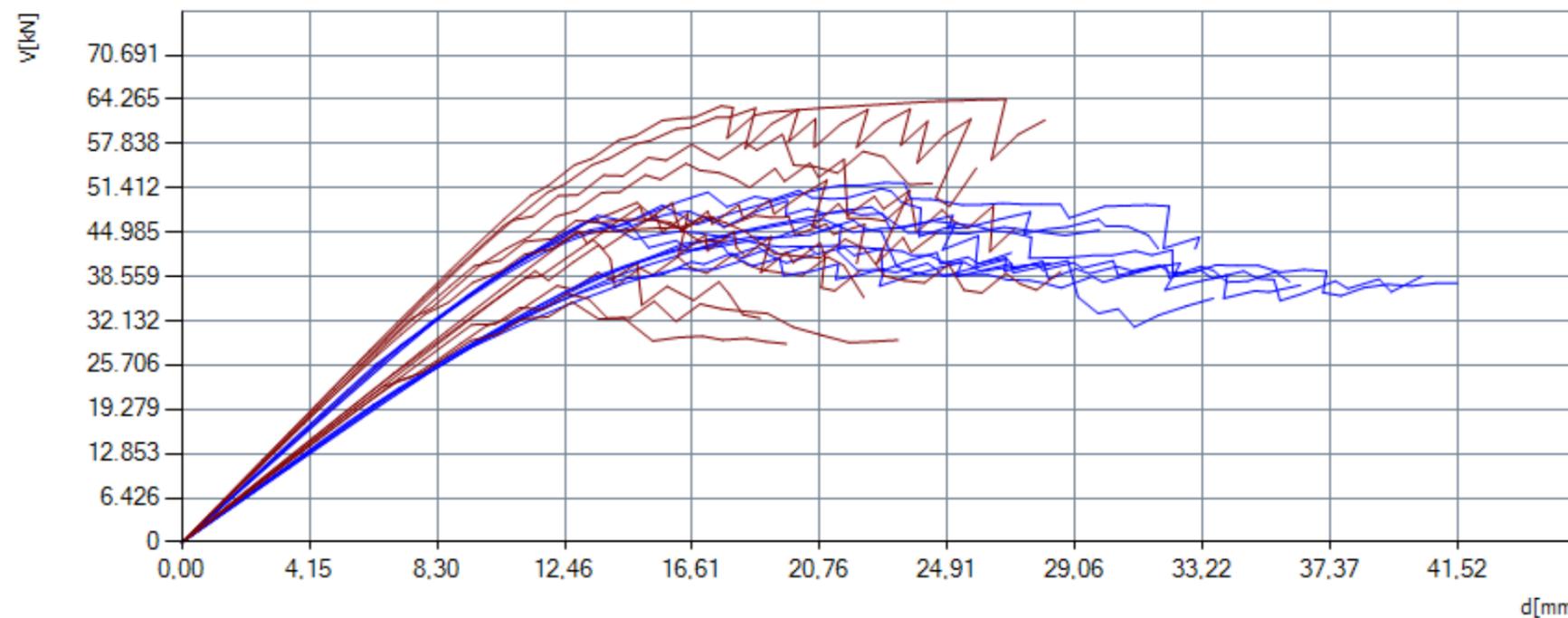


Immagine 32 Diagramma raffigurante le 24 curve di capacità sovrapposte, ricavate dalle analisi statiche non lineari.

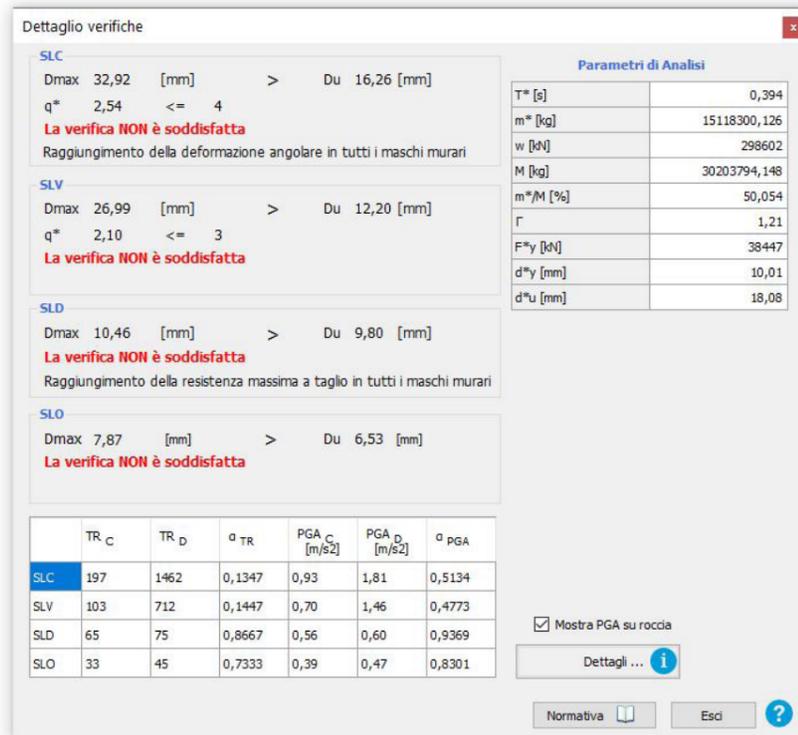


Immagine 33 Finestra dettaglio verifiche (riferite all'analisi 1).

Il sistema bilineare equivalente a cui fanno riferimento i risultati precedentemente citati è un sistema che viene creato con il metodo di analisi N2, definito dalla normativa. Tale approccio consiste nel ricondurre la struttura reale ad un sistema oscillatorio semplice, con un solo grado di libertà. Tale schematizzazione parte dalla una curva bilineare, composta da un ramo elastico e uno perfettamente plastico, che approssima al meglio la curva di capacità della struttura reale. La curva così ottenuta viene successivamente ridotta del fattore di partecipazione modale con le seguenti equazioni:

$$F_y^* = \frac{F_b}{\Gamma} \quad d^* = \frac{d_c}{\Gamma}$$

dove F_b e d_c sono rispettivamente la forza alla quale inizia la plasticizzazione della struttura e gli spostamenti riferiti al sistema reale.

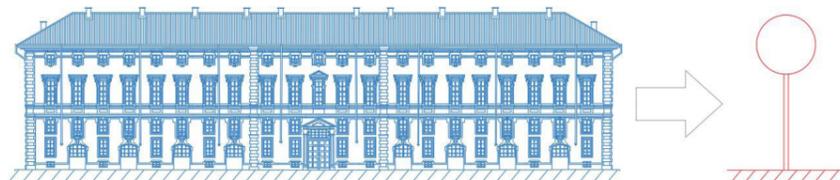


Immagine 34 Semplificazione dalla struttura reale ad un sistema SDOF.

Nel diagramma sottostante vengono sovrapposte le tre curve dove si evince la semplificazione da un modello reale, complesso e MDOF (segnato in blu) ad un modello semplificato SDOF (segnato in rosso).

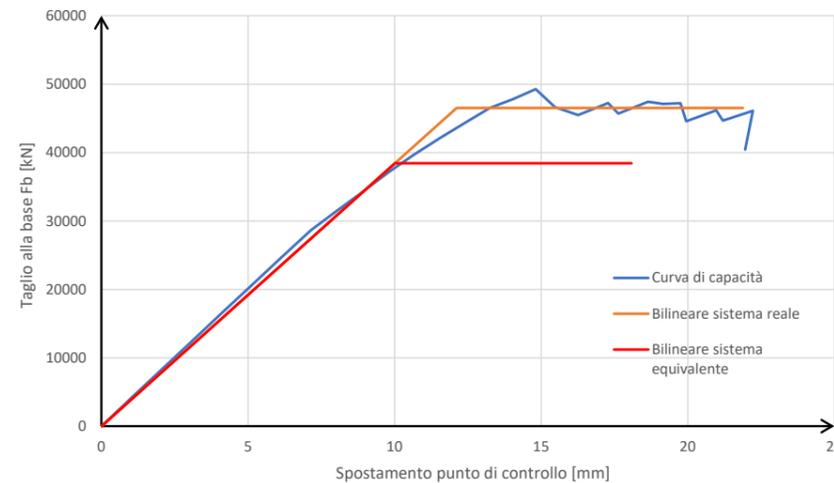


Immagine 35 Diagramma raffigurante la trasformazione della curva di capacità attraverso il metodo N2 (riferite all'analisi 1).

Vengono riportati in tabella i valori relativi a tutte le analisi eseguite, in blu quelle lungo l'asse x, mentre in marrone le analisi lungo y.

In aggiunta, attraverso la formula inversa delle equazioni viste precedentemente vengono forniti i valori di forza e spostamento delle curve bilineari reali.

L'ultimo dato che viene fornito dalla finestra di dettaglio verifiche sono i valori che conducono al calcolo dell'indice di vulnerabilità sismica. Il software 3Muri fornisce due tipi di indice:

- $\alpha_{PGA} = \frac{PGA_C}{PGA_D} = \frac{\text{Accelerazione di capacità limite per ciascuno degli stati limite}}{\text{Accelerazione spettrale per ciascuno degli stati limite}}$
- $\alpha_{TR} = \frac{TR_C}{TR_D} = \frac{\text{Periodo di ritorno dell'azione sismica di capacità limite per ciascuno degli stati limite}}{\text{Periodo di ritorno spettrale per ciascuno degli stati limite}}$

In entrambi i casi il numeratore è un valore di capacità, quindi deriva dal comportamento della struttura che risponde all'azione sismica, mentre al denominatore vi è un valore che fa riferimento a valori normativi e determinati dallo spettro di progetto, quindi dipendete dalla locazione geologica e geografica dell'edificio esaminato.

Nell'immagine 30 sono riportati solamente i valori di indice riferiti al rapporto tra le PGA.

Analisi	Sistema bilineare reale					Sistema bilineare SDOF equivalente						
	w [kN]	M [kg]	Fb [kN]	dy [mm]	du [mm]	Γ	T* [s]	m* [kg]	m*/M [%]	F*y [kN]	d*y [mm]	d*u [mm]
1	298.602,00	30.203.794,15	46.520,87	12,11	21,88	1,21	0,39	15.118.300,13	50,05	38.447,00	10,01	18,08
2	298.602,00	30.203.794,15	41.241,64	14,13	36,28	1,21	0,45	15.118.300,13	50,05	34.084,00	11,68	29,98
3	298.602,00	30.203.794,15	46.467,63	11,99	31,67	1,21	0,39	15.118.300,13	50,05	38.403,00	9,91	26,17
4	298.602,00	30.203.794,15	41.921,66	14,01	40,23	1,21	0,45	15.118.300,13	50,05	34.646,00	11,58	33,25
5	298.602,00	30.203.794,15	54.574,26	12,42	24,38	1,11	0,37	15.284.524,99	50,61	49.166,00	11,19	21,96
6	298.602,00	30.203.794,15	39.734,67	11,50	22,14	1,11	0,42	15.284.524,99	50,61	35.797,00	10,36	19,95
7	298.602,00	30.203.794,15	50.841,33	12,27	27,07	1,11	0,38	15.284.524,99	50,61	45.803,00	11,05	24,39
8	298.602,00	30.203.794,15	37.268,25	11,72	18,79	1,11	0,44	15.284.524,99	50,61	33.575,00	10,56	16,93
9	298.602,00	30.203.794,15	48.242,70	12,63	26,91	1,21	0,40	15.118.300,13	50,05	39.870,00	10,44	22,24
10	298.602,00	30.203.794,15	43.152,23	11,12	20,50	1,21	0,39	15.118.300,13	50,05	35.663,00	9,19	16,94
11	298.602,00	30.203.794,15	45.473,01	15,58	29,77	1,21	0,45	15.118.300,13	50,05	37.581,00	12,88	24,60
12	298.602,00	30.203.794,15	38.765,98	13,02	33,46	1,21	0,45	15.118.300,13	50,05	32.038,00	10,76	27,65
13	298.602,00	30.203.794,15	48.491,96	12,67	32,86	1,21	0,40	15.118.300,13	50,05	40.076,00	10,47	27,16
14	298.602,00	30.203.794,15	42.756,56	10,93	28,16	1,21	0,39	15.118.300,13	50,05	35.336,00	9,03	23,27
15	298.602,00	30.203.794,15	43.014,29	14,46	41,37	1,21	0,45	15.118.300,13	50,05	35.549,00	11,95	34,19
16	298.602,00	30.203.794,15	40.089,72	13,26	35,92	1,21	0,44	15.118.300,13	50,05	33.132,00	10,96	29,69
17	298.602,00	30.203.794,15	44.787,39	10,40	17,70	1,11	0,37	15.284.524,99	50,61	40.349,00	9,37	15,95
18	298.602,00	30.203.794,15	61.630,53	13,73	28,03	1,11	0,37	15.284.524,99	50,61	55.523,00	12,37	25,25
19	298.602,00	30.203.794,15	32.494,14	9,66	23,25	1,11	0,42	15.284.524,99	50,61	29.274,00	8,70	20,95
20	298.602,00	30.203.794,15	47.967,54	13,58	24,54	1,11	0,41	15.284.524,99	50,61	43.214,00	12,23	22,11
21	298.602,00	30.203.794,15	43.280,01	10,35	28,55	1,11	0,38	15.284.524,99	50,61	38.991,00	9,32	25,72
22	298.602,00	30.203.794,15	59.411,64	13,48	25,80	1,11	0,37	15.284.524,99	50,61	53.524,00	12,14	23,24
23	298.602,00	30.203.794,15	31.323,09	9,87	19,64	1,11	0,44	15.284.524,99	50,61	28.219,00	8,89	17,69
24	298.602,00	30.203.794,15	43.424,31	12,53	22,06	1,11	0,42	15.284.524,99	50,61	39.121,00	11,29	19,87

Immagine 36 Tabella riassuntiva risultati analisi statiche non lineari, sistemi bilineari equivalenti.

7.4.3.1 Analisi 1

Di seguito verranno analizzate per semplicità le due analisi più gravose, prendendo visione del quadro deformativo della pianta e delle pareti più caratteristiche.

Analizzando per prima l'analisi 1, la più gravosa nella direzione X è possibile, come spiegato prima, visualizzare lo stato di danneggiamento e deformazione delle varie pareti, ai vari step di incremento delle forze.

Questa analisi si è ricavata da una disposizione "uniforme" del carico sismico, applicato al centro di massa, con eccentricità nulla.

Inoltre, è possibile visualizzare per un determinato livello la deformazione del piano a cui appartiene il nodo di controllo selezionato.

Analizzando gli spostamenti della pianta dell'ultimo piano si evince che la struttura risulta molto condizionata dalla mancata conclusione dei lavori di realizzazione dell'edificio. La manica centrale, che presenta un'interruzione dopo la scalinata secondaria, compie uno spostamento di circa 6 cm, il doppio di quello che subisce in media la manica principale. Essendo la scala secondaria il punto della manica centrale più pesante e rigida, essa provoca lo spostamento della struttura adiacente, dove vi è la chiesa, che essendo uno spazio a doppia altezza risulta molto più flessibile. A conferma di ciò si può notare che le pareti in direzione X di questa manica presentano allo step finale fenomeni di rottura per pressoflessione ai piani bassi, formati principalmente da colonnati.

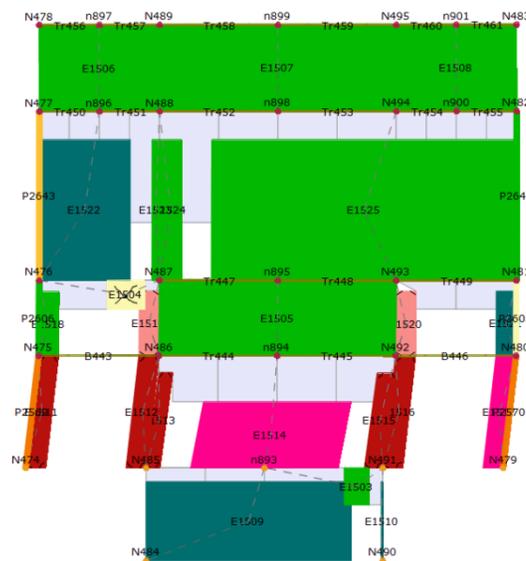


Immagine 37 Quadro del danneggiamento della parete numero 45, posta tra la scala secondaria dietro la chiesa e l'esterno,

Osservando la pianta si nota che la presenza della scala a 45°, posta di fianco all'ingresso non crea un nodo rigido, che avrebbe portato ad una differenza di deformazione tra il vano scala e il resto del piano.

Analizzando ora il comportamento della facciata, nell'immagine 38 (nella pagine seguente) si nota come, al contrario di ciò che accade nella parete 45, la risposta avviene in modo più distribuito. Anziché

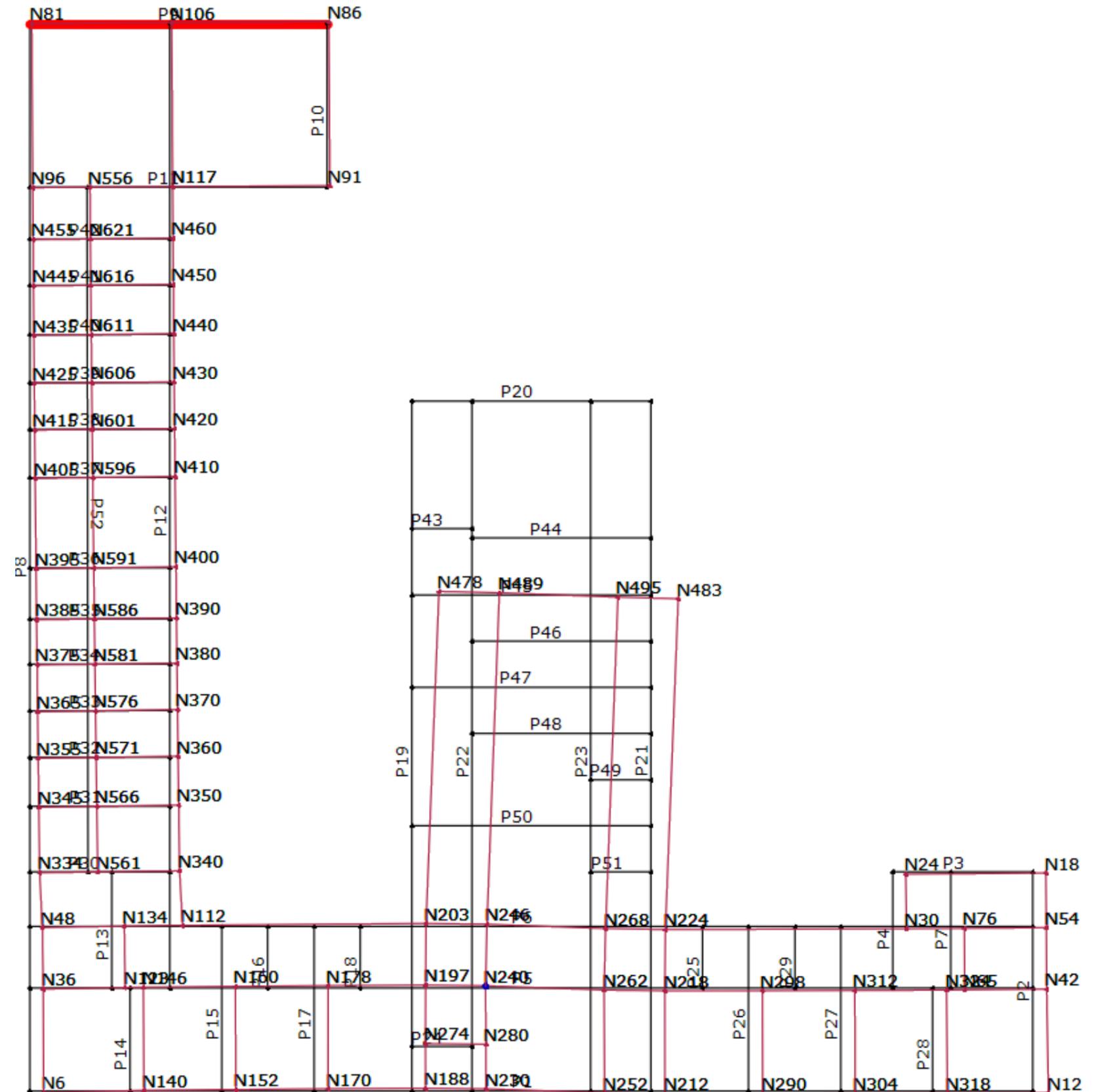


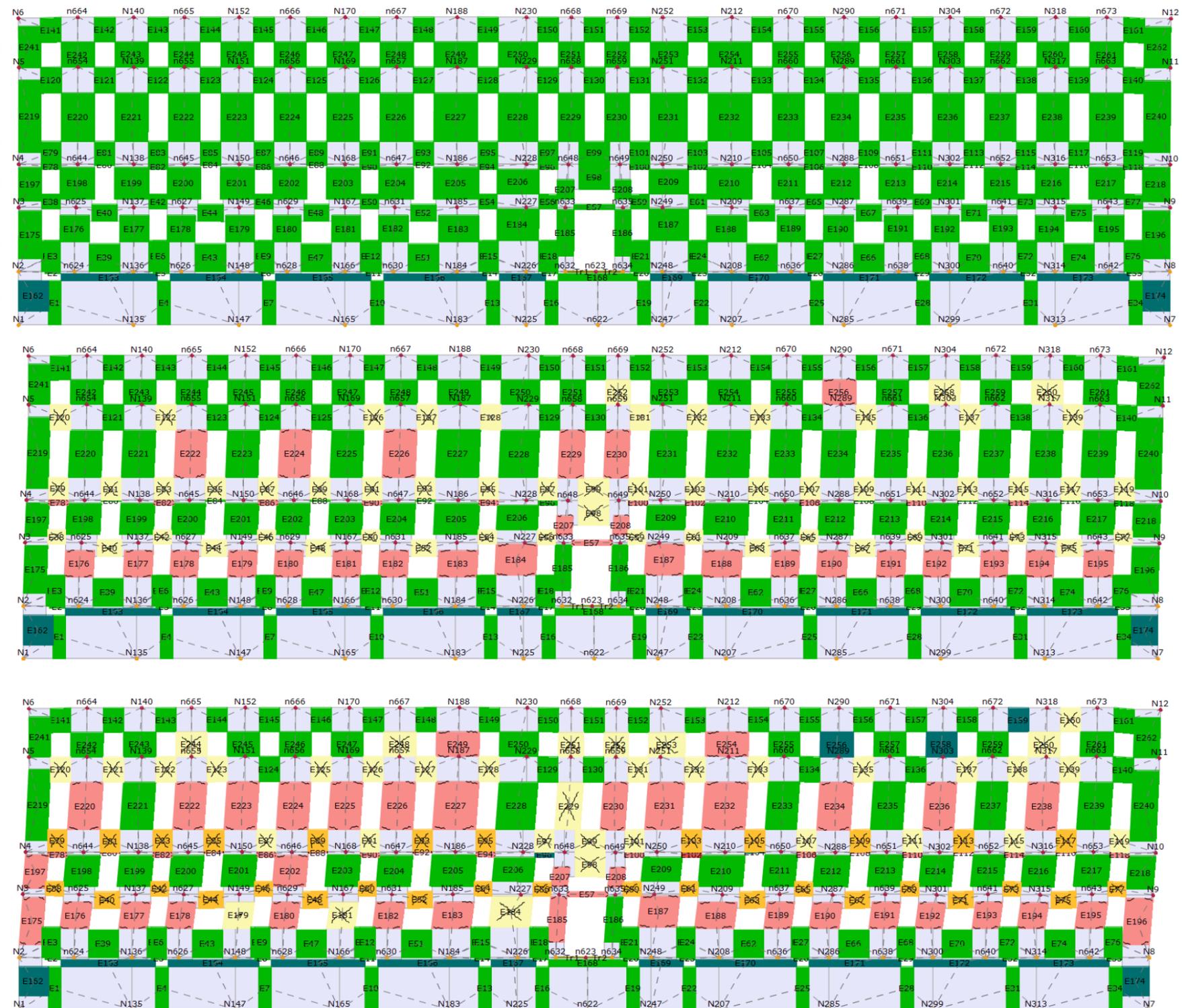
Immagine 38 Deformazione del piano sommo del livello 5.

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON 3MURI



giungere a collasso in porzioni distinte, nella parete di facciata i maschi murari rispondono insieme alla forza a loro parallela, prima nel piano terra, dove avendo un'altezza inferiore, risultano avere maggiore rigidità, e successivamente la plasticizzazione avviene anche ai piani superiori, senza giungere a rotture locali isolate e lo stesso avviene anche per gli elementi fascia.

Si osserva che i maschi più colpiti sono quelli del piano terra e del piano nobile, la causa del loro danneggiamento risiede in due motivazioni differenti. Al piano terra, l'eccessivo carico a cui i maschi sono sottoposti comporta un principio di crisi per pressoflessione. Al piano nobile invece, l'altezza libera di quasi 7 metri, il doppio rispetto agli altri piani, conferisce ai maschi una minor rigidità, provocando un drift di inter-piano e deformazione maggiore.



Muratura	
<input checked="" type="checkbox"/>	Integro
<input checked="" type="checkbox"/>	Incipiente plasticità
<input checked="" type="checkbox"/>	Plastico per taglio
<input checked="" type="checkbox"/>	Incipiente rottura per taglio
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura per taglio
<input checked="" type="checkbox"/>	Plastico presso flessione
<input checked="" type="checkbox"/>	Incipiente rottura presso flessione
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura presso flessione
<input checked="" type="checkbox"/>	Crisi grave
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura per compressione
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura per trazione
<input checked="" type="checkbox"/>	Rottura in fase elastica
<input checked="" type="checkbox"/>	Elemento non efficace

Immagine 39 Quadro dei danneggiamenti della parete di facciata al primo step di analisi, quello intermedio e quello finale (le deformazioni appaiono ad una scala maggiore di quella reale). A sinistra viene riportata la legenda degli stati di danneggiamento.

7.4.3.2 Analisi 8

Come mostrato precedentemente, l'analisi più gravosa riferita all'asse Y è la numero 8. Come l'analisi precedentemente analizzata la 8 non presenta applicazione di eccentricità, tuttavia l'analisi è stata svolta con la conformazione di carichi "carichi statici".

Anche in questo caso, l'asimmetria della struttura in pianta condiziona il comportamento dell'edificio. La manica laterale incompleta, come mostra la pianta, subisce uno spostamento maggiore rispetto al resto dell'edificio. Il nodo 12, estremo destro della facciata, subisce infatti uno spostamento di circa 10 cm, la manica centrale invece si sposta di circa 3 cm in media. L'estremo sinistro della facciata, situato in prossimità della manica completata dall'edificio universitario subisce lo spostamento minore, meno di 1 cm. La deformazione della facciata tuttavia non si presenta lineare, infatti si nota dalla pianta che per la larghezza della manica centrale, la deformazione si mantiene pressoché costante per poi aumentare nuovamente lungo la manica principale.

Nella pagina successiva, vengono mostrate le pareti 2 e 21, entrambe significative per tratte considerazioni sullo stato di danneggiamento. In entrambe le pareti si nota che l'altezza libera dei pannelli al piano nobile, che risulta maggiore rispetto agli altri livelli, comporta un maggiore spostamento di interpiano e quindi una maggiore deformazione dei pannelli. Questi pannelli sono tra i primi che raggiungono la configurazione di plasticizzazione e successivamente, come si osserva nello step finale nella parete 2, determinano la configurazione di collasso della struttura. In quest'analisi, la risposta globale dell'opera è venuta meno a causa della forse asimmetria, sia della geometria che della rigidezza. La facciata della manica della chiesa che si affaccia sul cortile destro (parete 21) non presenta rotture dei pannelli all'ultimo step in quanto subisce una deformazione molto minore rispetto alla parete 2, ma è comunque possibile osservare che sempre al livello del piano nobile, dove è presente il porticato, insorgono i primi fenomeni di plasticizzazione dei pilastri.

Le pareti ortogonali alla direzione delle non comportano danneggiamenti significativi, nell'immagine sottostante viene riportata la parete di facciata, che presenta alcuni pannelli danneggiati in prossimità destra, in corrispondenza dell'incontro con la parete 2, la quale ha subito il maggiore spostamento.

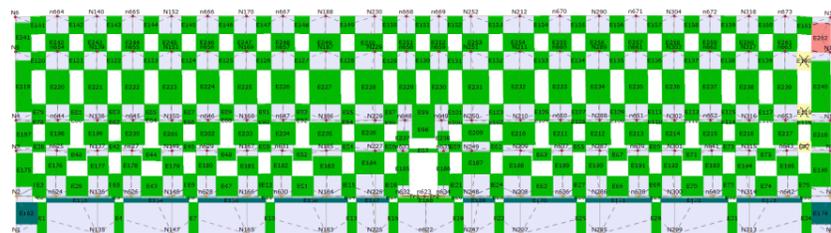


Immagine 40 Quadro di danneggiamento della parete di facciata all'ultimo step.

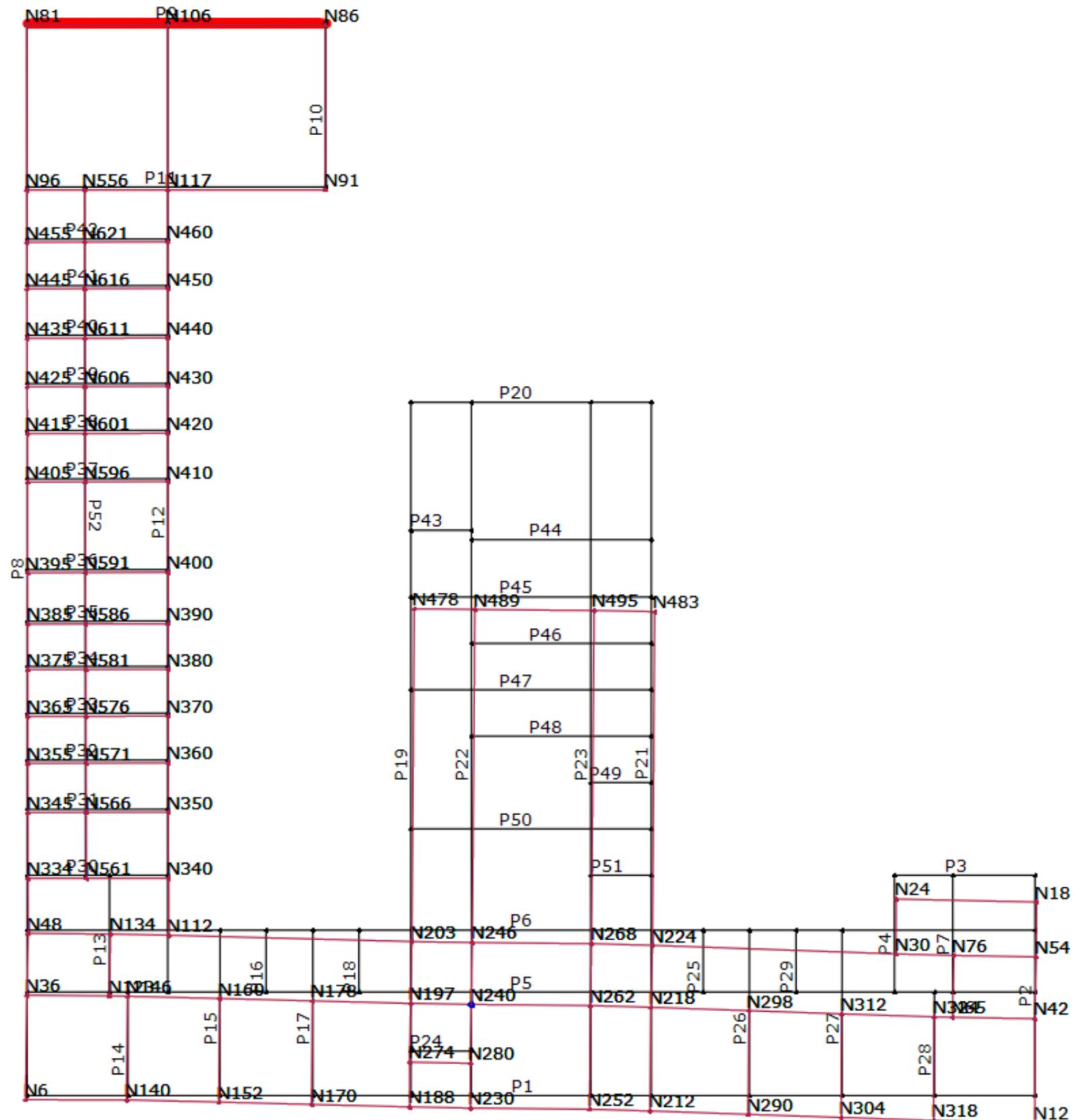


Immagine 41 Deformazione del piano sommo del livello 5.

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON 3MURI

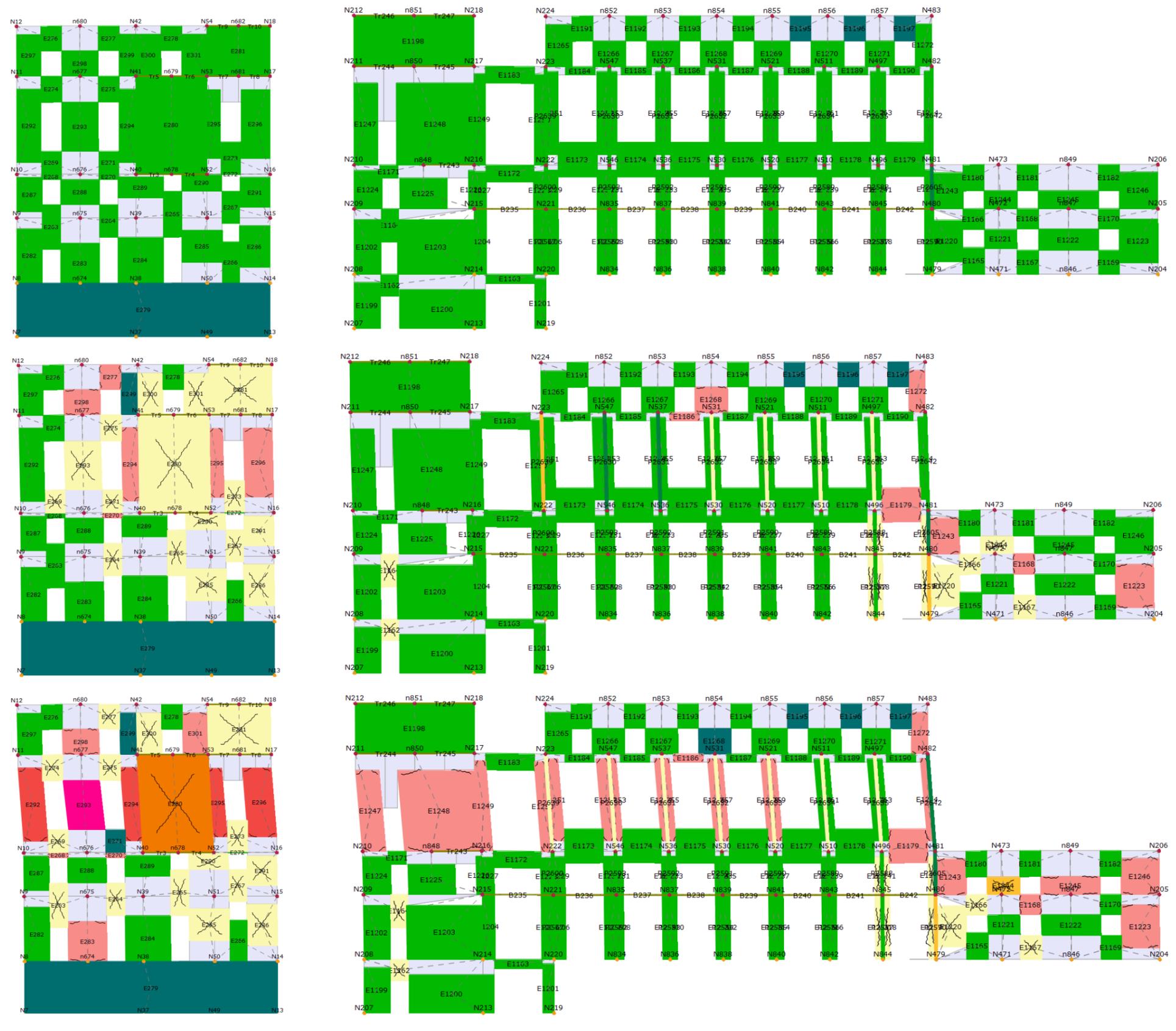


Immagine 42 Quadro dei danneggiamenti delle pareti 2 (a sinistra) e 21 (a destra) al primo step di analisi, quello intermedio e quello finale (le deformazioni appaiono ad una scala maggiore di quella reale). A sinistra viene riportata la legenda degli stati di danneggiamento.

7.5 Analisi pressoflessione fuori dal piano

Con il software 3Muri è possibile eseguire un'analisi che sottopone tutti i pannelli murari maschio a verifica di pressoflessione fuori dal piano. Le verifiche fuori piano possono essere eseguite separatamente dalle analisi push-over, e possono essere adottate le forze equivalenti per gli elementi non strutturali, assumendo un fattore di struttura q pari a 3. L'azione sismica ortogonale alla parete viene rappresentata da una forza orizzontale distribuita, pari al prodotto tra S_a e il peso della parete e successivamente diviso per q . Per il calcolo della S_a il software utilizza la seguente equazione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[1,5 \cdot \left(1 + \frac{Z}{H} \right) - 0,5 \right] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

- α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame, e l'accelerazione di gravità g ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche;
- Z rappresenta la quota del baricentro dell'elemento misurata dal piano di fondazione;
- H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

Dopo che è noto il rapporto S_a/q è possibile dunque calcolare la forza sismica orizzontale in corrispondenza del baricentro del maschio con la seguente equazione:

$$F_h = N \cdot \frac{S_a}{q_a}$$

Il momento massimo che si genera a metà altezza del maschio si calcola ipotizzando che il pannello sia incernierato in corrispondenza dei solai e con il carico F_h che diventa da forza concentrata al baricentro, un carico distribuito q_h . L'analisi viene verificata quando il rapporto tra il momento resistente M_{Rd} e il momento agente M_{ed} è maggiore di 1. I due momenti vengono rispettivamente calcolati con le seguenti formule:

$$M_{Rd} = \left(l \cdot t^2 \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right)$$

$$M_{ed} = q \cdot \frac{(h_{maschio})^2}{8}$$

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati ottenuti, indicando per ogni parete il valore minimo di rapporto M_{Rd}/M_{ed} ottenuto tra i vari pannelli.

Parete	MRd/Me d Min	Parete	MRd/Me d Min
47	0,44	3	2,64
50	0,76	17	2,64
51	1,5	19	2,66
49	1,58	46	2,71
16	1,86	12	2,74
18	1,86	22	2,84
29	1,97	8	2,87
48	1,99	52	2,89
34	2,04	28	2,9
6	2,04	27	2,98
35	2,05	9	3
37	2,07	21	3,01
33	2,09	11	3,09
36	2,11	30	3,12
45	2,12	15	3,22
38	2,15	7	3,24
32	2,19	10	3,25
25	2,22	4	3,31
39	2,24	24	3,6
40	2,32	13	3,61
31	2,34	14	3,67
42	2,39	5	3,91
41	2,4	2	4,08
20	2,41	44	4,5
23	2,56	1	4,87
26	2,59	43	8,81

Immagine 43 Tabella riassuntiva dei risultati dell'analisi di pressoflessione fuori dal piano. In rosso sono evidenziate le pareti che presentano pannelli dove l'analisi ha riportato un esito negativo.

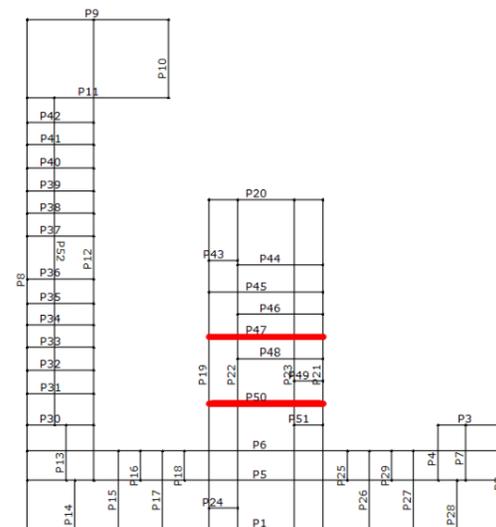


Immagine 44 Pianta raffigurante le due pareti che hanno riscontrato esito negativo nell'analisi.

Di seguito vengono riportate nel dettaglio le due pareti che presentano ciascuna un solo pannello che non ha superato la verifica, in rosso sono evidenziati i maschi che hanno riportato un rapporto tra momento resistente e agente minore di 1.

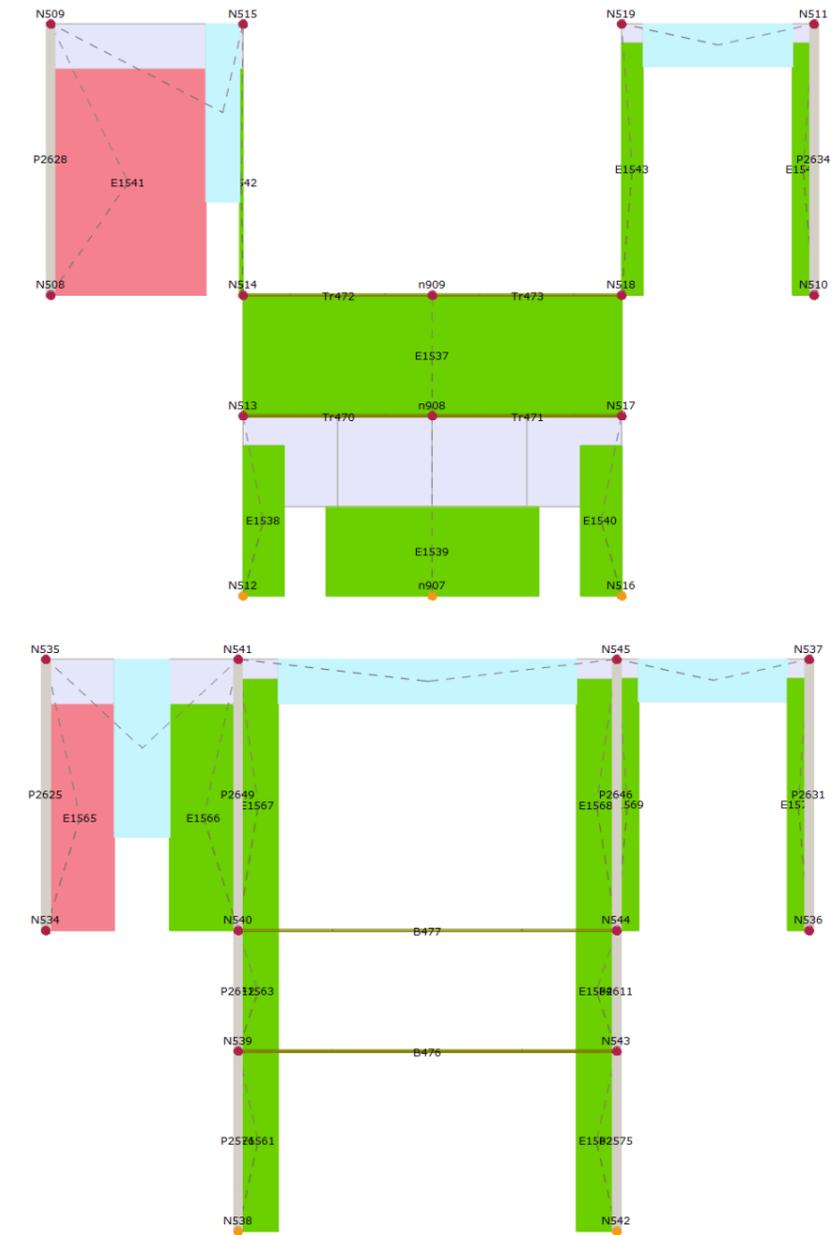


Immagine 45 Parete 47 (in alto) e parete 50 (in basso) raffiguranti i maschi che hanno riscontrato esito negativo nell'analisi.

Il risultato negativo è dovuto allo spessore ridotto di questi pannelli (10-20 cm) i quali non sono sufficienti a sostenere gli sforzi che vengono trasmessi dalle volte a padiglione. Questo porta a ipotizzare che le volte presenti in questo corridoio siano realizzate in canniccato, nascondendo le volte strutturali a crociera, come sono presenti nel corridoio dall'altro lato della chiesa.

7.6 Analisi post-intervento di rifunionalizzazione

7.6.1 Descrizione dell'intervento

Come è stato spiegato nella premessa di questa tesi, l'obiettivo dello studio di Palazzo Vittone ha come scopo il progetto per un suo recupero sotto tutti gli aspetti, strutturale, architettonico e funzionale. In particolare l'intento è di poter sfruttare tutta la superficie disponibile del palazzo per creare un grande polo museale e ciò significa che anche il piano nobile e il sottotetto vengono convertiti in spazi espositivi. Per rispettare le normative di anti-incendio, è stato necessario progettare un nuovo corpo scala. Il nuovo volume è stato ideato, durante l'esercitazione del corso di "Recupero e conservazione degli edifici", come continuazione della manica incompleta a sud (a destra in pianta) ed è stato progettato con struttura a telaio metallico poggiante su setti in calcestruzzo realizzati in corrispondenza del livello interrato.

Le travi sul lato corto sono vincolate alla muratura dell'edificio.

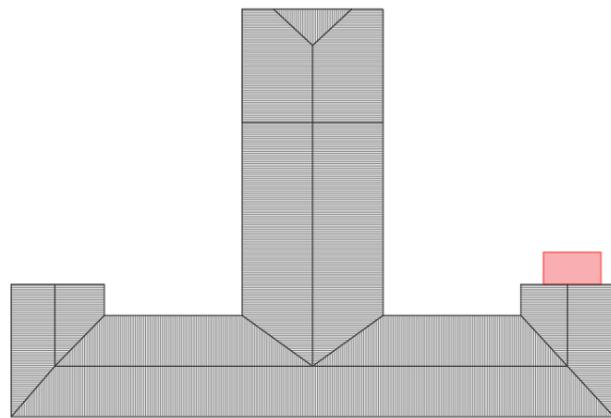


Immagine 46 Vista dall'alto del complesso con segnato in rosso l'ingombro del nuovo corpo scala.

I profili utilizzati sono i seguenti:

- HEB 320 utilizzati per i pilastri, segnati in rosso;
- HEB 300 utilizzati per l'orditura primaria delli solai, segnati in blu;
- HEA 240 utilizzati per l'orditura secondaria segnati in verde;
- UAP 150 utilizzati nelle capriate metalliche segnati in viola.

Per la modellazione il software possiede integrata una libreria contenente le varie tipologie di profili strutturali in acciaio.

Come viene mostrato nell'assonometria di fianco, nel modello di 3Muri è stato impossibile inserire nel livello del piano nobile un doppio livello di travatura. Per sopperire a questa mancanza, le travi del piano nobile sono state modificate, con profili che presentano il doppio dei valori di inerzia.

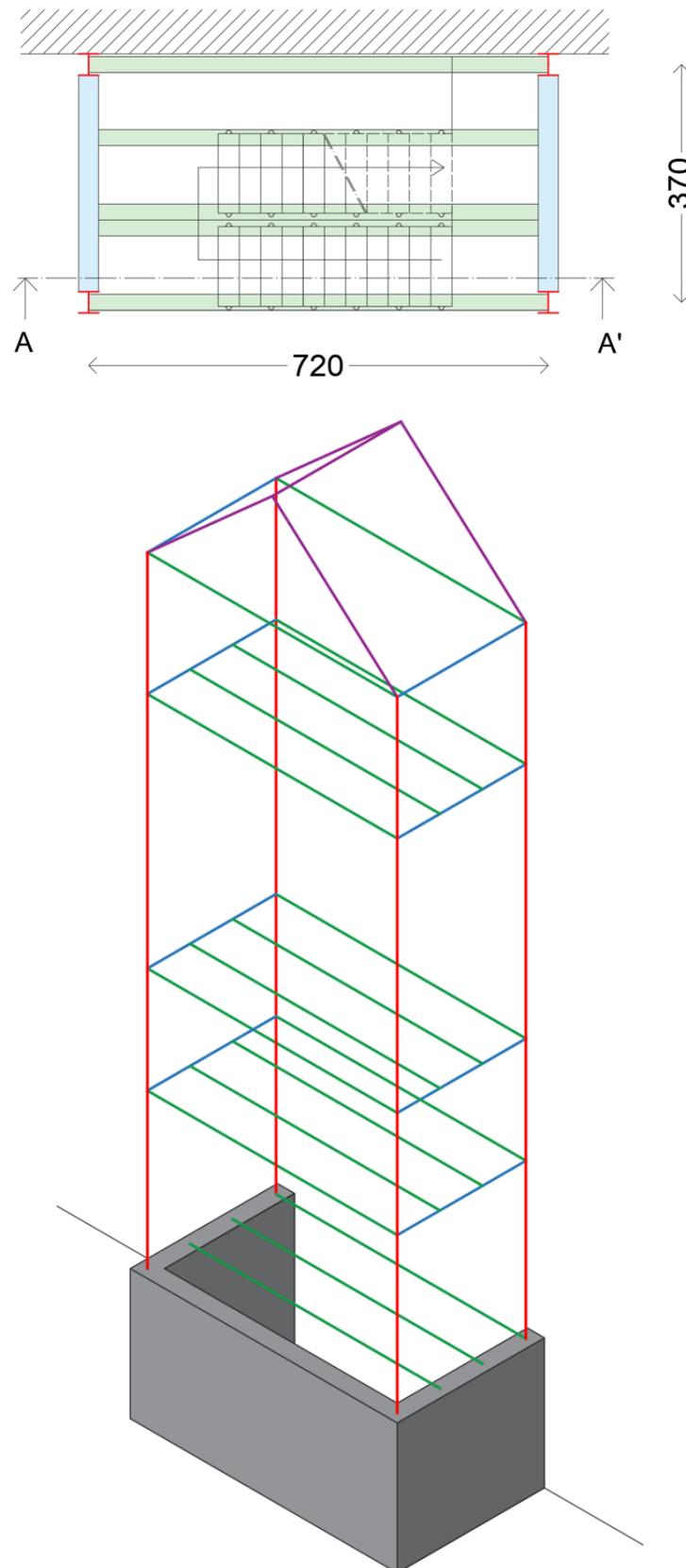
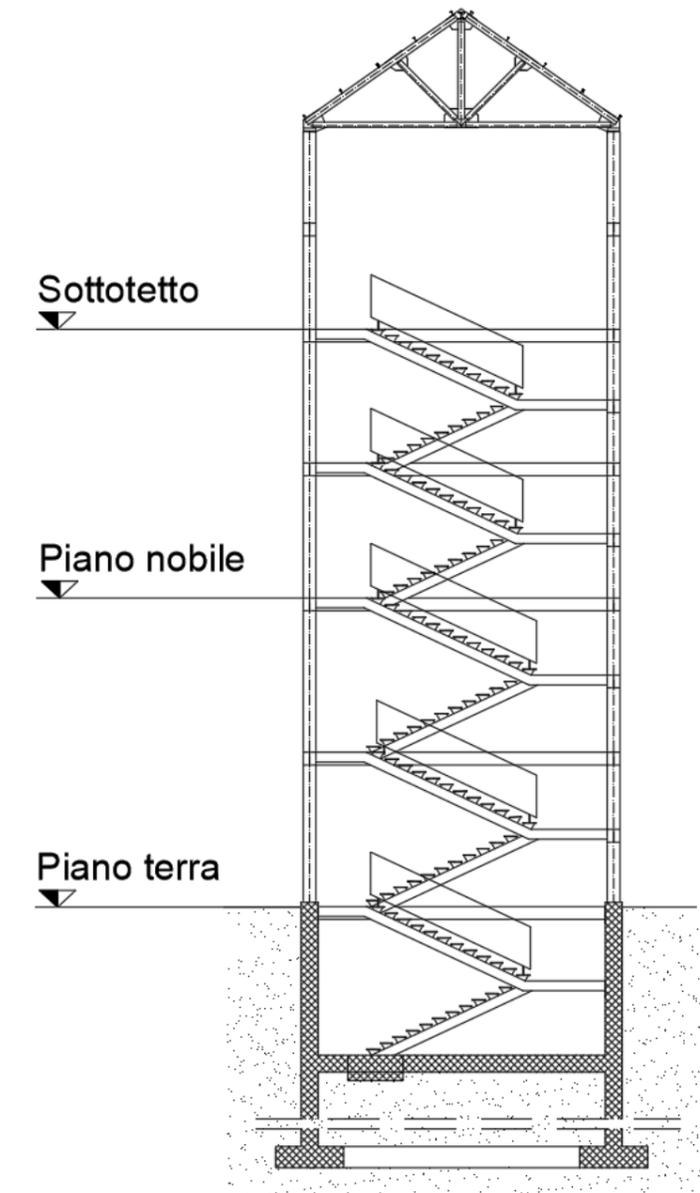


Immagine 47- 48 Pianta e assonometria schematica raffiguranti i profili da cui è composta la nuova scalinata.



SEZIONE A-A'

Immagine 49 Sezione A-A' del nuovo corpo scala.

7.6.2 Risultati delle analisi post-intervento

Dopo aver modellato il nuovo corpo scala sul software 3Muri, si è provveduto alla ricreazione del modello a telaio equivalente per poter eseguire nuovamente le 24 analisi push-over. La normativa non prevede interventi di adeguamento sismico per questo genere di costruzioni, tuttavia, un qualsiasi intervento che possa modificare l'organigramma strutturale, per essere validato deve portare ad un miglioramento delle capacità di risposta ad eventi sismici.

A destra viene riportata la finestra riassuntiva degli esiti delle 24 analisi, evidenziano nuovamente che l'analisi più gravosa rispetto alla direzione X è sempre la numero 1, mentre per la direzione ortogonale l'analisi 23 rappresenta la più gravosa.

Di seguito viene riportata una tabella comparativa dei valori degli indici di vulnerabilità (riferiti allo stato limite di salvaguardia della vita, SLV) delle analisi senza e con il nuovo corpo scala. Per avere una miglior interpretazione dei risultati, per ogni analisi viene calcolato la percentuale di incremento/decremento.

Analisi	Direzione	Pre-intervento	Post-intervento	Incremento percentuale [%]
		α SLV	α SLV	
1	X	0,477	0,466	-2,3
2		0,572	0,575	0,5
3		0,518	0,496	-4,2
4		0,613	0,597	-2,6
5	Y	0,843	1,007	19,5
6		0,624	0,697	11,7
7		0,835	0,907	8,6
8		0,494	0,619	25,3
9	X	0,499	0,492	-1,4
10		0,486	0,469	-3,5
11		0,591	0,586	-0,8
12		0,711	0,735	3,4
13		0,49	0,476	-2,9
14		0,498	0,496	-0,4
15		0,602	0,581	-3,5
16		0,847	0,773	-8,7
17	Y	0,611	0,87	42,4
18		0,982	1,007	2,5
19		0,571	0,652	14,2
20		0,707	0,721	2,0
21		0,812	0,856	5,4
22		0,897	0,918	2,3
23		0,515	0,575	11,7
24	0,625	0,7	12,0	

Immagine 50 Tabella comparativa risultati analisi pre e post intervento.

Dalla tabella comparativa si evince in maniera evidente che il miglioramento riguarda quasi totalmente la risposta della struttura in direzione Y. Questo risultato si rivela molto positivo, in quanto la manica non

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico	Eccentricità [mm]	Dmax SLC [mm]	Du SLC [mm]	q* SLC	Dmax SLV [mm]	Du SLV [mm]	q* SLV	Dmax SLD [mm]	Du SLD [mm]	Dmax SLO [mm]	Du SLO [mm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniforme	0,00	37,22	17,96	2,52	30,52	13,47	2,08	11,82	11,29	8,90	7,53	0,502	0,466	0,955	0,847
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Forze statiche	0,00	44,10	27,97	2,76	36,46	20,98	2,29	13,47	13,79	10,14	9,20	0,634	0,575	1,024	0,907
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniforme	0,00	37,01	19,04	2,51	30,34	14,28	2,08	11,77	11,33	8,86	7,56	0,534	0,496	0,963	0,853
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Forze statiche	0,00	43,74	28,80	2,70	36,16	21,60	2,24	13,36	14,09	10,06	9,40	0,658	0,597	1,055	0,935
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniforme	0,00	28,27	30,84	2,00	22,96	23,13	1,65	8,81	11,16	6,83	7,45	1,084	1,007	1,268	1,090
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Forze statiche	0,00	34,05	25,85	2,70	28,06	19,39	2,24	10,58	10,21	7,96	6,81	0,763	0,697	0,965	0,855
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniforme	0,00	29,82	29,21	2,13	24,34	21,91	1,76	9,42	11,08	7,29	7,39	0,981	0,907	1,176	1,014
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Forze statiche	0,00	36,94	25,21	2,77	30,54	18,91	2,29	11,28	11,36	8,49	7,58	0,683	0,619	1,007	0,892
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniforme	4.019,42	37,05	18,90	2,43	30,36	14,18	2,01	11,79	11,57	8,88	7,72	0,530	0,492	0,981	0,869
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Uniforme	-4.019,42	37,50	18,29	2,70	30,77	13,72	2,23	11,86	11,05	8,93	7,37	0,505	0,469	0,931	0,825
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Forze statiche	4.019,42	43,95	28,38	2,49	36,34	21,29	2,06	13,42	14,55	10,11	9,70	0,646	0,586	1,084	0,960
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Forze statiche	-4.019,42	44,31	35,91	2,87	36,63	26,93	2,38	13,53	13,25	10,19	8,84	0,811	0,735	0,979	0,868
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniforme	4.019,42	36,91	18,20	2,40	30,24	13,65	1,98	11,77	12,86	8,86	8,58	0,514	0,476	1,093	0,968
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Uniforme	-4.019,42	37,31	19,31	2,73	30,61	14,49	2,26	11,82	11,10	8,90	7,40	0,535	0,496	0,939	0,832
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Forze statiche	4.019,42	43,74	28,03	2,54	36,17	21,02	2,10	13,36	15,04	10,06	10,03	0,641	0,581	1,126	0,997
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Forze statiche	-4.019,42	43,94	37,43	2,83	36,33	28,07	2,34	13,42	13,48	10,10	8,99	0,852	0,773	1,004	0,890
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniforme	3.777,66	29,58	27,75	2,54	24,16	20,81	2,10	9,17	9,23	7,12	6,16	0,942	0,870	1,006	0,865
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Uniforme	-3.777,66	27,05	29,39	1,77	21,86	22,04	1,47	8,43	11,46	6,54	7,64	1,078	1,007	1,359	1,169
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Forze statiche	3.777,66	35,26	25,19	3,27	29,12	18,89	2,71	10,84	9,17	8,16	6,12	0,716	0,652	0,846	0,750
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Forze statiche	-3.777,66	32,82	25,54	2,30	26,96	19,16	1,90	10,33	11,32	7,77	7,55	0,785	0,721	1,096	0,971
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniforme	3.777,66	30,92	28,62	2,47	25,32	21,47	2,04	9,81	10,15	7,44	6,77	0,929	0,856	1,035	0,911
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Uniforme	-3.777,66	27,61	27,10	1,87	22,37	20,33	1,54	8,60	11,20	6,67	7,47	0,983	0,918	1,301	1,119
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Forze statiche	3.777,66	36,75	23,29	3,39	30,39	17,47	2,80	11,23	9,25	8,45	6,17	0,634	0,575	0,824	0,730
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Forze statiche	-3.777,66	33,36	25,29	2,52	27,45	18,97	2,08	10,43	11,31	7,85	7,54	0,764	0,700	1,084	0,961

Immagine 51 Finestra generale dei risultati delle analisi statiche non lineari nella configurazione di post-intervento.

finita dell'edificio è risultata essere la porzione di edificio maggiormente soggetta a deformazione lungo la direzione Y, dunque l'inserimento di un blocco in questa posizione permette di incanalare gli sforzi sulla struttura metallica. Questo ha permesso, come sarà visibile successivamente nel paragone diretto tra analisi, un'aumento, anche se debole, del comportamento elastico della struttura, fattore che ha permesso l'incremento degli indici di vulnerabilità nelle analisi lungo la direzione Y. Al contrario, nella direzione X, l'inserimento della nuova struttura ha causato un minimo peggioramento del comportamento strutturale, infatti solo 2 analisi su 12 riportano un valore maggiore del caso di pre-intervento. Questi esiti negativi hanno peso minore rispetto a quelli migliorativi, calcolando la media di questi incrementi risulta che la struttura ha riscontrato un miglioramento complessivo del 5,5% in fatto di risposta agli eventi sismici.

Come verrà dimostrato nella pagina successiva, con la comparazione delle curve di capacità di 4 analisi, si evince che l'inserimento di una struttura metallica comporta un incremento dello spostamento ultimo. Prendendo come esempio la parete numero 2, si evince che paragonando gli step ultimi di una medesima analisi i danni riportati sulla muratura sono maggiori nella configurazione che presenta il nuovo corpo scala. Questo fatto è attribuibile alla maggiore deformazione a cui è sottoposta la parete, facendo insorgere sforzi interni ai pannelli maggiori prima che la struttura globale giunga allo stato di collasso.

Tale risultato è molto evidente nei pannelli del piano nobile, il quale presentano l'altezza libera maggiore (circa 7 metri) dove nella configurazione senza scala, lo stato di collasso si raggiungeva con uno spostamento massimo del nodo 12 (in alto a sinistra nelle pareti sotto raffigurate) di 54 mm, mentre con l'aggiunta della scala lo spostamento ultimo del medesimo nodo arrivava fino a 76 mm.

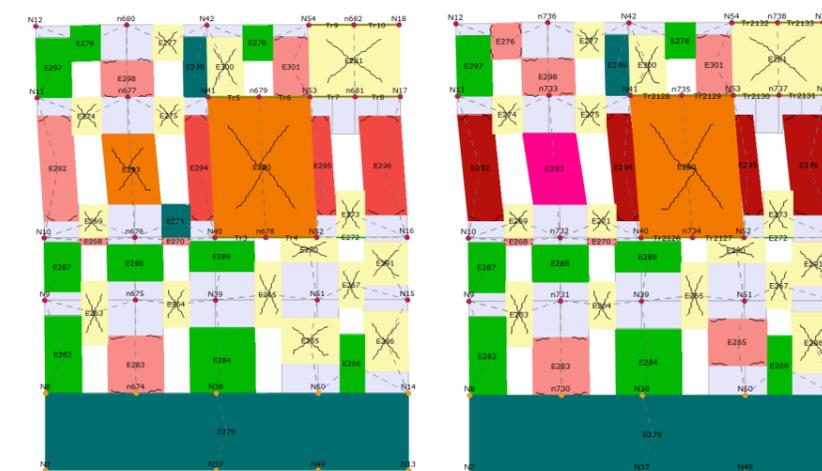


Immagine 52 Comparazione dello stato di danneggiamento della parete 2 allo step finale dell'analisi 8 per la configurazione di pre-intervento (a sinistra) e post-intervento (a destra).

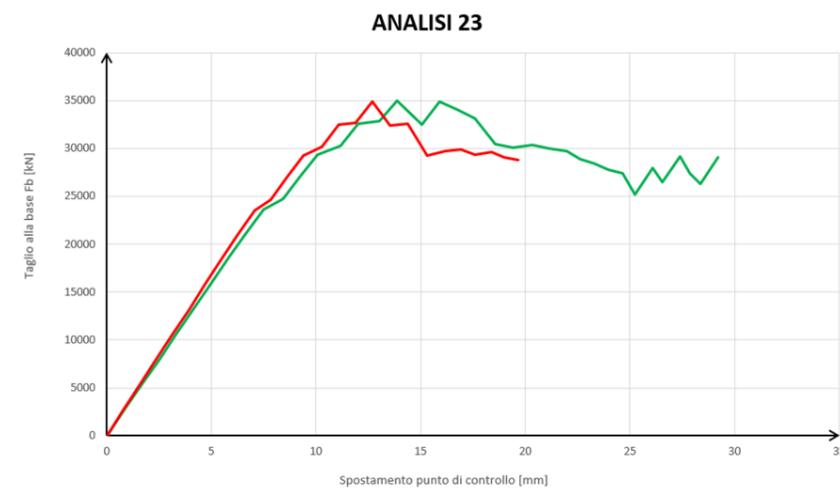
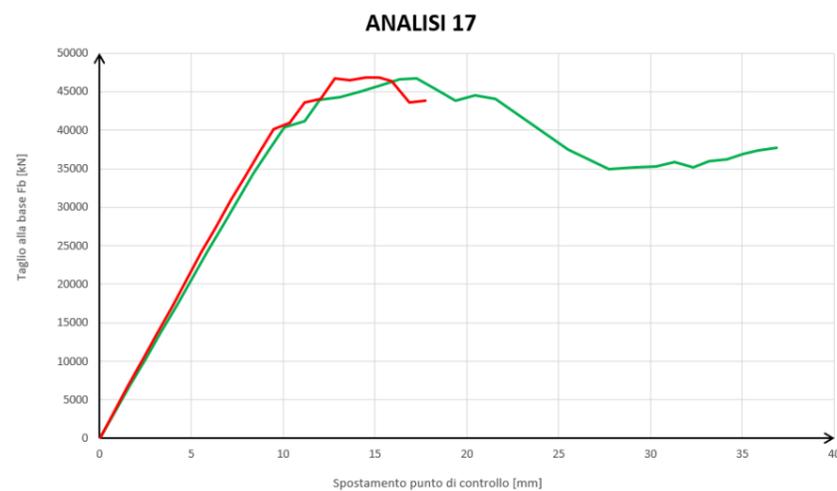
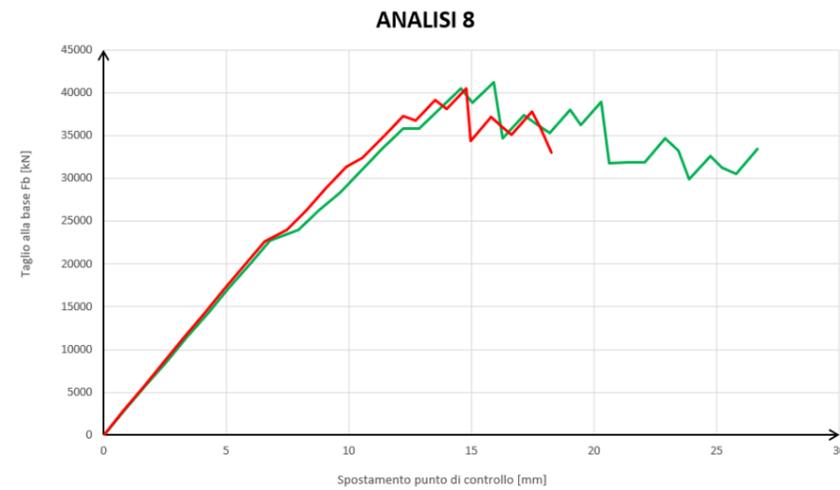
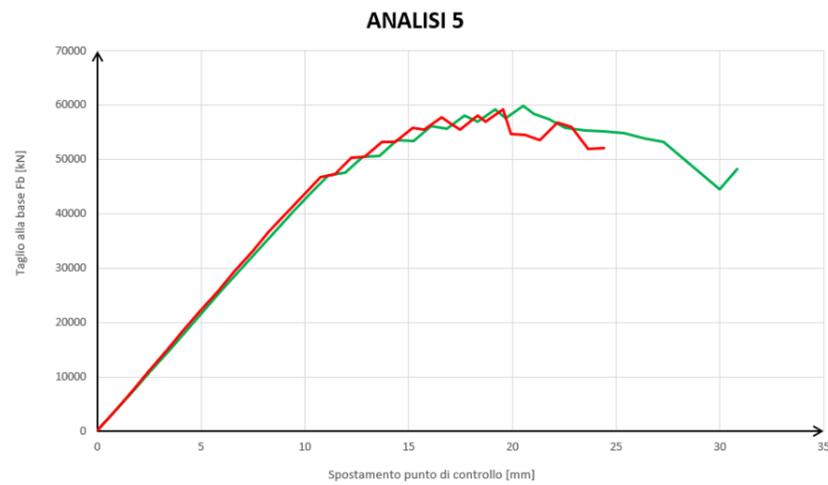


Immagine 53 Paragone tra le curve di capacità delle analisi 5,8,17 e 23 nelle due configurazioni di pre e post intervento.

Si può osservare dal paragone delle curve di capacità che l'inserimento di una nuova struttura metallica, per quanto ridotta rispetto alle dimensioni dell'edificio esistente, ha portato ad un notevole incremento della duttilità globale dell'opera.

7.7 Analisi meccanismi locali

Come accennato precedentemente nel capitolo 4, negli edifici realizzati in muratura, soprattutto se antichi, il fenomeno sismico può provocare parziali cedimenti e collassi della struttura. La causa di questi fenomeni è lo scuotimento a cui l'edificio è sottoposto e il successivo instaurarsi di forze fuori piano che provocano meccanismi locali di collasso. I meccanismi fuori dal piano, denominati come di I modo (§ 4.3.3), sono causati generalmente dalla scarsa efficacia delle connessioni tra le varie parti della struttura le quali durante il sisma risultano come blocchi rigidi incernierati, e dunque labili. Si generano così delle catene cinematiche che possono provocare danneggiamenti come il ribaltamento e la flessione delle pareti fuori dal loro piano.

L'individuazione di questi meccanismi locali può avvenire tramite lo studio del comportamento sismico di edifici similari al caso in esame e dalla conoscenza storica del manufatto, oppure in seguito ad un'analisi visiva dello stato deformativo-fessurativo presenti. Tali rotture possono anche non avere origine da eventi sismici passati, ma possono essere probabilmente causa di innesco di meccanismi di collasso futuri durante terremoti.

Il calcolo che segue l'individuazione di tali meccanismi viene trattato nella circolare delle NTC18 al capitolo C8.7.1.2 si basa su tre ipotesi:

- resistenza a trazione nulla della muratura;
- resistenza a compressione infinita della muratura;
- assenza di scorrimento tra i blocchi.

Il software 3Muri esegue il calcolo per determinare l'accelerazione che provoca un determinato meccanismo di collasso attraverso i seguenti passi:

- individuazione dei corpi rigidi e cerniere per creare un sistema labile;
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che determina l'attivazione del meccanismo allo SLD;
- tracciamento di una curva che relaziona il moltiplicatore dei carichi orizzontali α e lo spostamento d_k di un punto di controllo;
- trasformazione di tale curva in curva di capacità, creando una relazione tra a^* e d^* , rispettivamente accelerazione e spostamenti spettrali;
- confronto tra l'accelerazione a_0 e l'accelerazione ricavata dallo spettro di progetto del sito.

Durante il calcolo dunque le forze che entrano in gioco sono quelle che producono massa, quindi il peso proprio del pannello P e la risultante dei carichi trasmessa dagli orizzontamenti e altri pannelli Q. Nella direzione orizzontale agiscono le medesime forze, nei medesimi punti di applicazione, ma scalati di un fattore α il quale viene incrementato fino a che il momento ribaltante non supera quello stabilizzante (dovuto alle forze di massa). Il valore di α che determina la perdita di equilibrio viene denominato fattore di attivazione del meccanismo, indicato con α_0 .

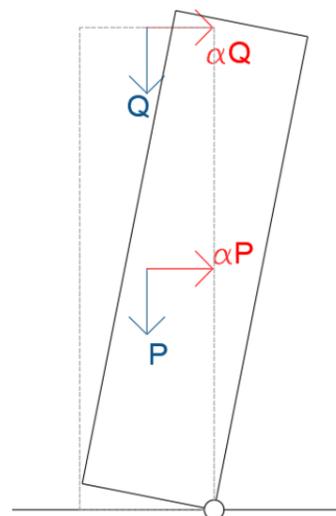


Immagine 54 Schematizzazione del meccanismo di ribaltamento semplice.

Successivamente all'individuazione dell'entità della forza che attiva il meccanismo locale, è necessario eseguirne la conversione in accelerazione per poter eseguire correttamente le verifiche di sicurezza. Questo passaggio avviene determinando la "curva di capacità" del meccanismo locale di un oscillatore equivalente non lineare SDOF.

La conversione da α ad accelerazione avviene con la seguente formula:

$$a = \frac{\alpha(d_c)g}{e^*FC}$$

dove:

- FC è il fattore di confidenza che agisce sulla capacità in termini di resistenza;
- e^* rappresenta la percentuale modale ricavata con il rapporto tra sommatoria dei pesi agenti e la massa equivalente rappresentativa del primo modo di vibrare del meccanismo locale

$$\frac{P + \sum Q}{M^*} = \frac{g}{e^*}$$

Il software 3Muri esegue analisi di tipo cinematico lineare, per cui il passaggio attraverso una curva $\alpha - d$ ad una di capacità non viene effettuato, viene direttamente calcolato il valore dell'accelerazione di attivazione del meccanismo attraverso la seguente formula:

$$a_0 = \frac{\alpha_0 g}{e^*FC}$$

Ottenuto il valore di accelerazione di attivazione il programma esegue due tipologie di analisi. La prima riguarda lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita, SLV, nel caso in cui la porzione di muratura che si sta analizzando è un elemento isolato che poggia a terra. Viene dunque comparato il termine a_0 con un termine dipendente dai parametri spettrali della zona in cui si trova l'edificio in esame.

$$a_0 \geq \frac{a_g(P_{VR})S}{q}$$

dove:

- a_g dipende dalla probabilità di eccedenza;
- S è il fattore che tiene conto delle caratteristiche topografiche;
- q rappresenta il fattore di struttura che il software pone uguale a 2.

La seconda tipologia di analisi riguarda le porzioni in quota, che quindi non comprendono la parete nella sua interezza. Per considerare l'amplificazione dell'accelerazione ad una determinata altezza, la disuguaglianza proposta in precedenza viene sostituita dalla seguente:

$$a_0 \geq \frac{S_e(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$

dove:

- $S_e(T_1)$ rappresenta l'accelerazione ricavata dallo spettro elastico considerando il periodo del primo modo di vibrare della struttura nella direzione in cui si analizza il meccanismo;
- ψ è un fattore che tiene conto della quota del vincolo del meccanismo, ed è calcolato come percentuale di tale quota (Z) rispetto all'altezza totale;
- γ è il coefficiente di partecipazione modale.

Durante i numerosi sopralluoghi a Palazzo Vittone, è stata eseguita un'attenta analisi visiva della struttura dell'edificio per valutare la presenza di danneggiamenti e deformazioni della struttura che potessero ricondurre ai vari meccanismi di collasso citati al capitolo 4. La manica centrale, la quale subì dei cedimenti durante la fase di costruzione, si presenta leggermente inclinata, ma anche dopo essere stata sottoposta all'evento sismico di inizio '800 non si sono instaurate delle fratture. Vengono in seguito comunque analizzati due casi di meccanismi locali, uno di ribaltamento della parete di facciata, applicando il vincolo a terra e come secondo caso un ribaltamento composto del cantonale della manica centrale verso il cortile destro. Quest'ultimo meccanismo comprenderà gli ultimi due piani dell'edificio per cui verrà applicato un vincolo in quota.

Il primo passo per eseguire l'analisi di un meccanismo locale consiste nel definire le porzioni di struttura che sono coinvolte nel cinematico. Il software permette di tracciare sulle varie pareti le porzioni che denominerà come "blocchi", l'insieme di tali blocchi costituirà l'elemento rigido oggetto di studio. Tali blocchi vanno disegnati sulla base di fratture e crepe presenti sull'edificio, i casi che verranno mostrati non rispecchiano dunque la realtà. Successivamente vengono stabilite la posizione delle cerniere attorno alle quali avviene il cinematico, specificando se sono interne o esterne, e infine l'angolo rispetto alla pianta della parete.

Prova 1 - Ribaltamento composto della parete di facciata P1

Per eseguire correttamente questa analisi è stato creato un blocco composto dalla parete di facciata e cunei di pareti ortognali ad essa. Questo schema si basa sull'ipotesi che vi sia scarso ingranamento tra i mattoni che compongono le pareti ortognali alla facciata mentre gli ammorsamenti tra pareti e solai risultano molto efficaci. Come si evince dall'immagine 55 la verifica ha avuto esito positivo.

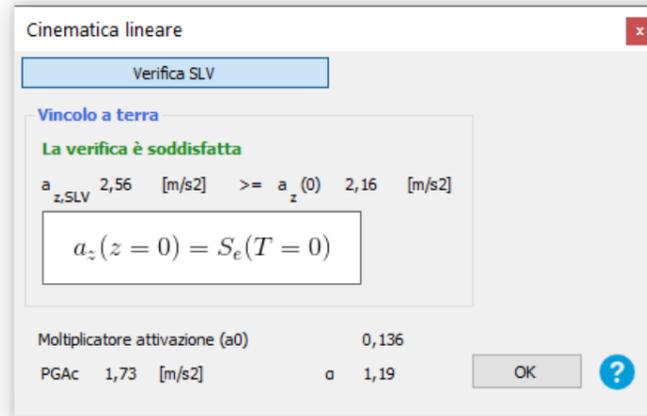
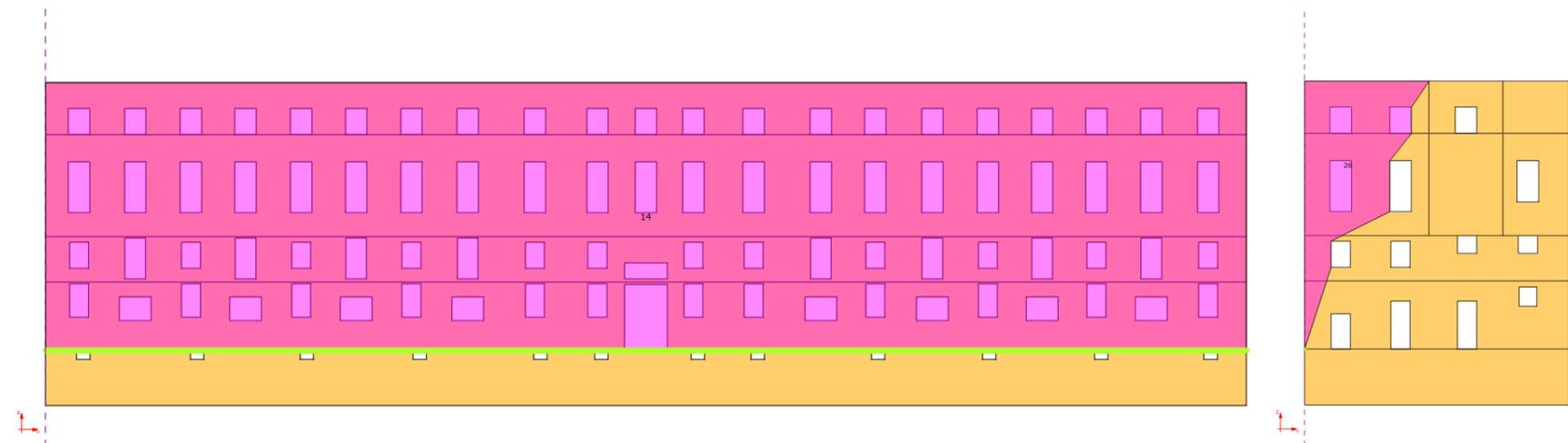
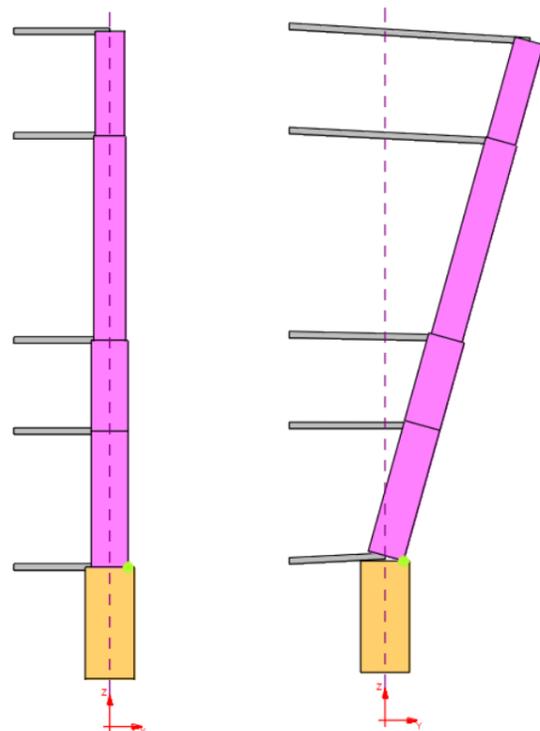


Immagine 55 Finestra del risultato dell'analisi sul meccanismo locale.



Immagini 56-57 Definizione dei blocchi (in viola) e della cerniera (in verde) nella parete 1 e nella parete 2.



Immagini 58-59 Step iniziale e finale dello stato deformativo della facciata.

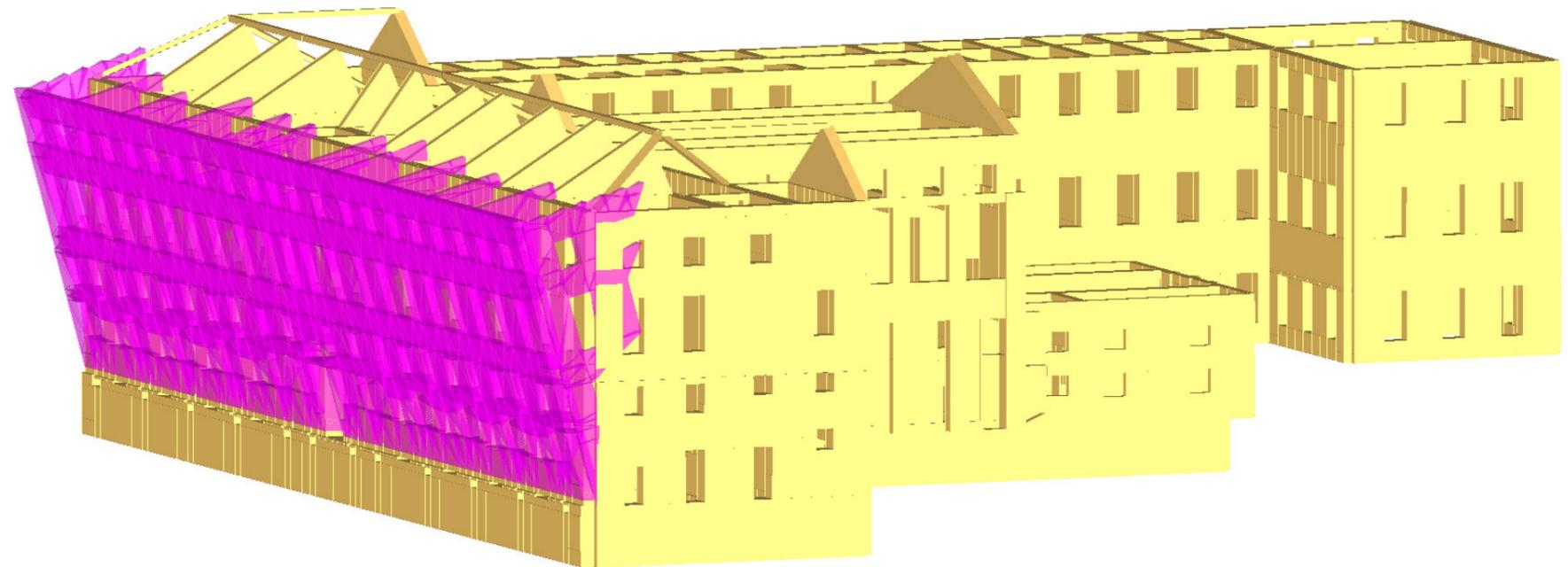


Immagine 60 Assonometria raffigurante tridimensionalmente la porzione soggetta a collasso.

Prova 2 Ribaltamento composto del cantonale tra la parete 21 e 45

La seconda analisi riguarda l'angolo tra le pareti 21 e 45, nell'estremità inconclua della galleria meridionale adiacente la chiesa. Questo meccanismo è stato ipotizzato che si sviluppa solo negli ultimi due piani, per cui è stata inserita una cerniera a 45° sull'asse verticale dove i due muri si collegano. Come si osserva dall'immagine seguente, la verifica del vincolo in quota non è soddisfatta.

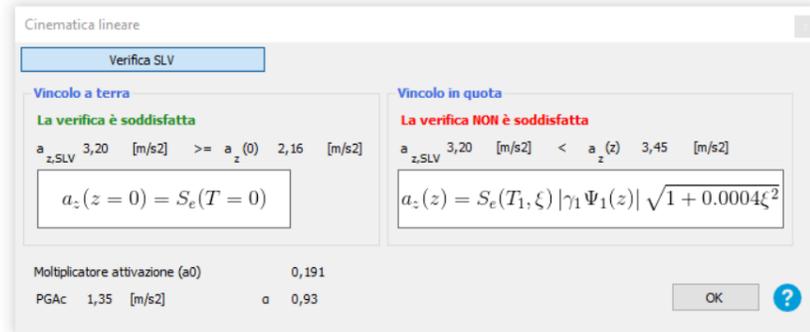


Immagine 61 Finestra del risultato dell'analisi sul meccanismo locale.

Come specificato precedentemente, tale verifica non rispetta le condizioni dello stato di fatto dell'opera, tuttavia viene proposta una seconda verifica simulando un intervento di prevenzione, che prevede l'inserimento di una catena nella parete 21 come mostrato nell'immagine 65. L'intervento si rivela efficace, come viene mostrato nei risultati sotto-stanti.

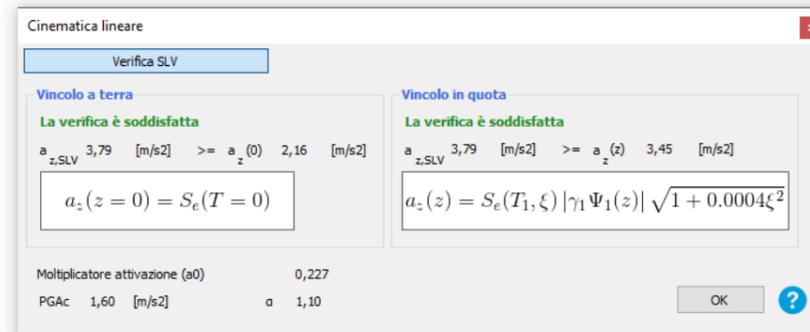
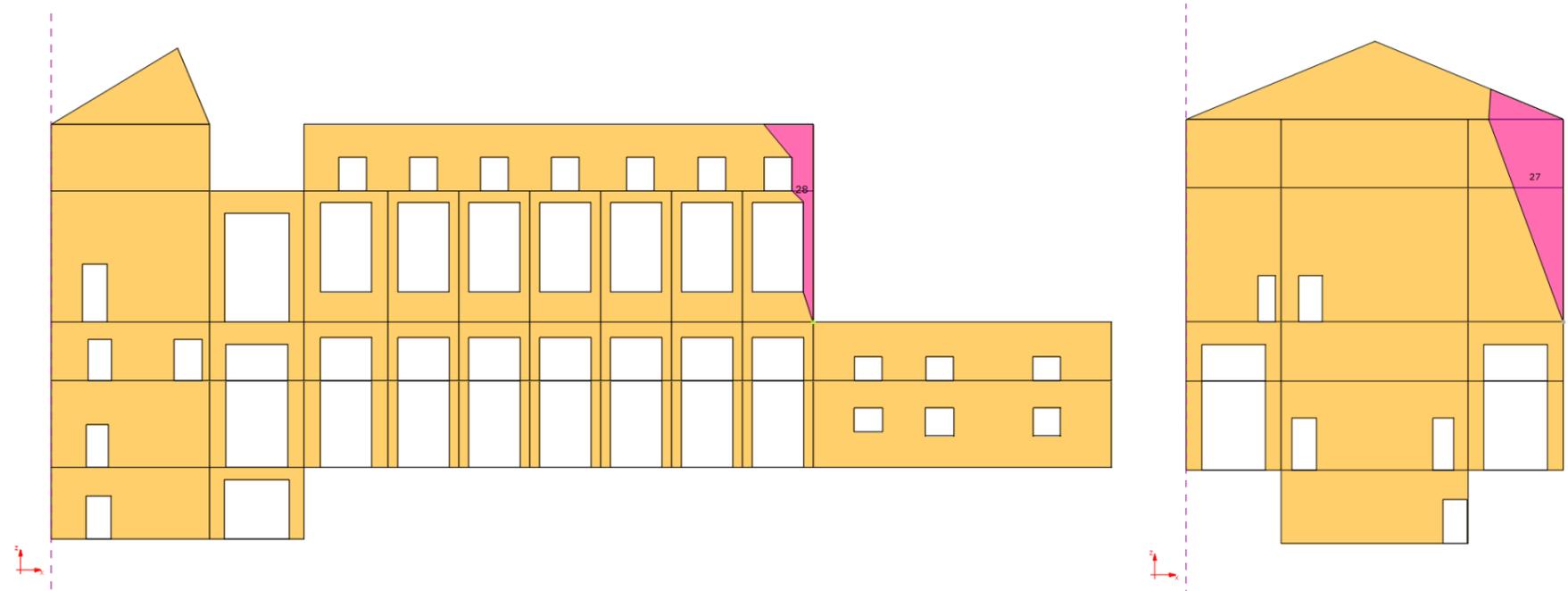


Immagine 65 Finestra del risultato dell'analisi sul meccanismo locale successivamente all'intervento di prevenzione del collasso.



Immagini 63-64 Definizione dei blocchi (in viola) nella parete 21 e nella parete 45.

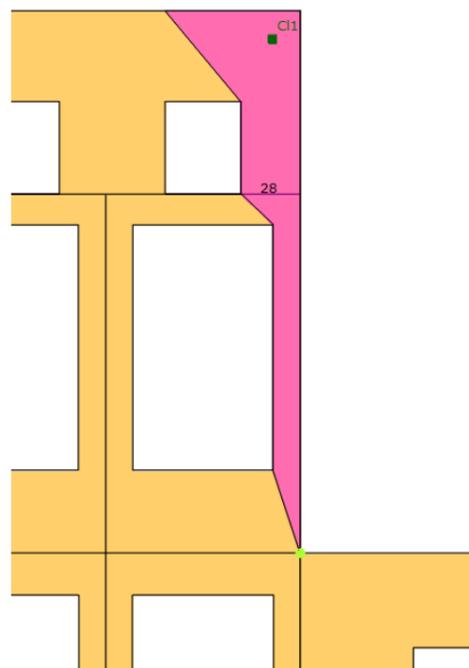
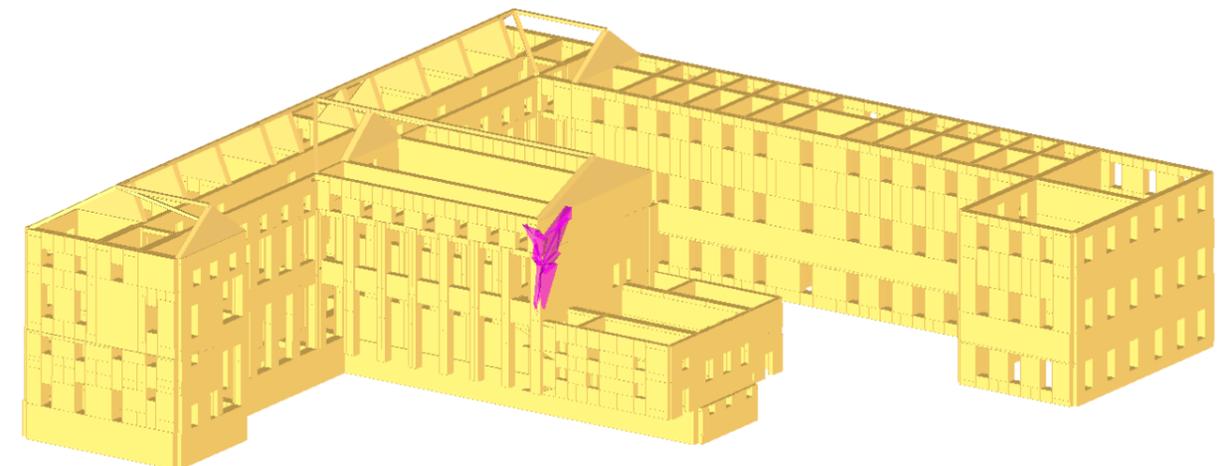


Immagine 66 Posizionamento catena nella parete 21.



Immagini 67 Assonometria raffigurante tridimensionalmente la porzione soggetta a collasso.

BIBLIOGRAFIA

Albano G. , Cuzzilla R. , *Interventi di recupero strutturale degli edifici in muratura* , Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2012

Associazione ex allieve del liceo ginnasio G. F. Porporato di Pinerolo! , *130 anni vita, 1862 - 1992* , Pinerolo, 1992

Bernardi J. , *Ospizio de' catecumeni in Pinerolo; cenni storici* , Italia, Tip. di G. Chiantore, 1864

Bertolotto C. , saggio in *La collezione civica d'arte di Palazzo Vittone* , Pinerolo, 2008

Brino G. , *Rilievo del centro storico di Pinerolo: quartieri ed abitazioni*, vol.3 , Torino, Ed. Quaderni di Studio, 1966

Carutti D. , *Storia della città di Pinerolo* , ebook

Matta C. , Mignozzetti A. , *Bernardo Vittone. Un architetto nel Piemonte del '700* , Chieri, Gaidano & Matta, 2016

Olivero E. , *Le opere di Bernardo Antonio Vittone, Architetto Piemontese del Secolo XVIII* , Torino, Tipografia del Collegio degli Artigianelli, 1920

Passanti M. , *Ospedali del Sei e Settecento in Piemonte* , Torino, Atti e rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 1951

Piccone V. , *L'architettura barocca nel pinerolese : Vittone, Prunotto, Buniva* , rel. Andreina Griseri, Torino, 1977

Portoghesi P. , *Bernardo Vittone. Un Architetto tra Illuminismo e Rococò* , Roma, Edizioni dell'Elefante, 1966

Primo E. , *Il progetto del museo vivo in Palazzo Vittone a Pinerolo : capacità distributiva, impiantistica, strutturale* , rel. Sergio Santiano, Marco Filippi, Torino 1994

Rodolfo A. *Restauro e recupero degli edifici a struttura muraria. Analisi e interventi sul «costruito storico»* , Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2012

Signorelli B. , Vittone B. A. , *Bernardo Vittone e la disputa fra classicismo e Barocco nel Settecento : atti del convegno internazionale promosso dall' Accademia delle Scienze di Torino nella ricorrenza del secondo centenario della morte di B. Vittone, 21-24 settembre 1970* , Torino, 1970

STA Data, *3Muri, versione 12.6* , Torino, 2020

Tosel P. , *Un edificio vittoniano a Pinerolo : l'ex ricovero dei Catecumeni* , in Bollettino della Società Piemontese di archeologia e di belle arti, n.s., 2, 1948

Vittone B. A. , *Istruzioni elementari per l'indirizzo de' giovani allo studio dell'architettura civile* , Lugano, per gli Agnelli e Comp., 1760

Vittone B. A. *Istruzioni elementari concernenti l'ufficio dell'architetto civile. Volume primo, Testo* , Lugano, per gli Agnelli e Comp., 1766

Vittone B. A. *Istruzioni elementari concernenti l'ufficio dell'architetto civile. Volume secondo, Tavole* , Lugano, per gli Agnelli e Comp., 1766

Vittone B. A. *Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile. Volume primo, Testo* , Lugano, per gli Agnelli e Comp., 1766

Vittone B. A. *Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile. Volume secondo, Tavole* , Lugano, per gli Agnelli e Comp., 1766

SITOGRAFIA

Turin A. , *2 aprile 1808 il terremoto che distrusse il Pinerolese* , 2 aprile 2018, vocepinerolesse.it

<http://www.comune.pinerolo.to.it/web/index.php/turismo/visitare-pinerolo/una-citta-tutta-da-vivere> - Sito Comune di Pinerolo