

POLITECNICO DI TORINO
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

Indagine progettuale finalizzata al restauro del Collegio dei Catecumeni di Bernardo Vittone in Pinerolo ; l'immagine architettonica e l'architettura impiantistica termo-idraulica per una rinnovata destinazione museale.



Relatore
professore Carlo Luigi Ostorero

Candidato
Marianna Lopez

Anno Accademico 2020/2021



L'obiettivo di studio della presente tesi tratta la riqualificazione di Palazzo Vittone sito a Pinerolo, edificio di valenza storica costruito nella seconda metà del '700 che prende il nome dal suo omonimo ideatore Bernardo Antonio Vittone.

L'analisi per il recupero dell'intero edificio è stata sviluppata su due differenti livelli.

Nella prima parte è stata effettuata un'analisi prettamente storica dell'edificio basata sulla ricerca bibliografica dagli archivi e un'analisi sulla distribuzione funzionale del fabbricato tramite sopralluoghi diretti al fine di comprendere le diverse fasi di evoluzione del Collegio dei Catecumeni dall'idea originale di progetto pensata da Vittone fino ad arrivare allo stato attuale dell'edificio.

La seconda parte è finalizzata allo studio dell'edificio dal punto di vista energetico. Si è partiti con un'analisi dello stato attuale del fabbricato tramite preventivi sopralluoghi per raccogliere tutti i dati necessari alla progettazione energetica avvalendosi dell'aiuto del software Edilclima. A seguito dell'analisi preliminare sono state ipotizzate tre proposte progettuali di intervento quali: la rimozione dell'impianto esistente con tutti i terminali annessi e la successiva installazione di un impianto di cogenerazione con un sistema di pannelli radianti a pavimento, la sostituzione di tutti i serramenti ad esclusione di quelli posti sulla facciata principale e il ripristino del porticato al piano terra con conseguente installazione di facciate vetrate.

Dagli interventi ipotizzati si è riscontrato un netto miglioramento delle prestazioni dell'edificio che ha permesso un innalzamento consistente della sua classe energetica.



The study objective of this thesis deals with the redevelopment of Palazzo Vittone located in Pinerolo, a building of historical significance built in the second half of the 18th century which takes its name from its homonymous designer Bernardo Antonio Vittone.

The analysis for the recovery of the entire building was developed on two different levels.

In the first part, a purely historical analysis of the building was carried out based on bibliographic research from the archives and an analysis on the functional distribution of the building through direct inspections in order to understand the different phases of evolution of the College of Catechumens from the original idea of project conceived by Vittone up to the current state of the building.

The second part is aimed at studying the building from an energy point of view. We started with an analysis of the current state of the building through preventive inspections to collect all the data necessary for energy design with the help of the Edilclima software. Following the preliminary analysis, three intervention project proposals were hypothesized such as: the removal of the existing system with all the attached terminals and the subsequent installation of a cogeneration plant with a system of radiant floor panels, the replacement of all windows with the exception of those on the main facade and the restoration of the porch on the ground floor with the consequent installation of glass facades.

From the hypothesized interventions, a clear improvement in the performance of the building was found, which allowed a significant increase in its energy class.

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 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....

5.1 Decreto legislativo 192/2005.....	45
5.2 Decreto sui Requisiti Minimi.....	45
5.3 Dati climatici.....	45
5.4 Caratteristiche termiche involucro opaco e involucro trasparente.....	45
5.5 Calcolo di progetto invernale.....	46

CAPITOLO 6 - IMPIANTI DI COGENERAZIONE.....

6.1 Cenni storici.....	48
6.2 Cogenerazione: una nuova energia rinnovabile.....	48
6.3 Campi di applicazione.....	48
6.4 Quantificazione dei consumi.....	49

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON EDILCLIMA.....

7.1 Introduzione al software e metodo di calcolo.....	50
7.2 Stato di fatto.....	50
7.2.1 Input del modello	50
7.2.1.1 Dati generali.....	50
7.2.1.2 Componenti involucro.....	53
7.2.1.3 Input grafico.....	60
7.2.1.4 Impianti.....	64
7.3 Stato di progetto.....	67
7.3.1 Interventi di riqualificazione.....	67
7.3.1.1 Modifiche impiantistiche.....	67
7.3.1.2 Modifiche involucro.....	70
7.3.2 Risultati ottenuti.....	72
7.3.3 Prestazione energetica globale.....	74

BIBLIOGRAFIA.....	75
-------------------	----

Il problema del consumo energetico degli edifici è uno dei principali argomenti di dibattito a livello scientifico internazionale.

Dal protocollo di Kyoto, alle direttive europee fino alle leggi nazionali, ogni Stato ha l'obiettivo di diminuire costantemente le emissioni di CO₂ per arrivare al traguardo di emissioni zero.

A livello europeo i dati sono allarmanti. Il settore dell'edilizia da solo consuma circa il 40% dell'energia primaria finale lorda della UE e circa il 75% degli edifici sono inefficienti a livello energetico. Buona parte di questa energia è destinata alla climatizzazione dei locali per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo.

Per questo motivo il presente lavoro di tesi ha come oggetto di studio l'analisi interdisciplinare dell'Ospizio dei Catecumeni, sito in Pinerolo in provincia di Torino, finalizzato al recupero sia dal punto di vista storico-funzionale che dal punto di vista energetico.

La prima parte dello studio è stata sviluppata con i colleghi Alex Galetto, Simone Gramaglia e Alessia Ricco con i quali si è cercato di ricostruire il cambiamento e l'evoluzione dell'edificio durante il corso del tempo. A seguito di preventivi sopralluoghi a Palazzo Vittoni e di letture di documentazioni cartacee reperite dall'archivio storico di Torino, è stata sviluppata un'analisi filologica e un'analisi storico-evolutiva dell'edificio fino ad arrivare ad uno studio più approfondito dello stato di fatto.

La ricerca prosegue con una valutazione attenta e accurata dei fabbisogni energetici totali dell'edificio mediante l'analisi dei componenti opachi e trasparenti facenti parte dell'involucro e dell'impianto installato nella configurazione attuale dello stabile.

Questa valutazione ha permesso di sviluppare una serie di idee progettuali in parte riguardanti l'involucro, quali la sostituzione dei serramenti e la coibentazione della copertura, e in parte riguardanti l'impianto.

La scelta della nuova tipologia di impianto da installare è ricaduta su un impianto di cogenerazione, ed è stata anch'essa influenzata dal tema della sensibilizzazione al recupero inquadrato su larga scala ovvero riguardante diversi ambiti della progettazione: edilizio, strutturale, energetico.

In effetti, i cogeneratori sfruttano il calore, che normalmente andrebbe disperso, consentendo di ottenere massime prestazioni nel campo dell'efficienza energetica e al contempo permette di poter gestire la produzione di energia in maniera sicura, affidabile e continua.

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 co-

struì piazza San Carlo sulla quale, insieme alla chiesa omonima, si affacciavano i palazzi delle nobili famiglie piemontesi da poco inurbatesi. Fuori città sorgevano le residenze ducali destinate a soddisfare le 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



Immagine 1 Vista di Piazza Castello.



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

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%. 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 Stemmii. 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.

Castellamonte e Guarini furono le due principali guide per i successivi architetti che applicarono la lezione appresa dai due maestri in ogni an-

golo 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 Barocelli, 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 edifici. 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 Monregalese, 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 Vittono



Immagine 6 Ritratto di Bernardo Antonio Vittono.

Bernardo Antonio Vittono 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.

Vittono 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 Vittono, 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 Vittono 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, com-

posto 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 Vittono 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 Vittono 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 Vittono. 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 Vittono. 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 Vittono 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 comprendere 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



Immagine 7 Cappella chiesa della visitaione al Vallinotto.

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 Girio di a Costigliole Saluzzo. Gli anni più centrali nel suo periodo artistico furono gli anni Quaranta e la prima metà degli anni Cinquanta. Qui Vittone 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 Vittone 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... Vittone 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 petium”. 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 Vittone 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 Vittone 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 con-

verge e si accentra l'interesse delle creazioni del Vittone...” (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 Vittone 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 Vittone 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.

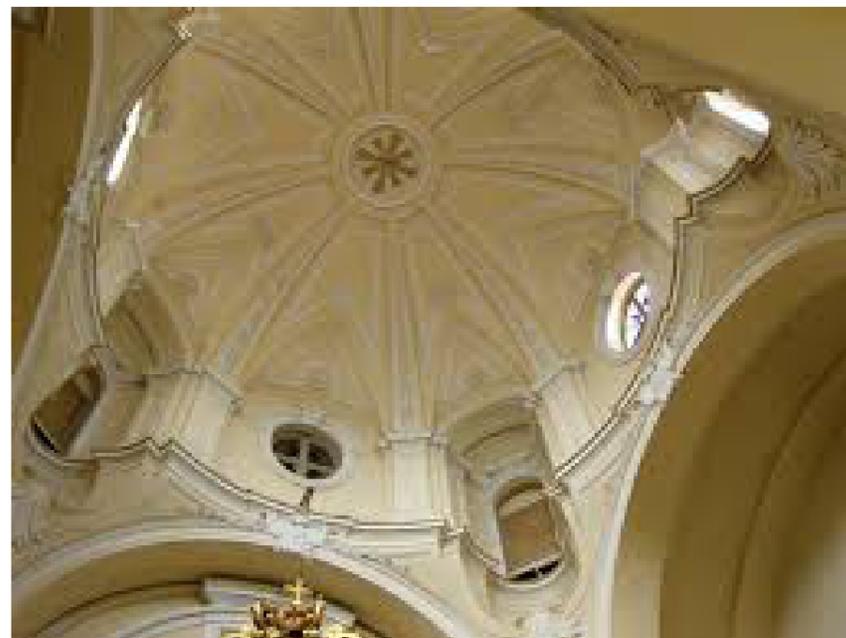


Immagine 8 Cappella Ospizio di Carità di Carignano.

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. Terminato il suo periodo artistico più centrale, dalla metà degli anni Cinquanta Vittone 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 sollecitazioni del nuovo che avanza. Del resto, come fa notare Canavesio (2001), “...il Classicismo Vittone 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 Vittone 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 Vittone, 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

(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		
					20082	17 10
					23633	2 2
					50291	9 12

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

dopo fossero pagati in economia. Dal fondo a disposizione dell'Ospizio 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 suffocazione 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. Supplico 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'ul-

timaisola 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,

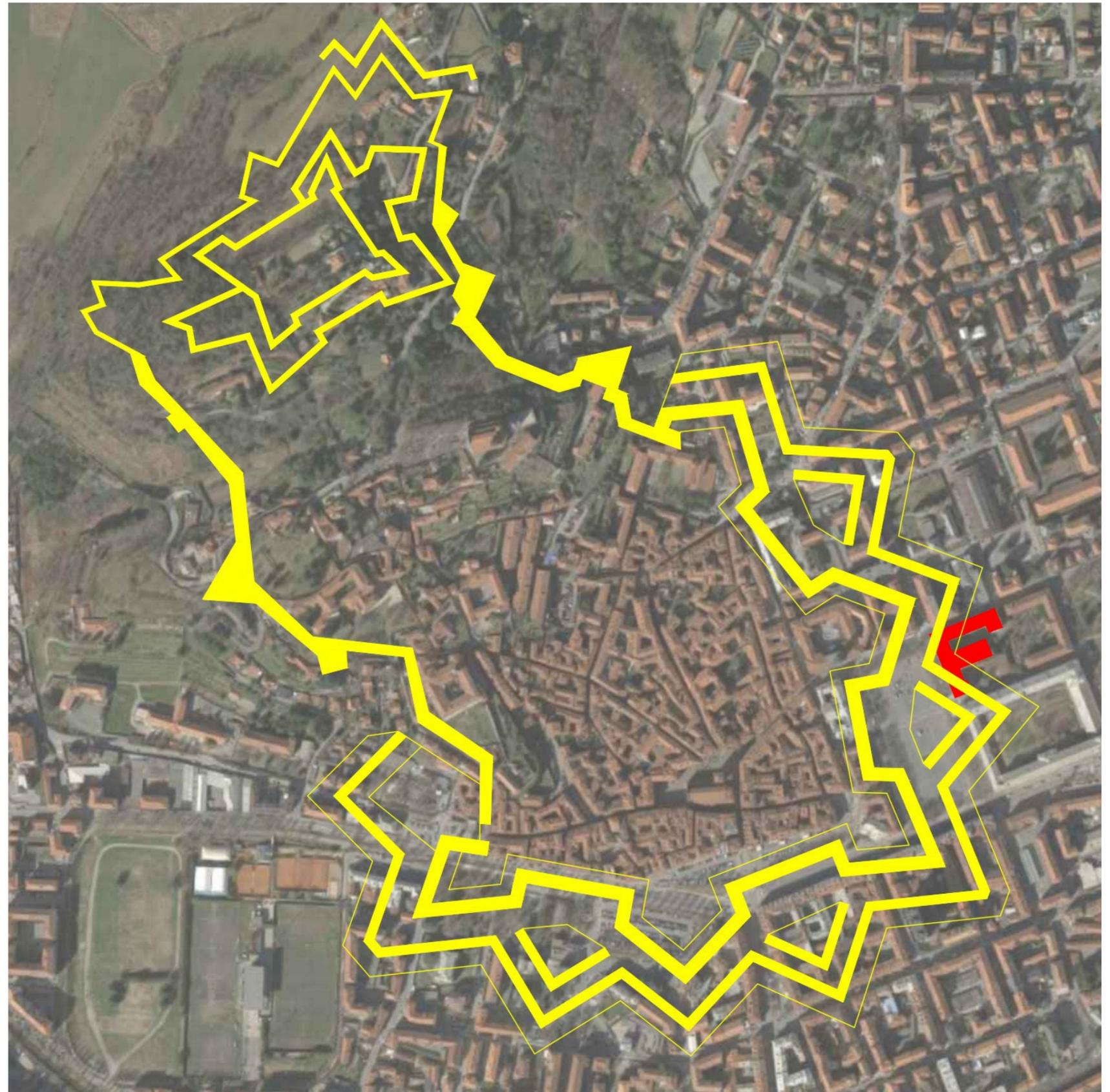


Immagine 1 Veduta dall'alto del centro storico della città di Pinerolo, con evidenziato in giallo il perimetro delle fortificazioni risalenti al 1680 e in rosso la posizione attuale dell'Ospizio dei Catecumeni.

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.

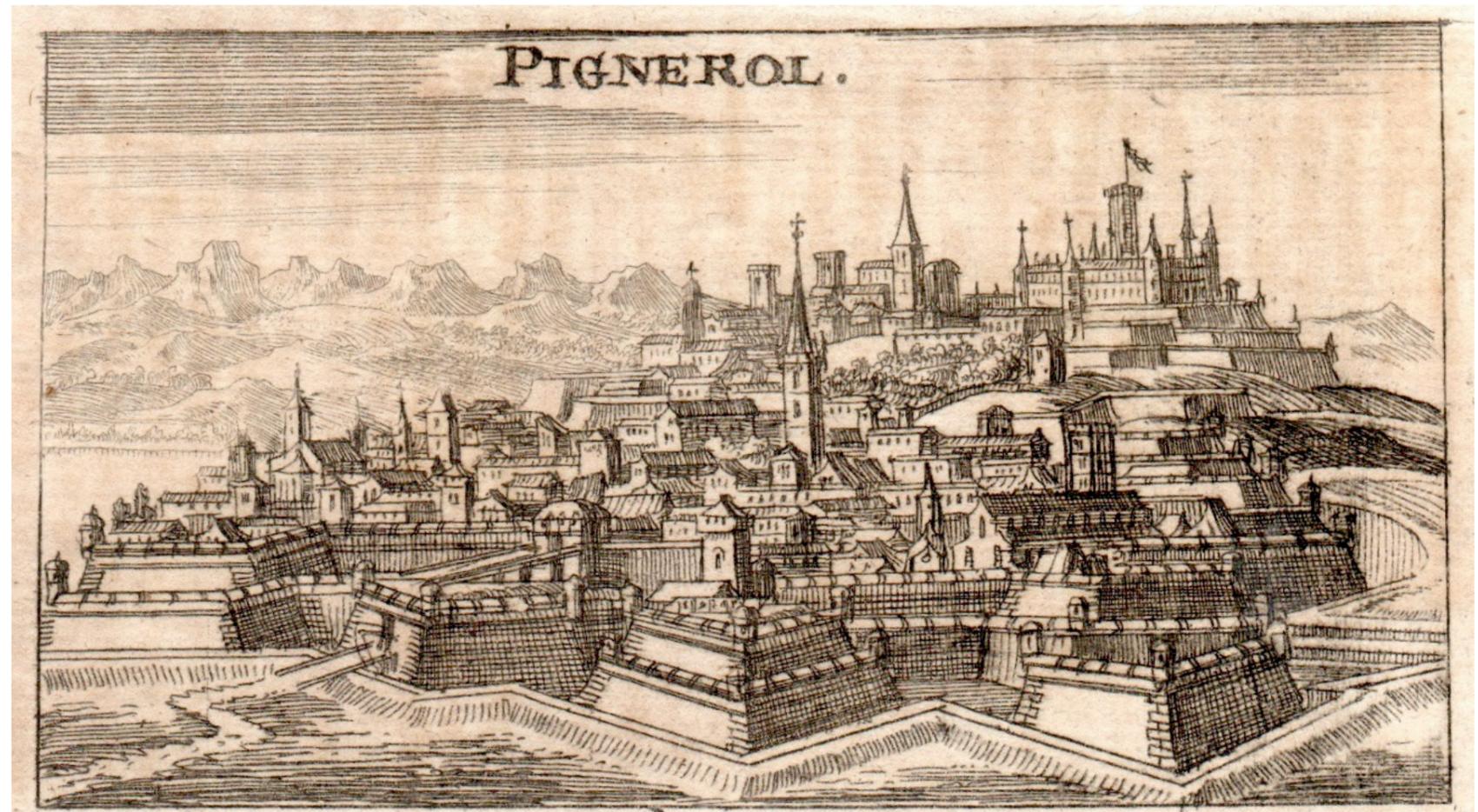


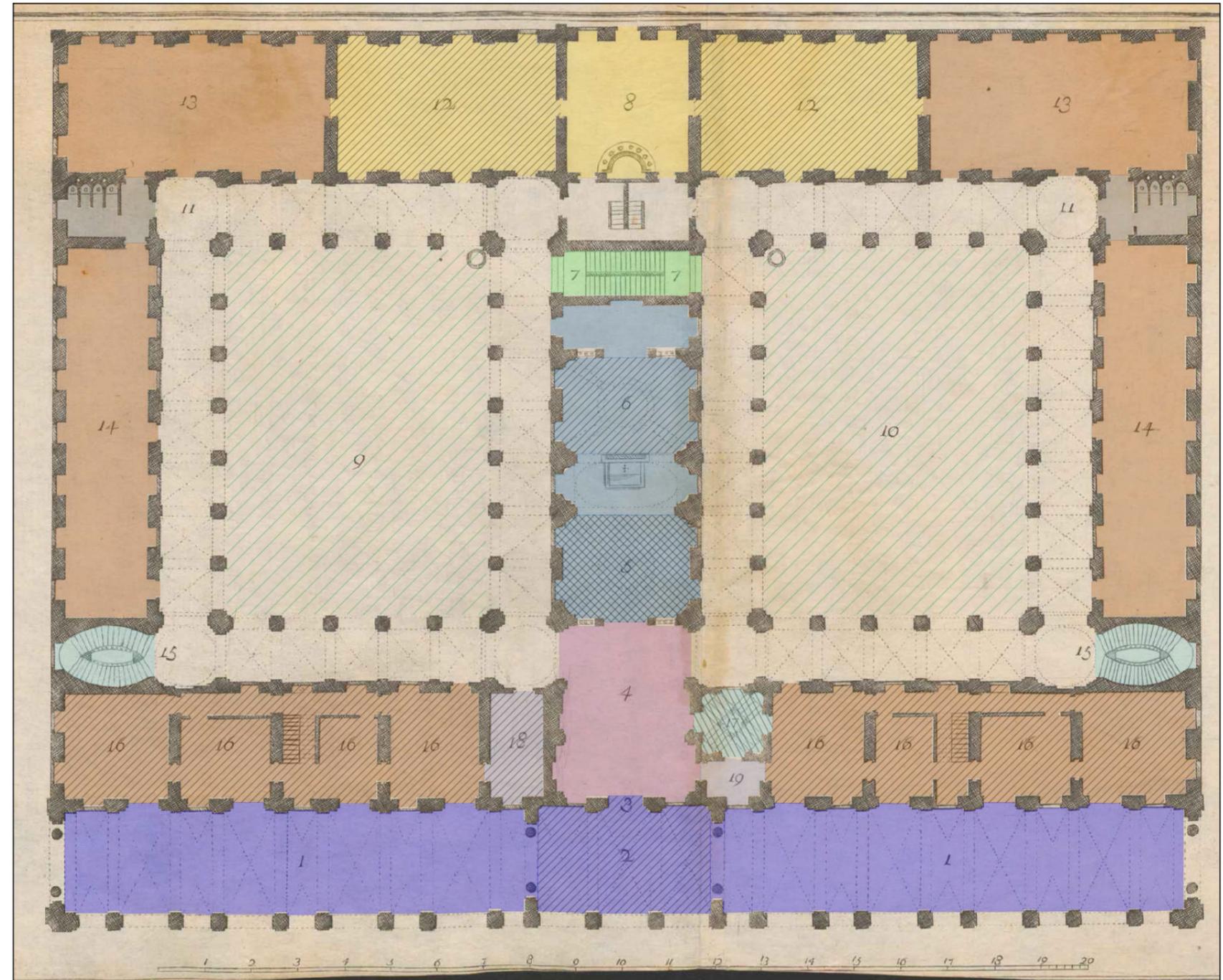
Immagine 2 Veduta generale di Pinerolo tratta dall'opera *Ausführliche und Gendrichtige Beschreibung des gantzen Italieens* di Christoff Riegel stampata a Francoforte nel 1692.

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.

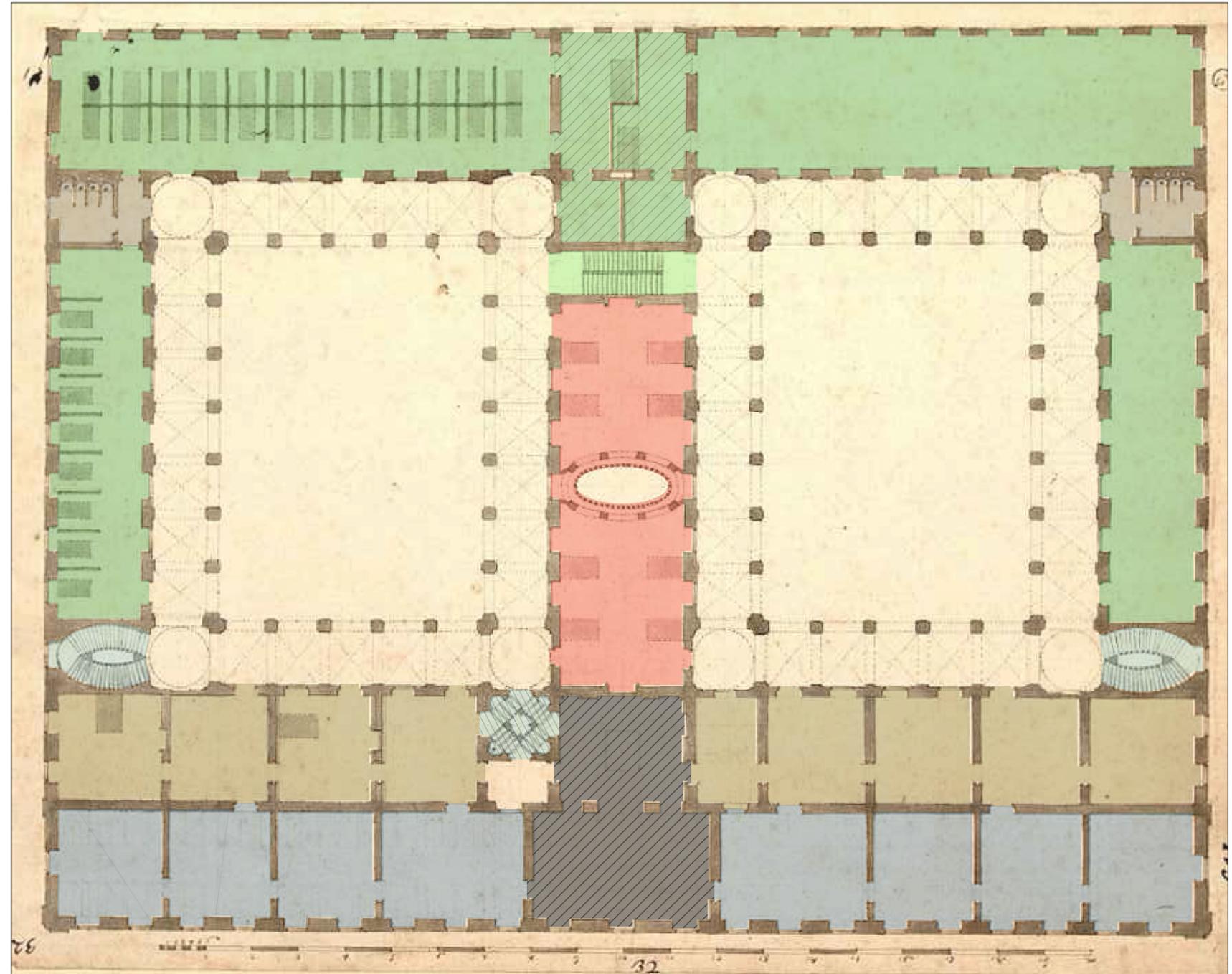
Legenda:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 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 | |



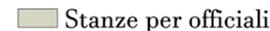
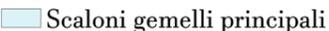
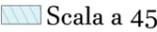
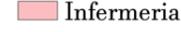
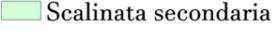
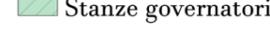
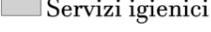
Piano nobile

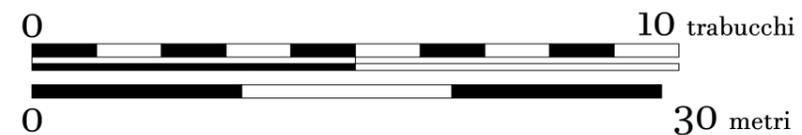
Nel primo piano del palazzo avevano luogo i dormitori dei ricoverati, si ipotizza che nella manica posteriore vi erano quelli destinati ai giovani, comunicanti con le stanze riservate ai governatori poste al centro, sopra la cucina, mentre sulle maniche laterali erano disposti i dormitori per gli adulti. 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 VITTONO



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

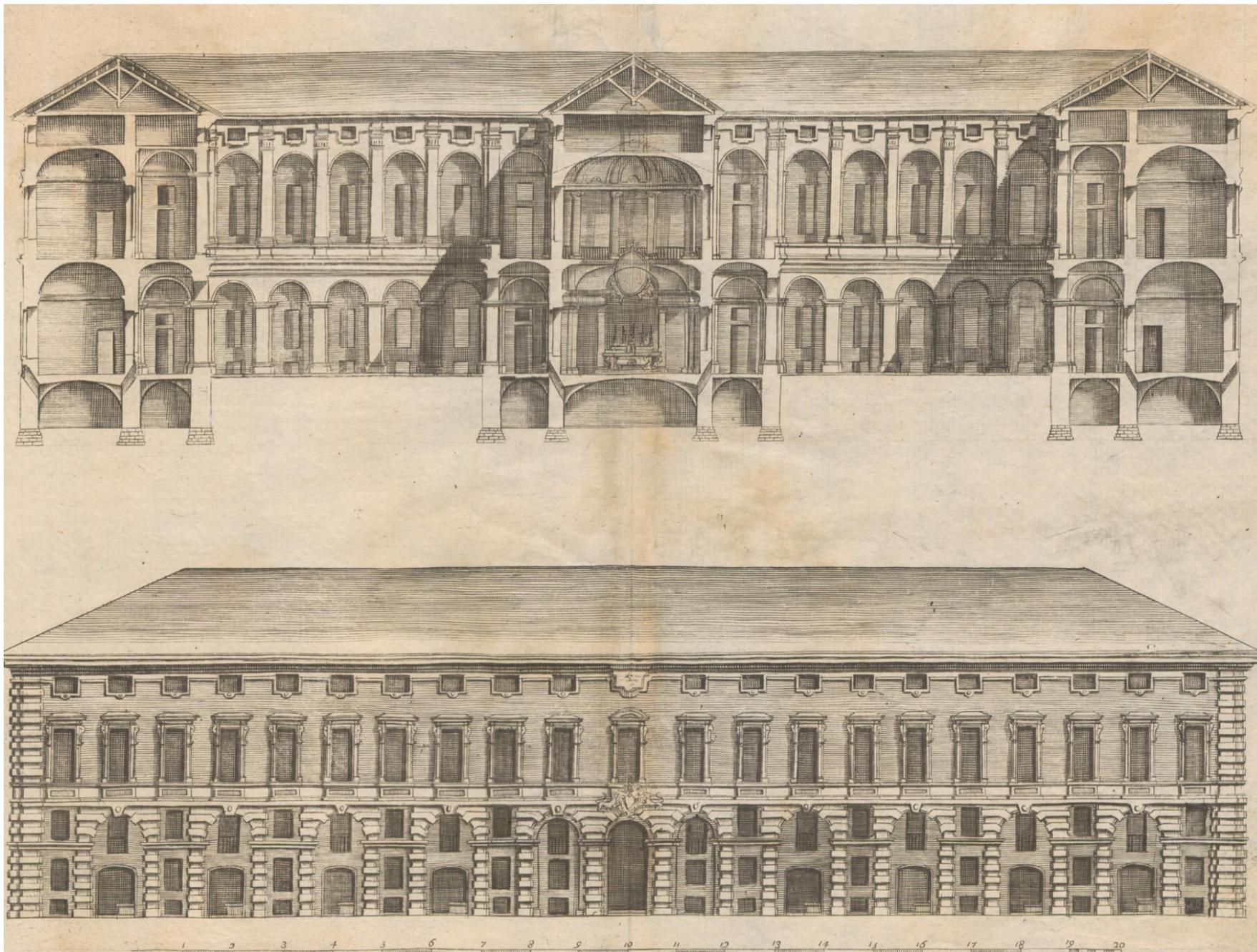
né tantomeno trasparente, e le coperture sono pensate con orditura in legno con capriata palladiana.

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.

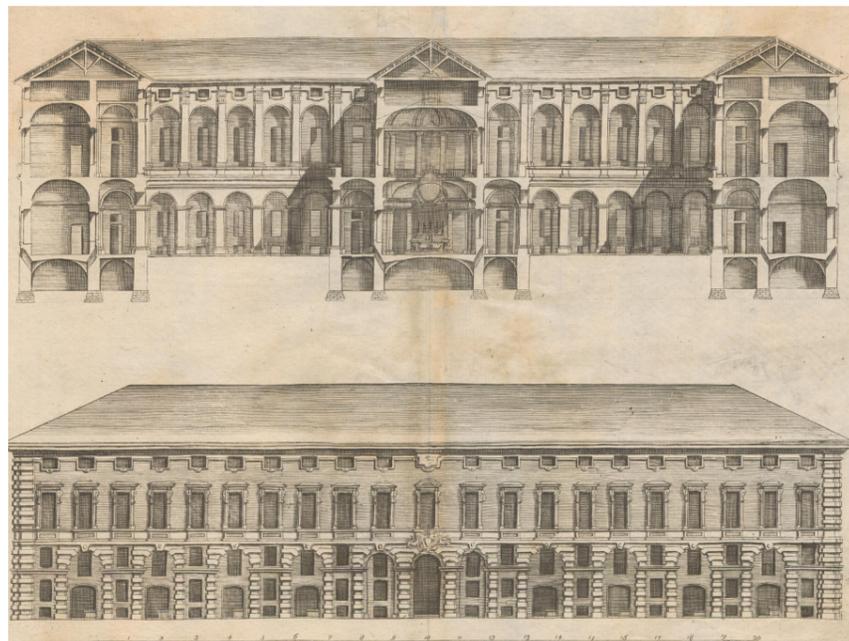
Bernardo Antonio Vittone - *“Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile”* - Volume 2 - Tavola 16. Esempio di scala utilizzata in Palazzo Vittone di Pinerolo.



3.3 Le architetture dei ricoveri vittoniani

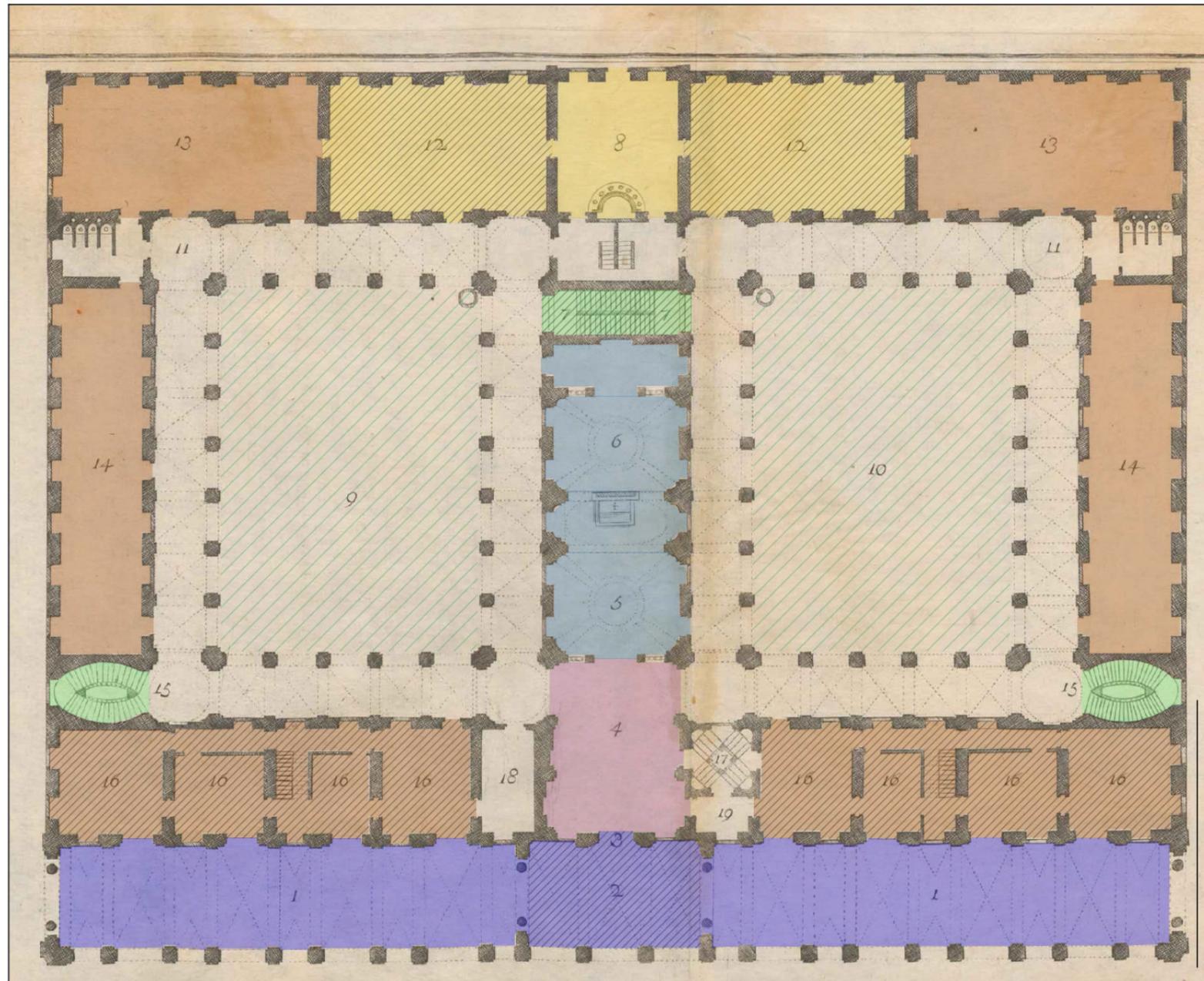
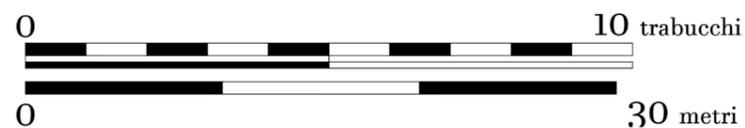
Di seguito verranno riportati altri due esempi di edifici di ricovero progettati da Vittone per eseguire un paragone dei loro schemi funzionali con quelli dell'ospizio pinerolese. Gli edifici che saranno esaminati sono l'Albergo di Carità a Carignano e l'Ospedale di Carità, sito a Casale Monferrato. 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 Vittone - "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 VITTONI



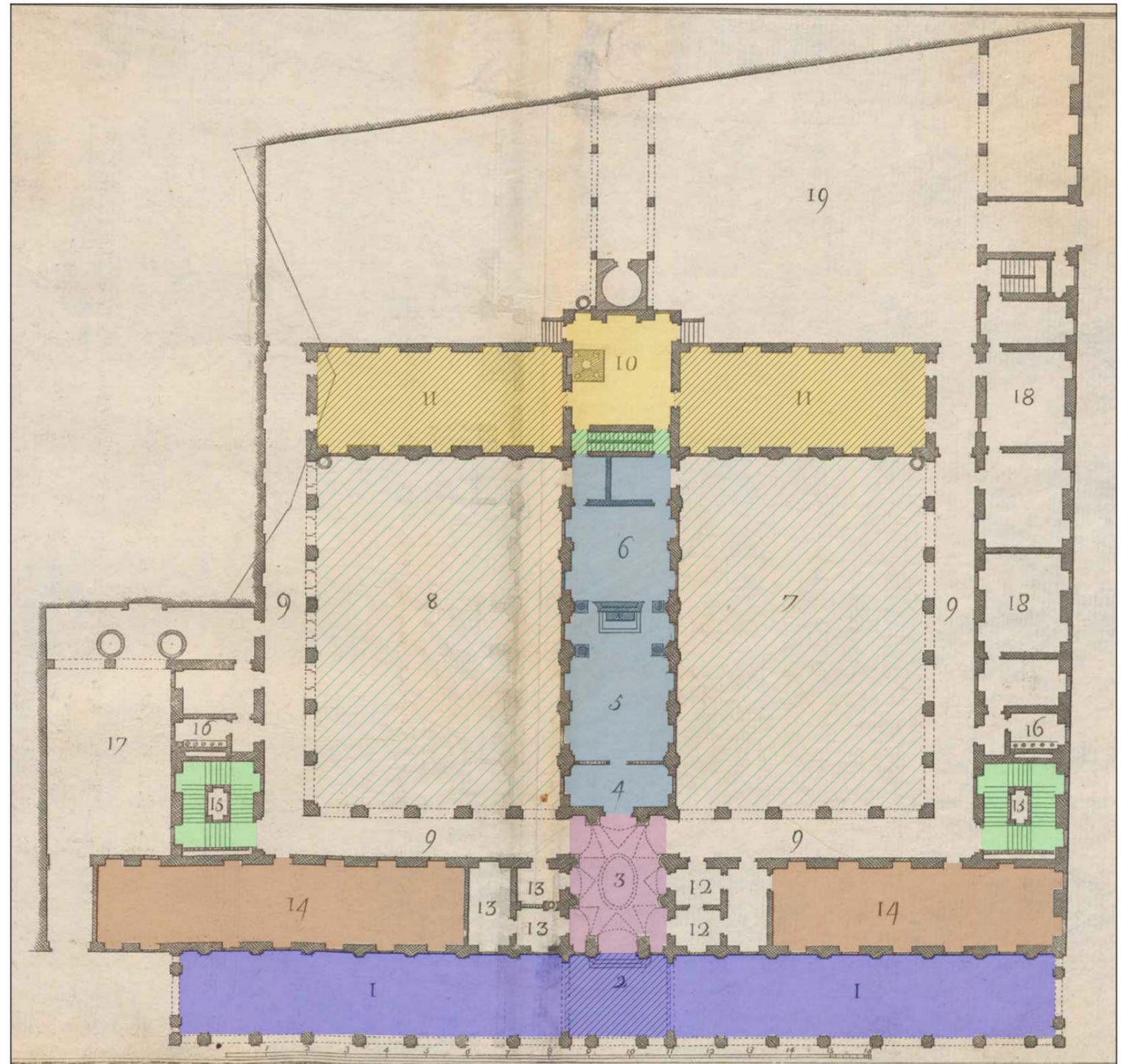
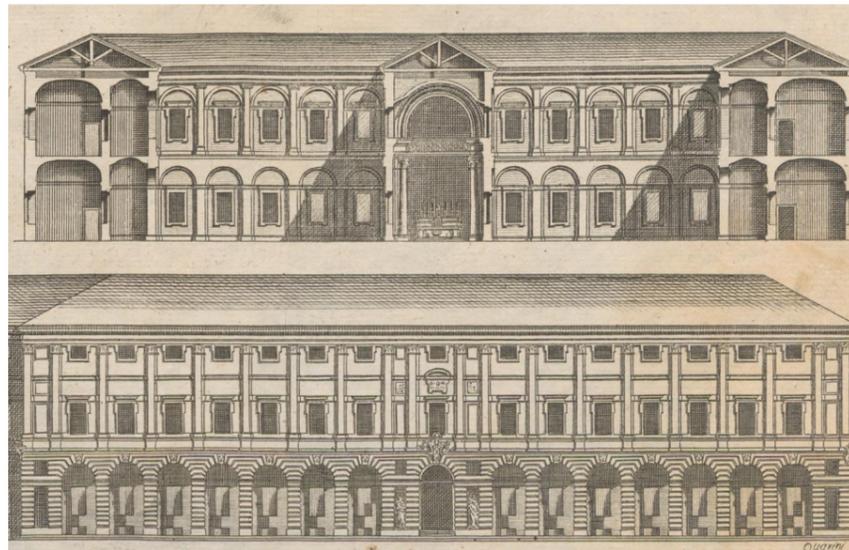
EDIFICIO: Ospedale di Carità

COLLOCAZIONE: Casale Monferrato (AL)

DATA: 1740

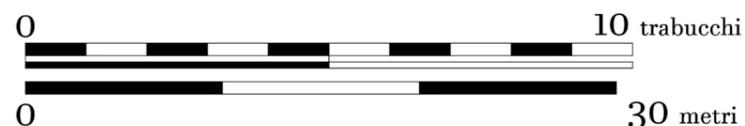
FONTE TAVOLE: Bernardo Antonio Vittoni - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavole 41-42.

A Casale Monferrato Vittoni 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, Vittoni 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 VITTORE

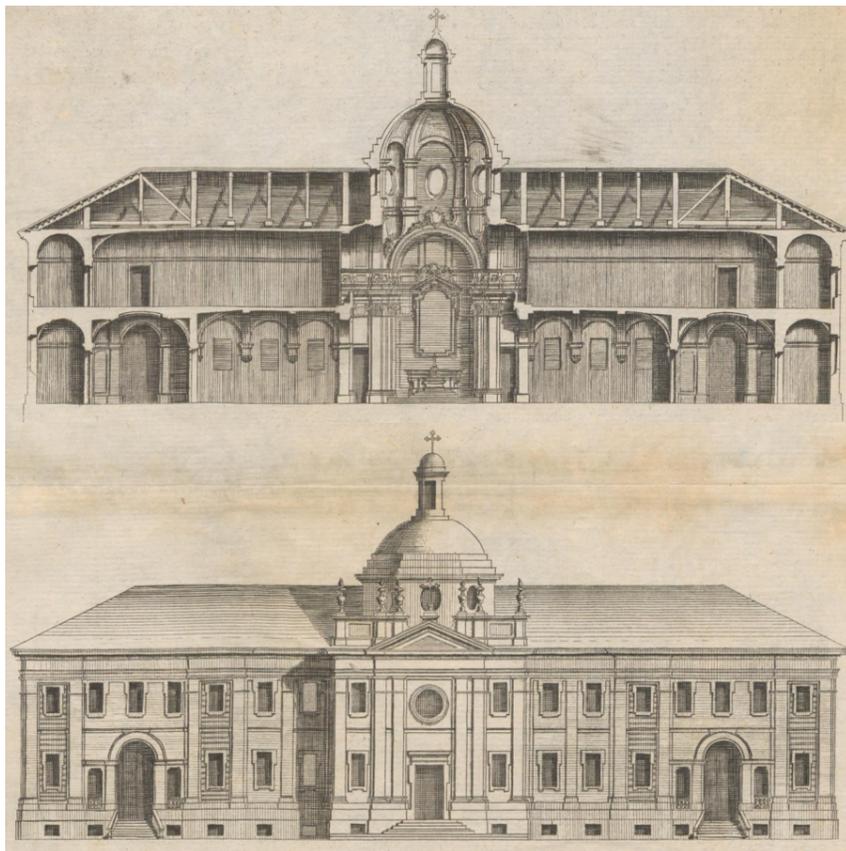
EDIFICIO: Albergo di Carità

COLLOCAZIONE: Carignano (TO)

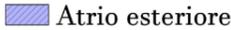
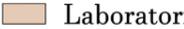
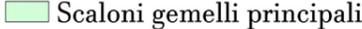
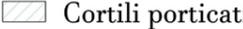
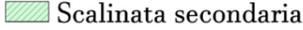
DATA: 1737-1744

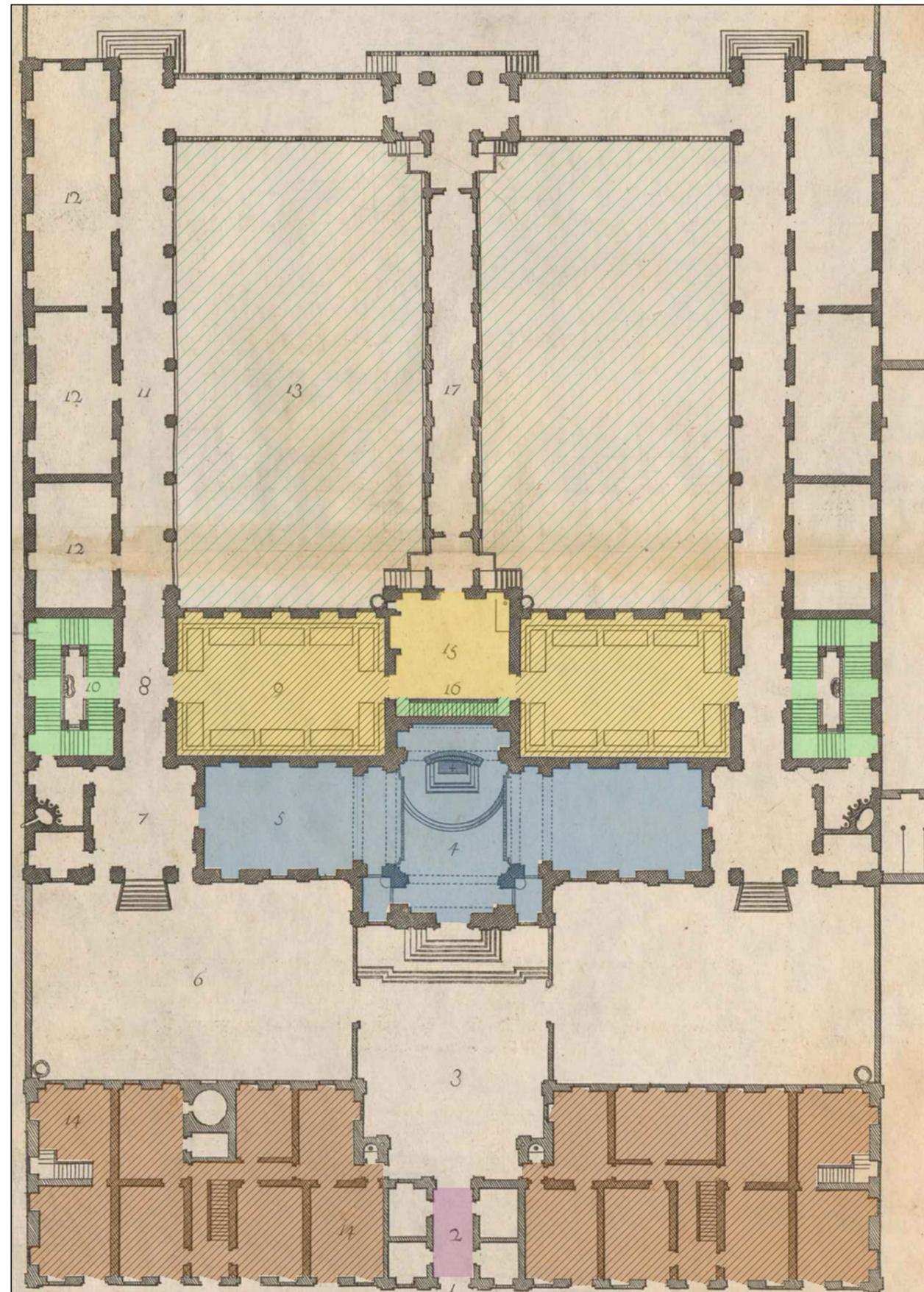
FONTE TAVOLE: Bernardo Antonio Vittone - "Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile" - Volume 2 - Tavole 39-40.

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).

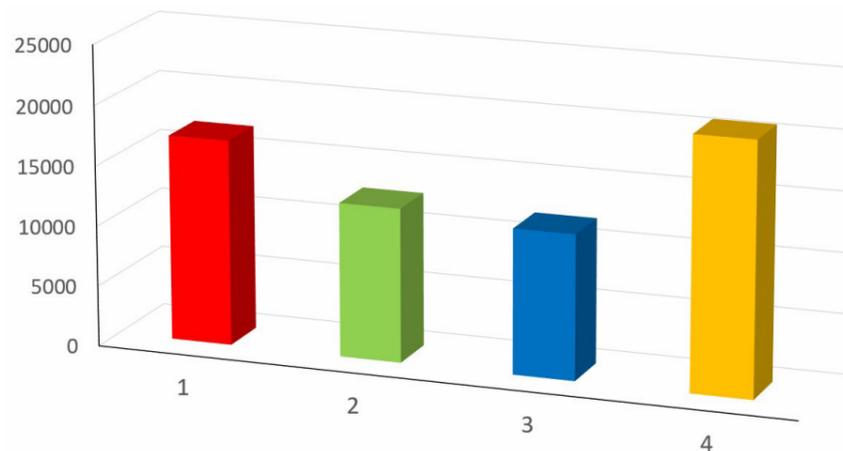
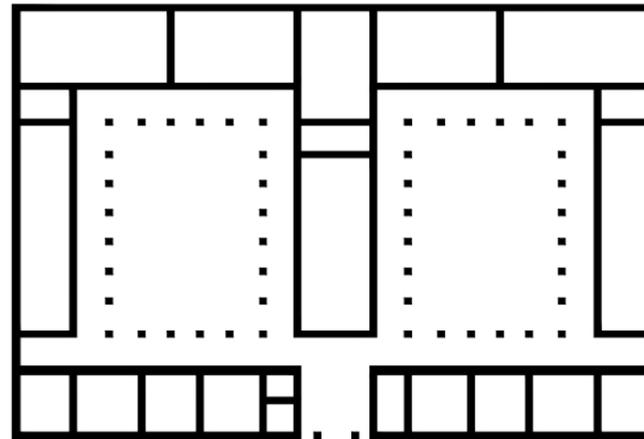
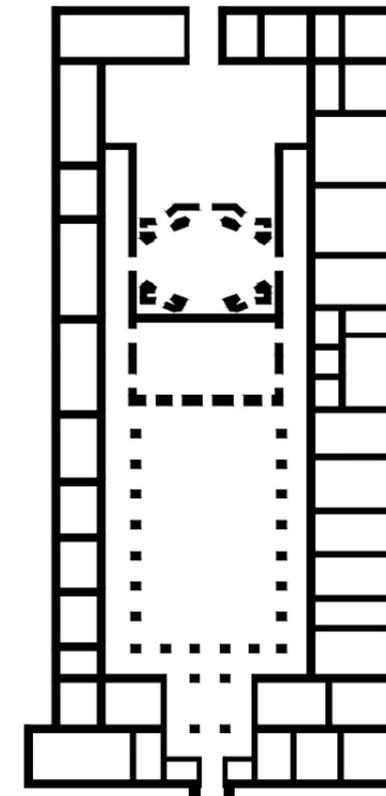


Immagine 3 Paragone delle aree complessive stimate dei quattro edifici.

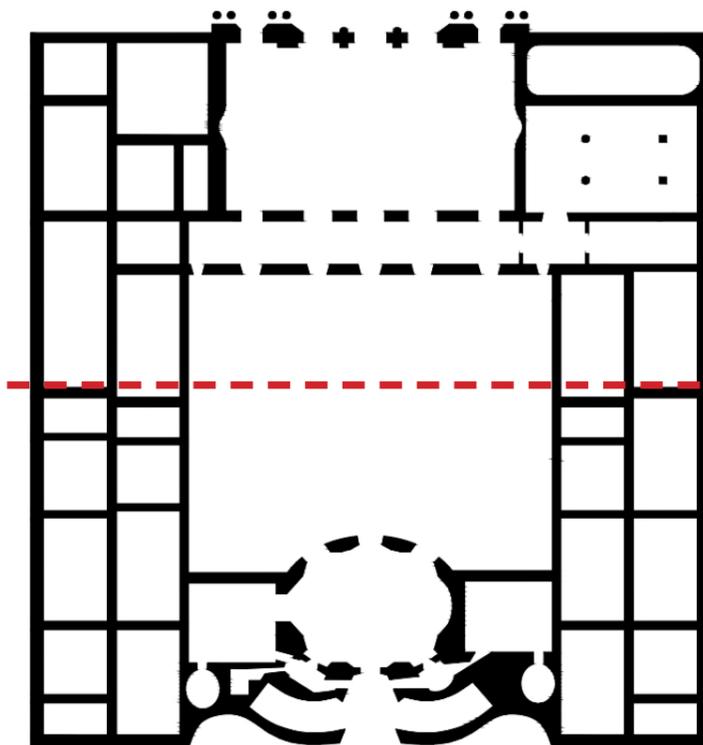
①



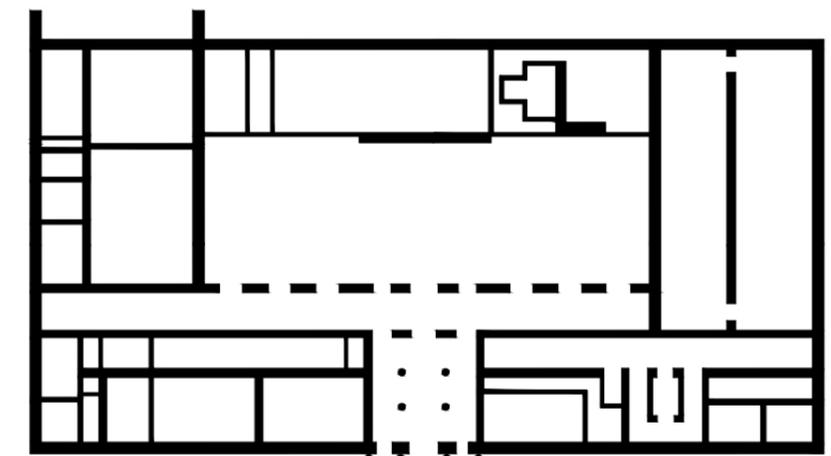
②



③



④

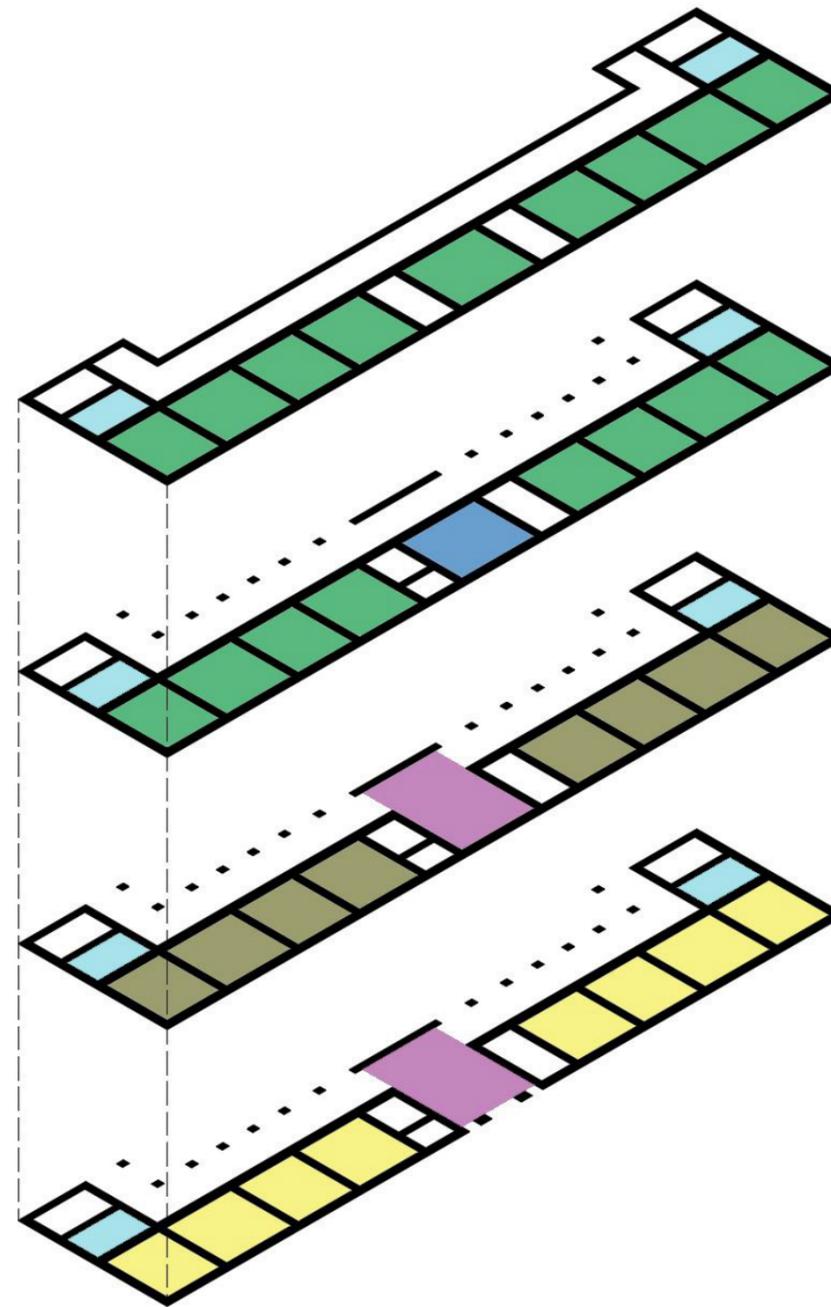


3.5 L'evoluzione della fabbrica

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.

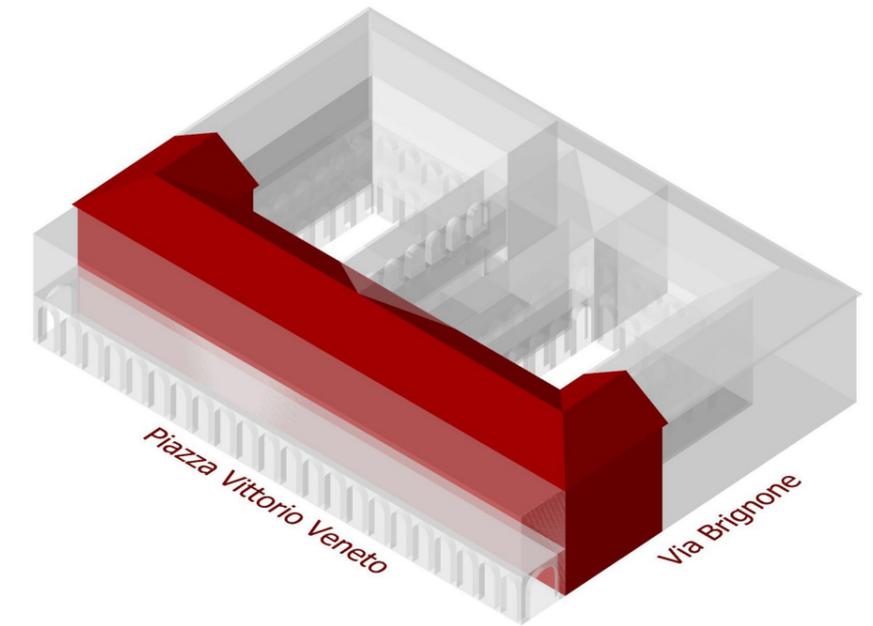
Dall'anno 1740 al 1743

- 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 quando 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 presente 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 mezzano 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

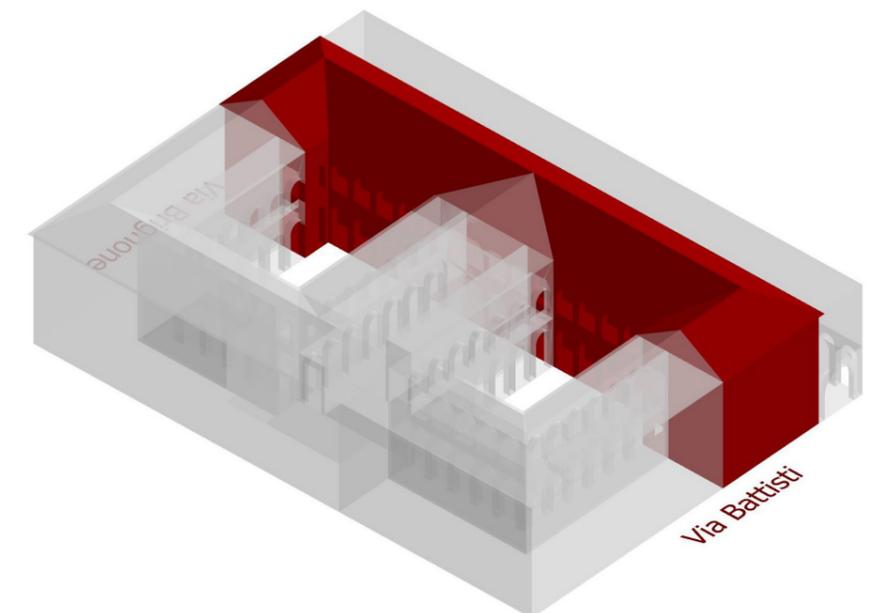


- Legenda:
- | | |
|--|--|
| Atrio ingresso | Cappella |
| Cucina/refettorio | Scaloni gemelli principali |
| Camere per personale | Dormitori |

Vista assometrica frontale



Vista assometrica posteriore



CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONI

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. Vittoni e l'impresa esecutrice per delle infiltrazioni dalle coperture e fondazioni e delle incongruenze tra l'altezza delle volte dell'infermeria e gallerie adiacenti.

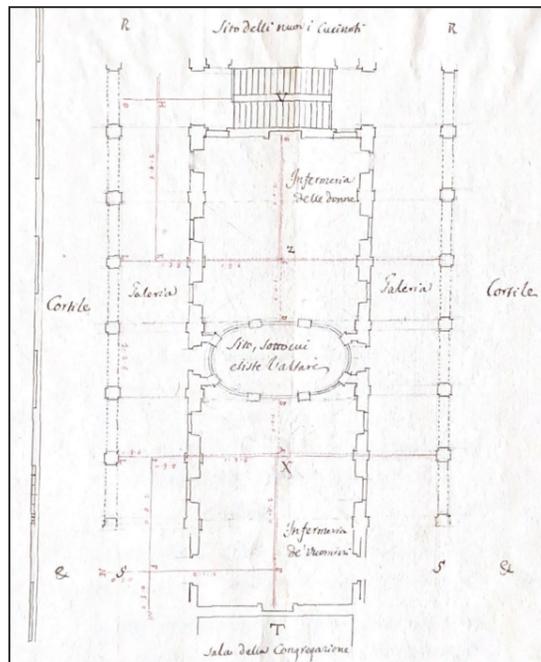
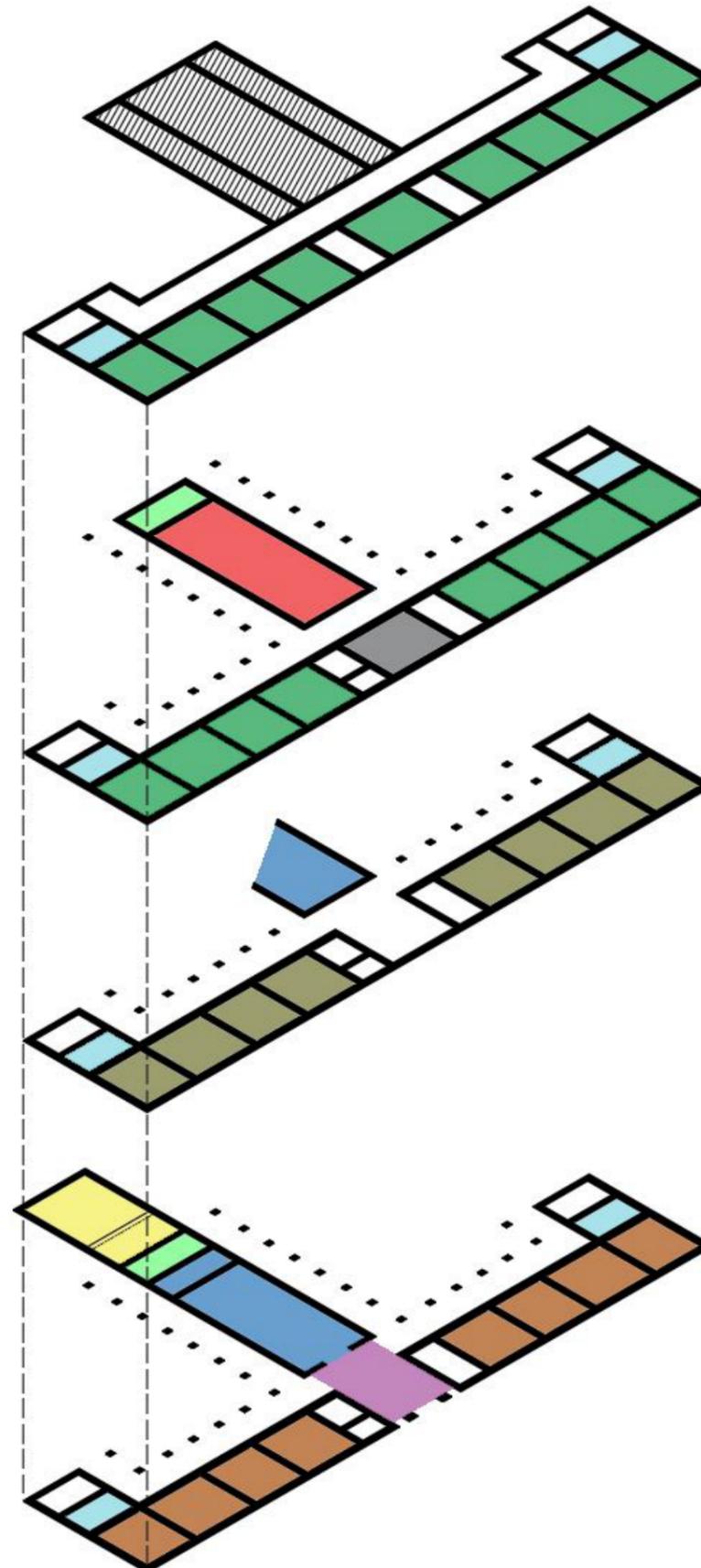


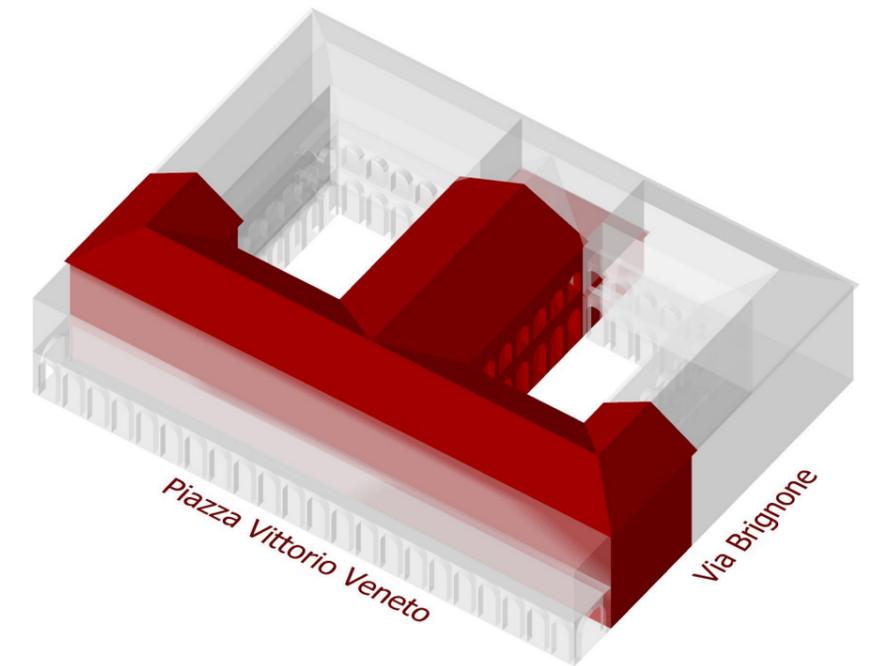
Immagine 4 Disegno pianta infermeria reperita da Sommario della causa tra imprenditore e ing. Vittoni, 1754 (Mazzo 15.2, fascicolo 7, Archivio Storico Torino).

Legenda:

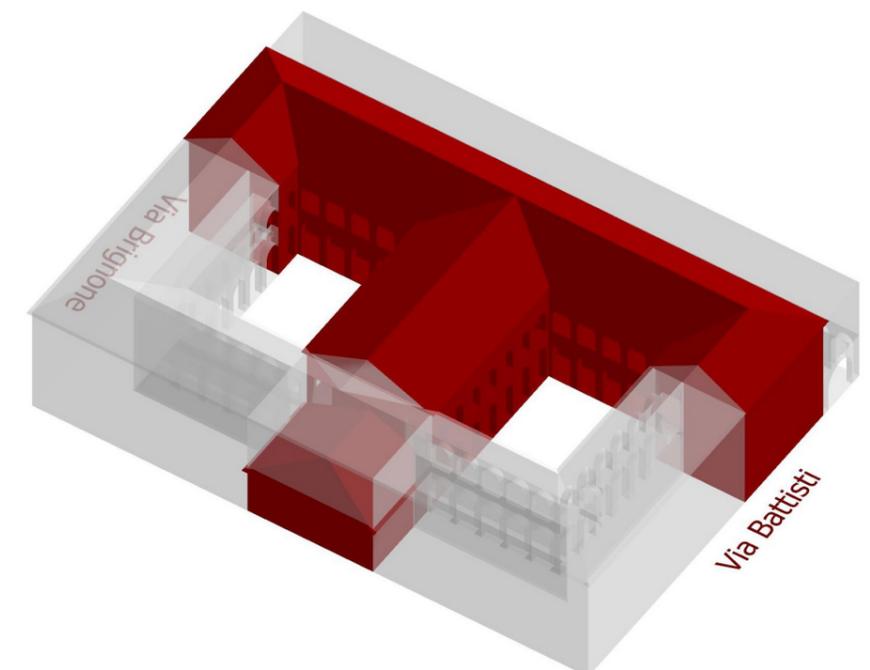
- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| Atrio ingresso | Botteghe/laboratori |
| Cucina/refettorio | Scalinata secondaria |
| Camere per personale | Infermeria |
| Cappella | Dormitori |
| Scaloni gemelli principali | Destinazione d'uso ignota |



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:

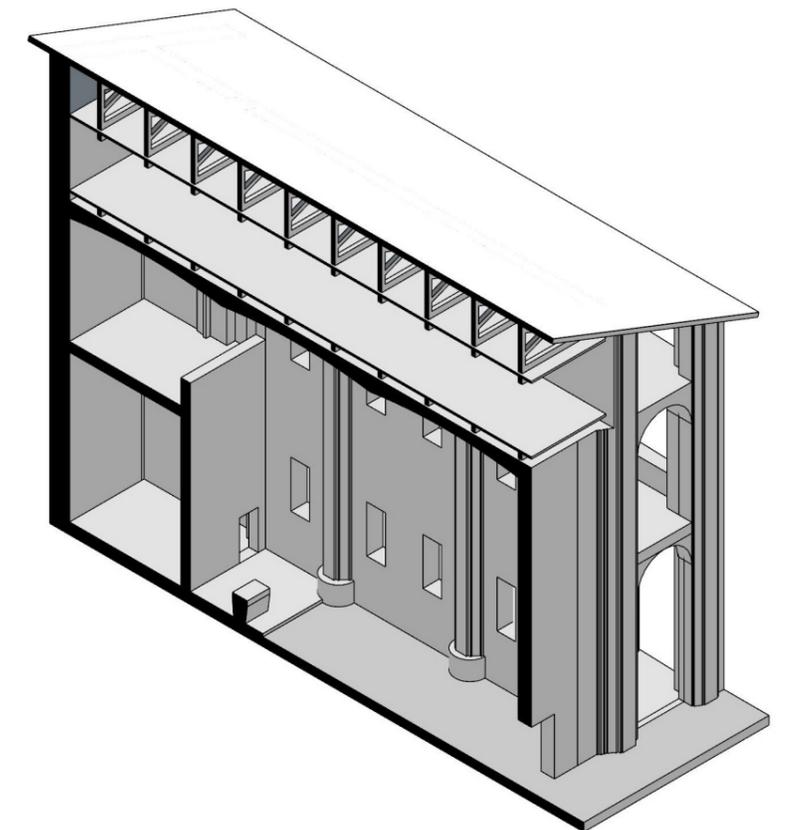
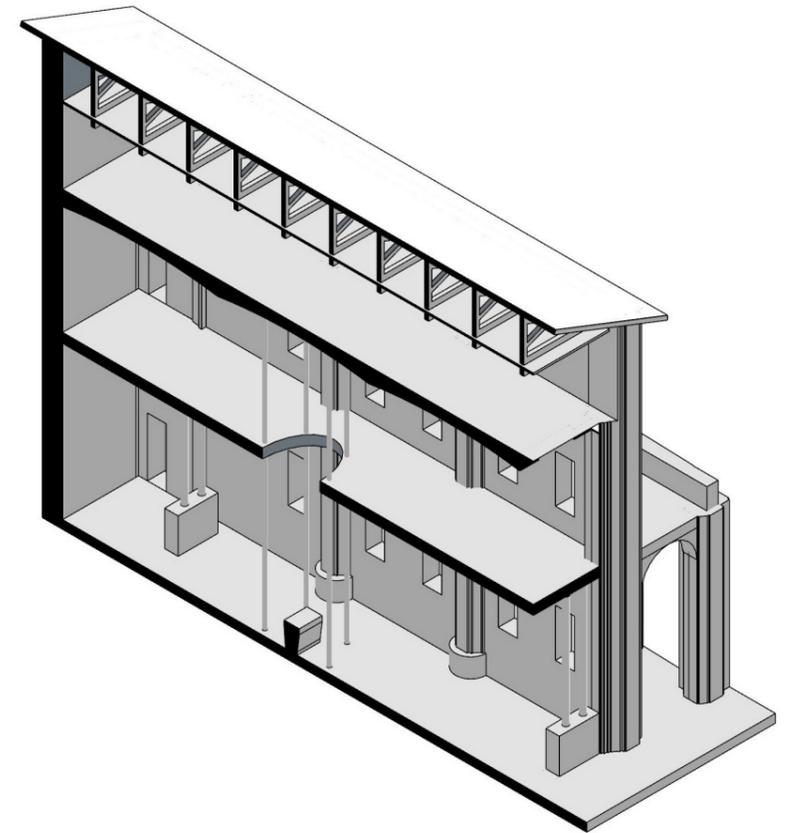
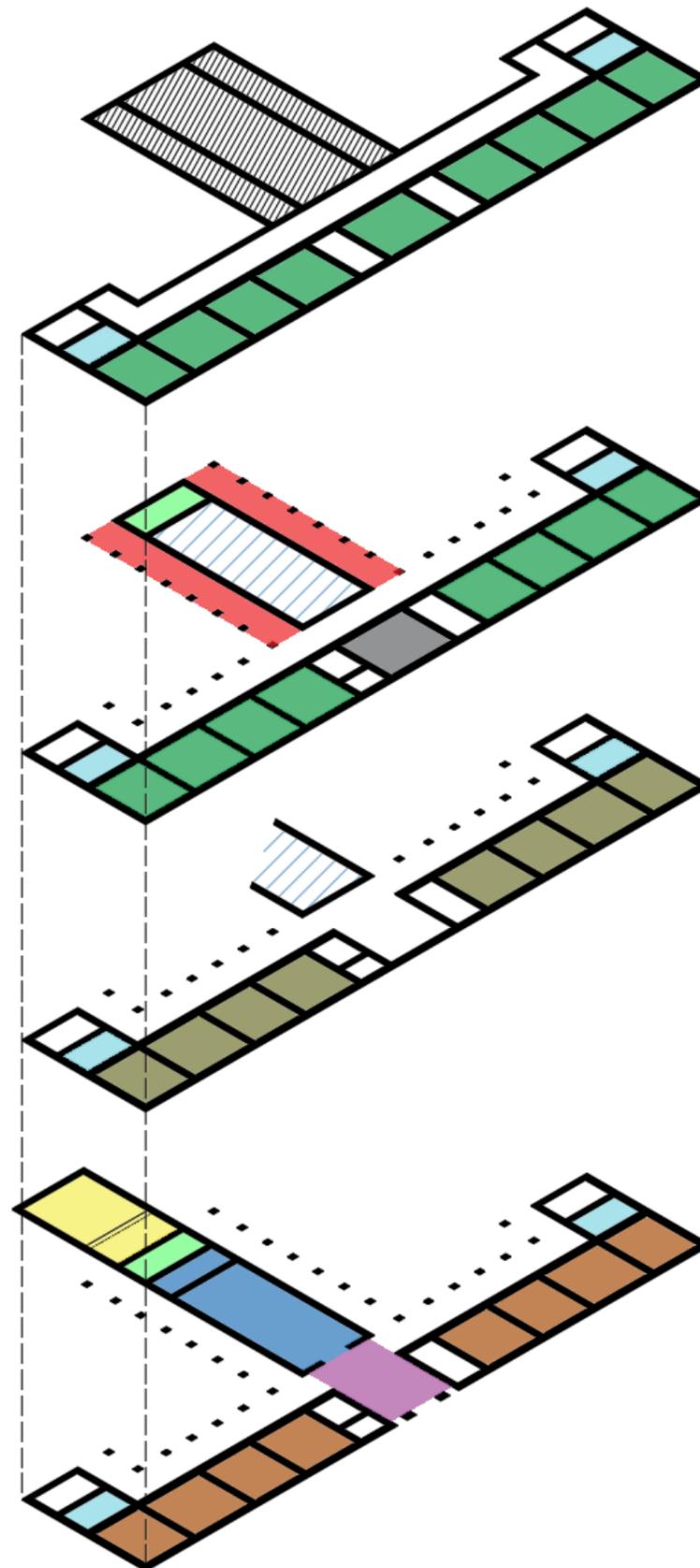
- la chiesa e l'atrio d'ingresso al palazzo non sono distinti da nessun tipo di dislivello;
- i portici laterali impediscono alla luce di accedere alle finestre e causano una cattiva illuminazione dello spazio interno;
- la disposizione centrale dell'altare è irregolare;
- l'infermeria disposta in questa 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 |



Il XIX e il XX secolo

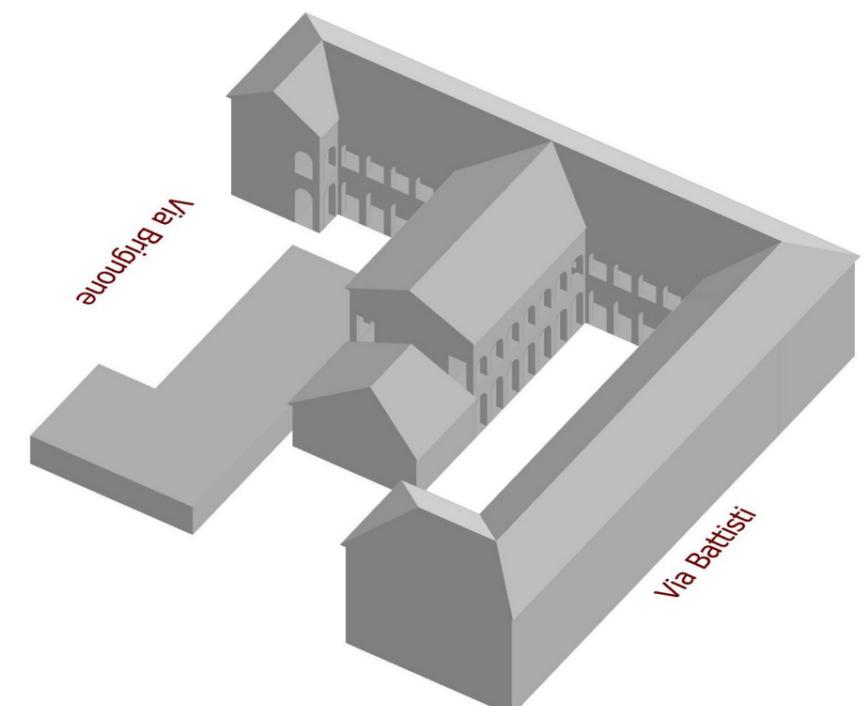
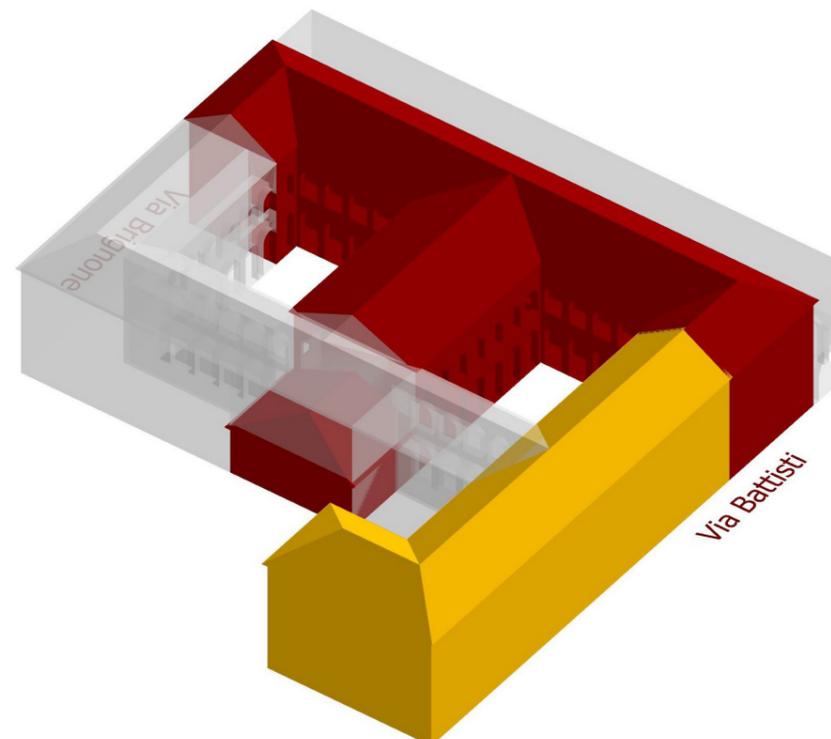
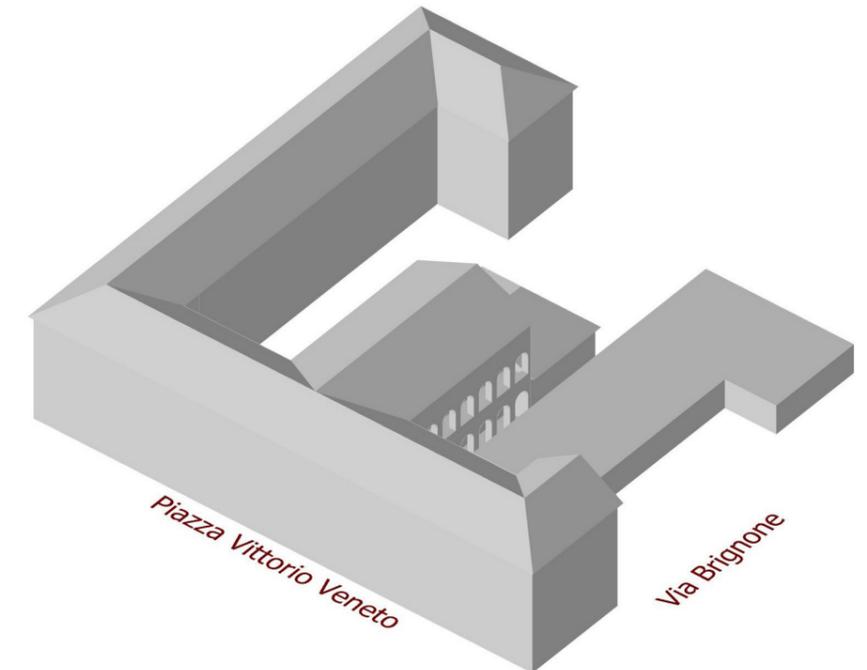
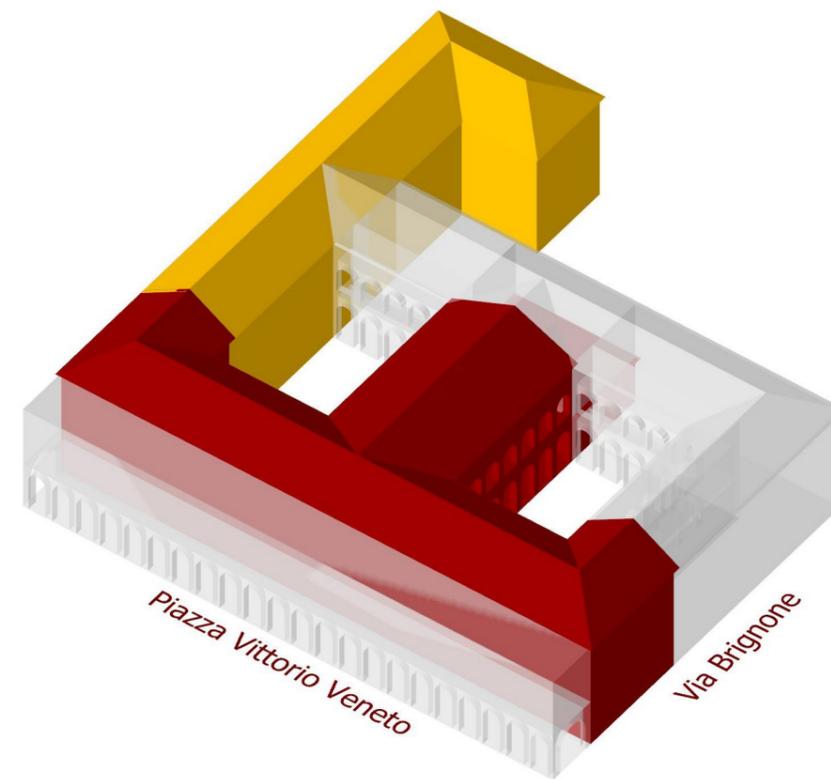
Vengono di seguito mostrate delle rappresentazioni sintetiche di quelle che sono state le macro-trasformazioni del palazzo nei due secoli passati. Come si può notare, Palazzo Vittone in sé non ha più avuto modifiche macroscopiche nella geometria, se non per piccole variazioni nell'area del refettorio.

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



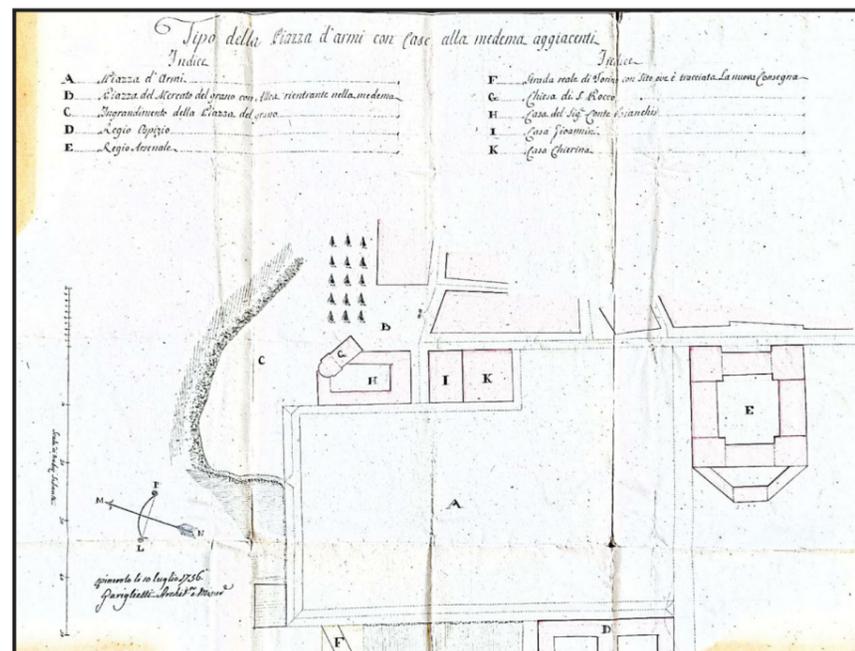
3.6 Analisi del Palazzo attraverso il contesto

3.6.1 Il progetto per la Piazza d'Armi

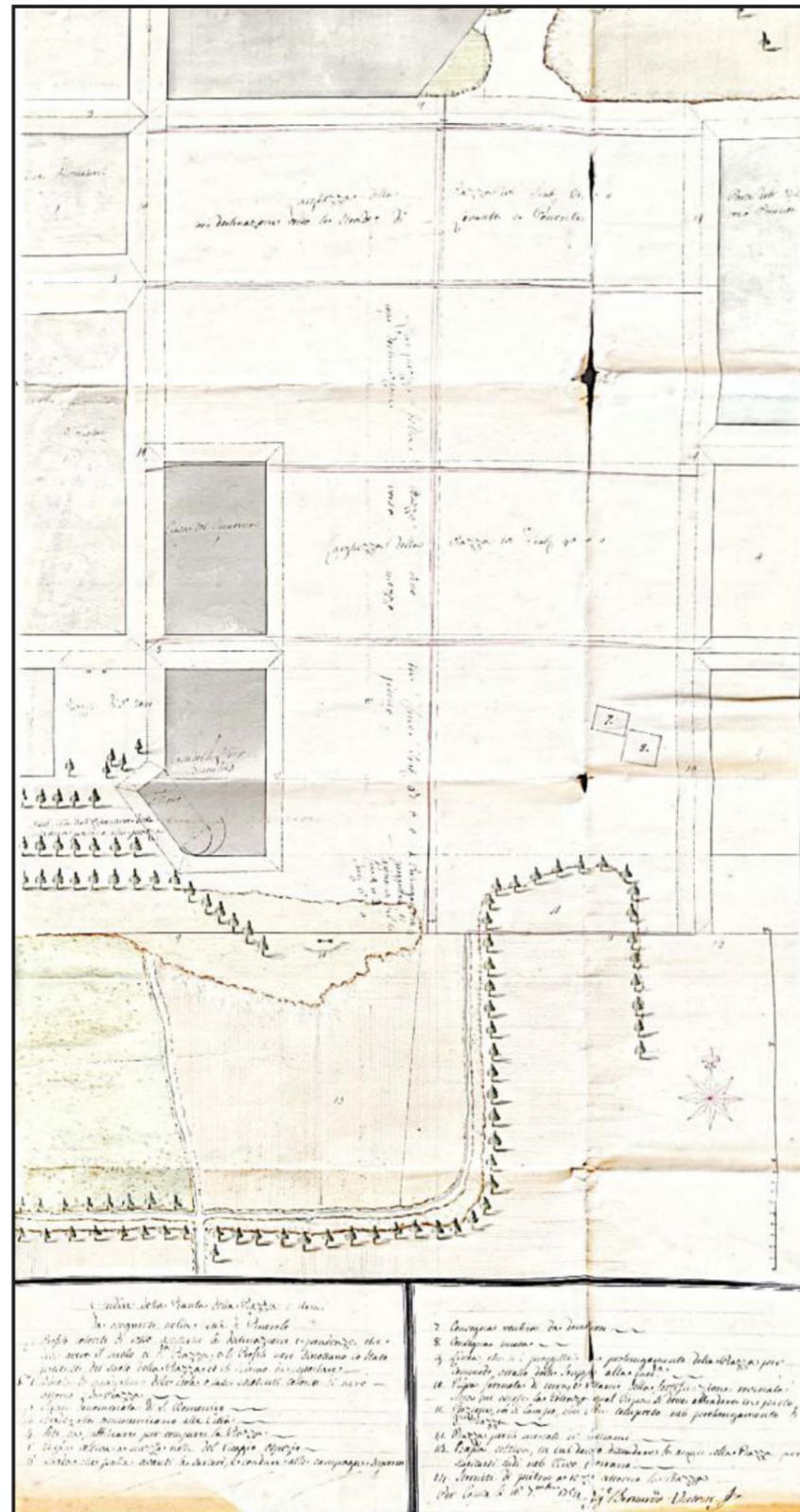
Nel 1754 prende piede il progetto per la definizione della Piazza d'Armi, antistante a Palazzo Vittone. Presso l'Archivio Storico di Torino sono state consultate due carte rappresentanti la suddetta piazza nelle prime fasi di progetto, dove vengono segnate le misure per eseguire lo spianamento dell'area 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.

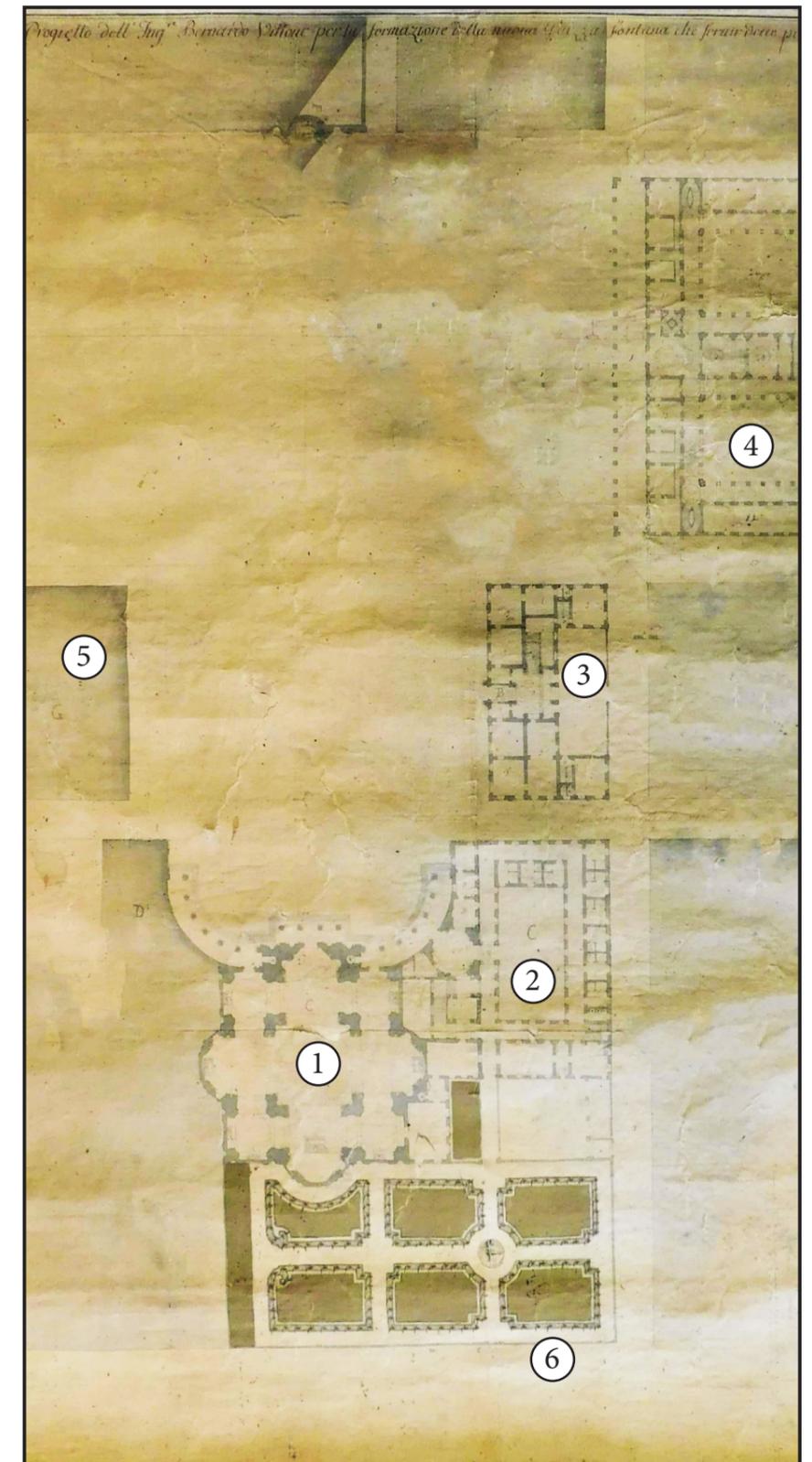
Sul retro della chiesa viene disegnato un giardino alla francese (6) che completa il progetto vittoniano della Piazza d'Armi, del quale non è stato portato nulla a compimento, come si osserva anche dalla tavola di Gariglietti raffigurante la piazza due anni dopo.



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.

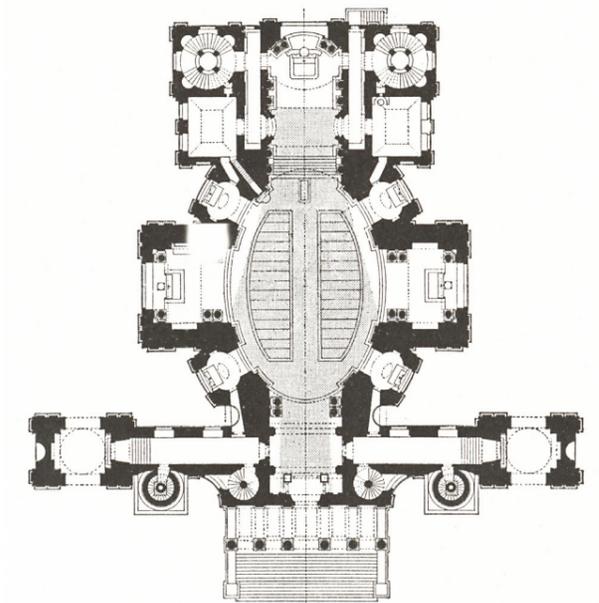
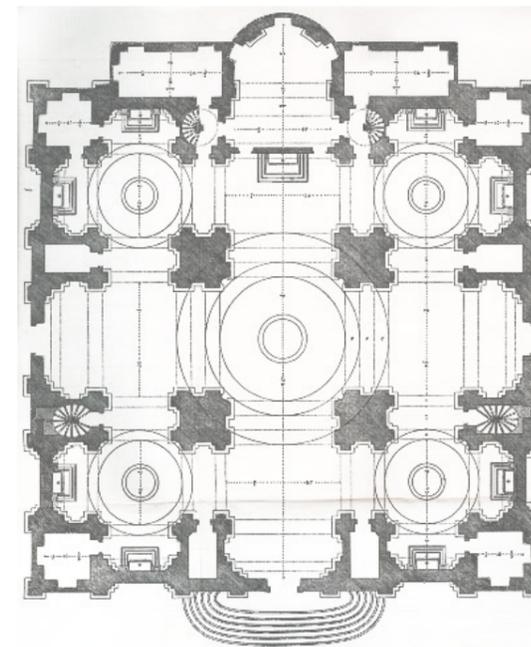
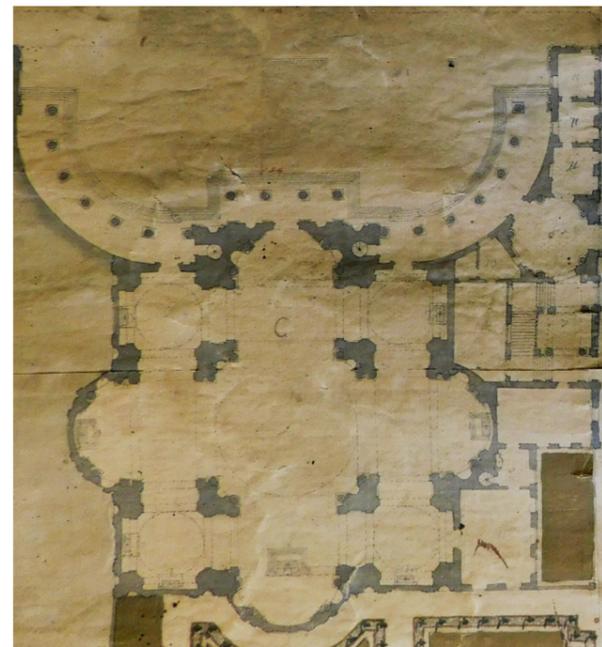
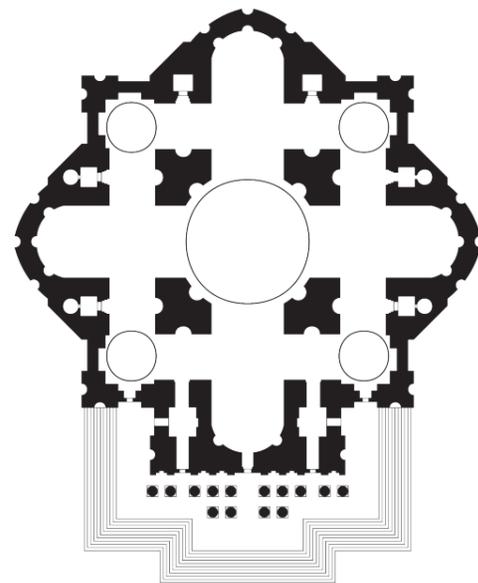
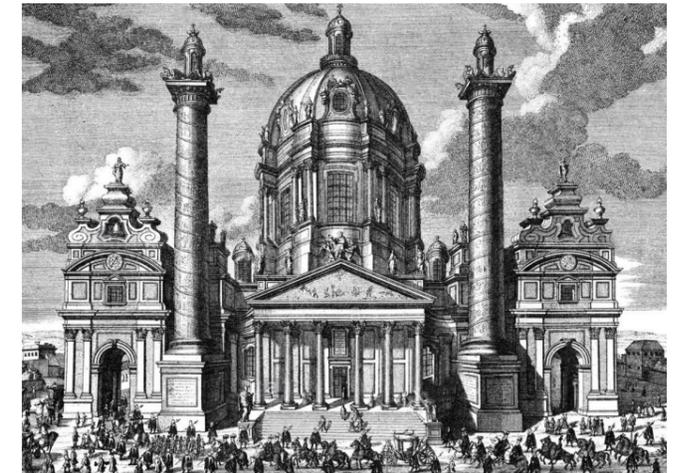
Da sinistra verso destra:

Immagine 5 - Pianta S. Pietro di Michelangelo;

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

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

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



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.

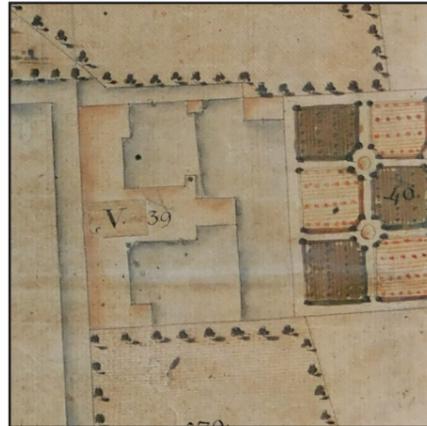


CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONO

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

Carta topografica del caseggiato della città di Pinerolo e glacis.

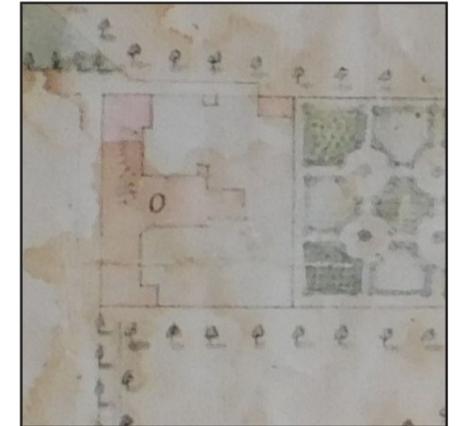
Questa carta presenta contenuti simili alla precedente, ma disegnati con maggior dettaglio, si possono notare ad esempio gli oggetti delle maniche laterali non realizzate, il restringimento del refettorio posto dietro la chiesa. Rispetto alla mappa precedente anche i giardini-orti, presumibilmente di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



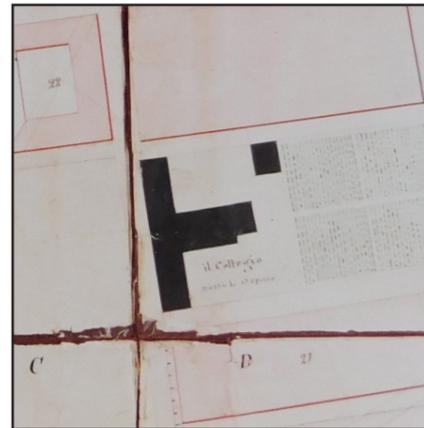
CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTORE

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.

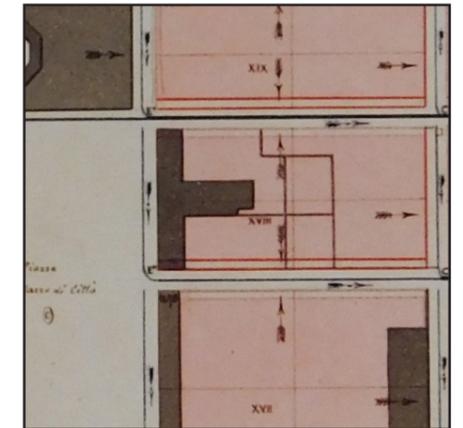


Autore: Borella Candido – Camusso Ernesto

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.



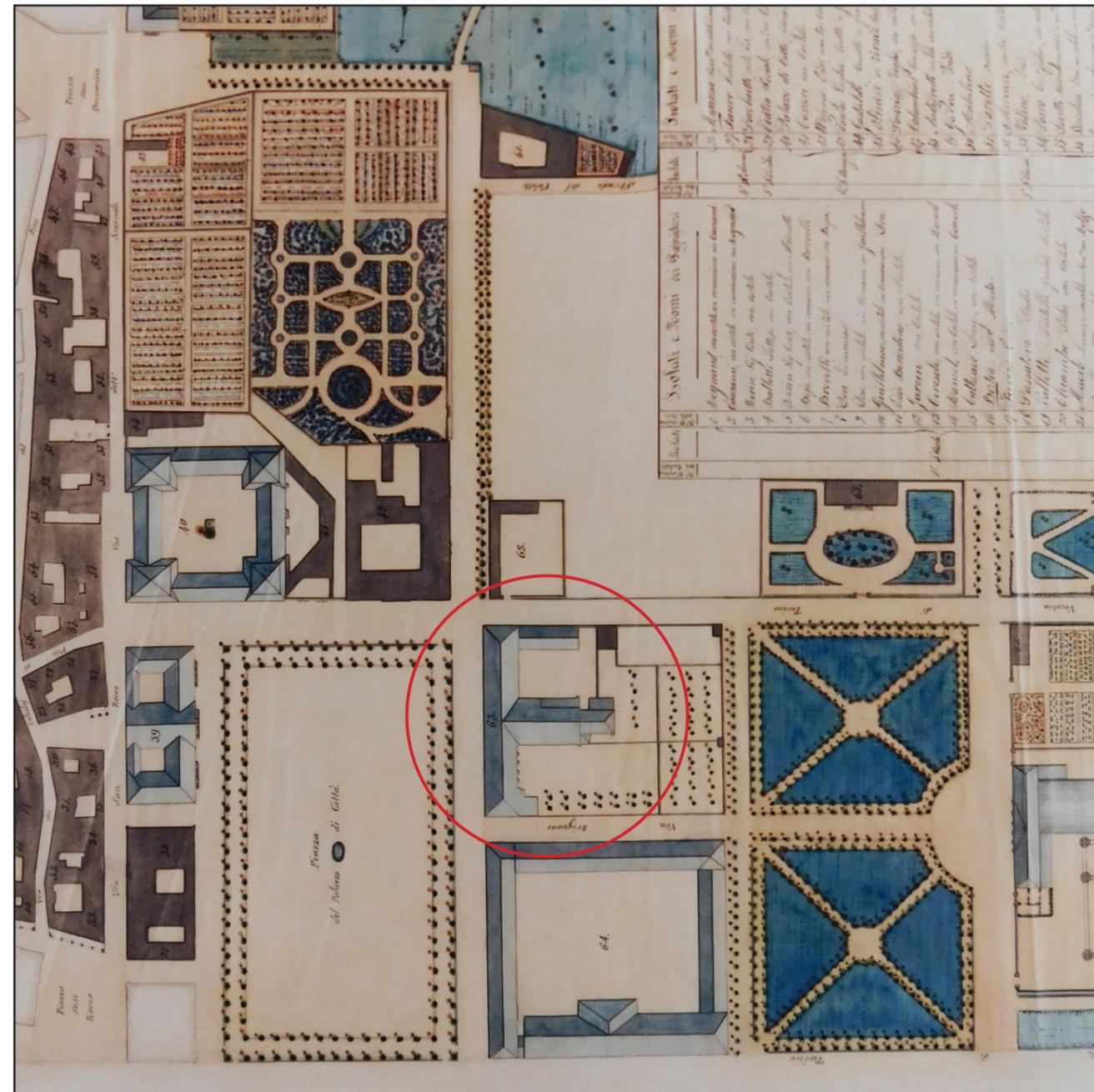
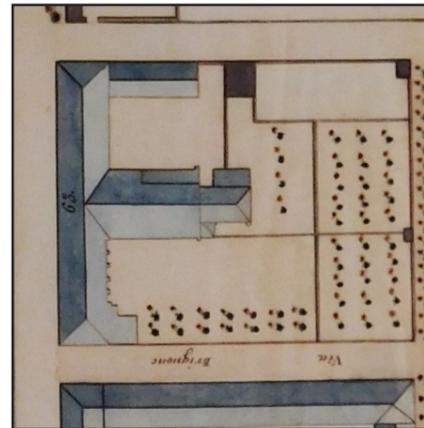
CAPITOLO 3 - L'ANALISI STORICO EVOLUTIVA DI PALAZZO VITTONI



Autore: Nelva 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.

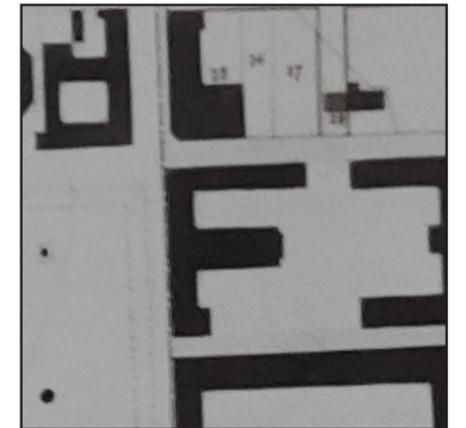
Quasi un secolo dopo la prima carta, si osservano le prime modifiche a Palazzo Vittone, vengono infatti realizzati il volume che prosegue la manica nord e due più piccoli adiacenti al refettorio.



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 Vittone 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 VITTONI

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 Vittone 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

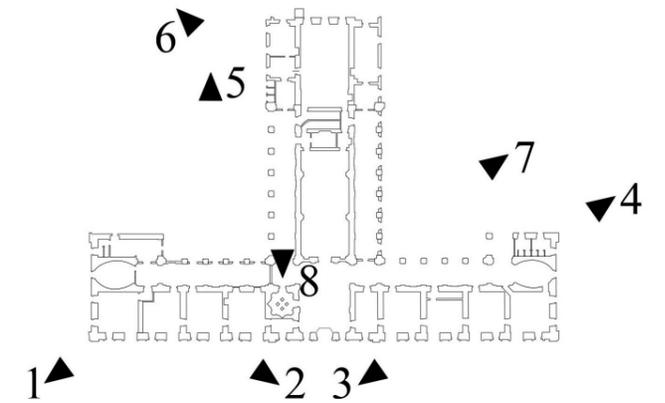
Vengono di seguito mostrate alcune fotografie dello stato di fatto dell'edificio visto dall'esterno. Sulla destra è possibile vedere una schematica dei punti di presa delle fotografie.

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



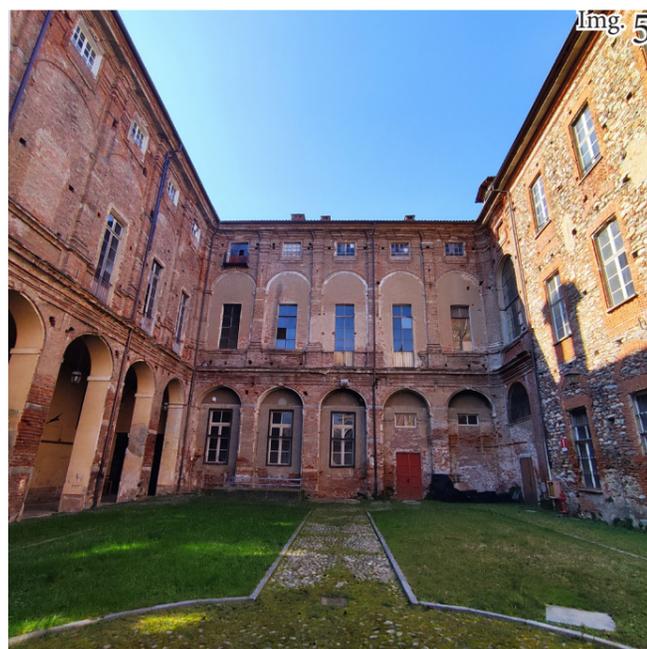
Img. 2



Img. 3



Img. 4



Img. 5



Img. 6



Img. 7

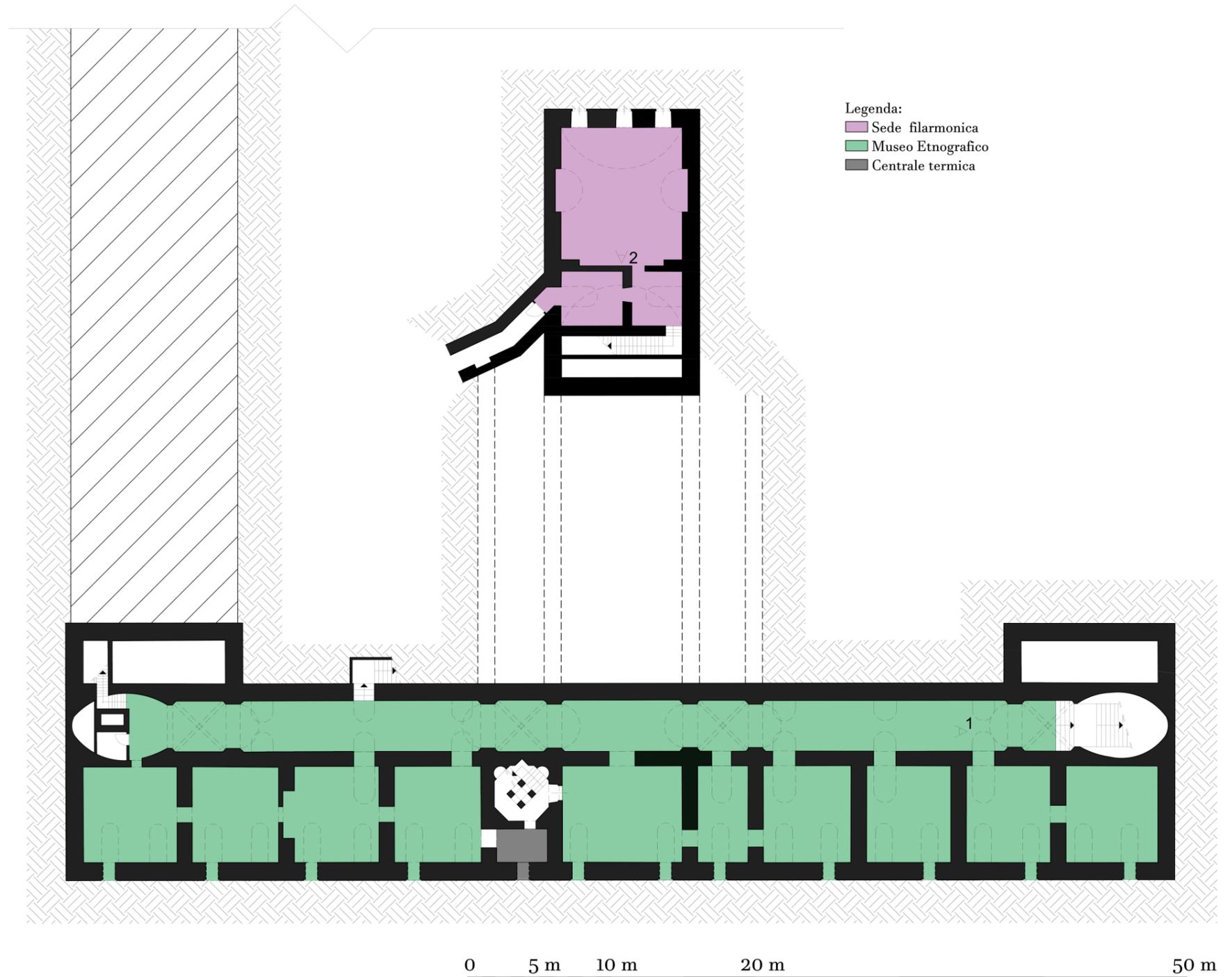


Img. 8

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 pinerolesi. 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.



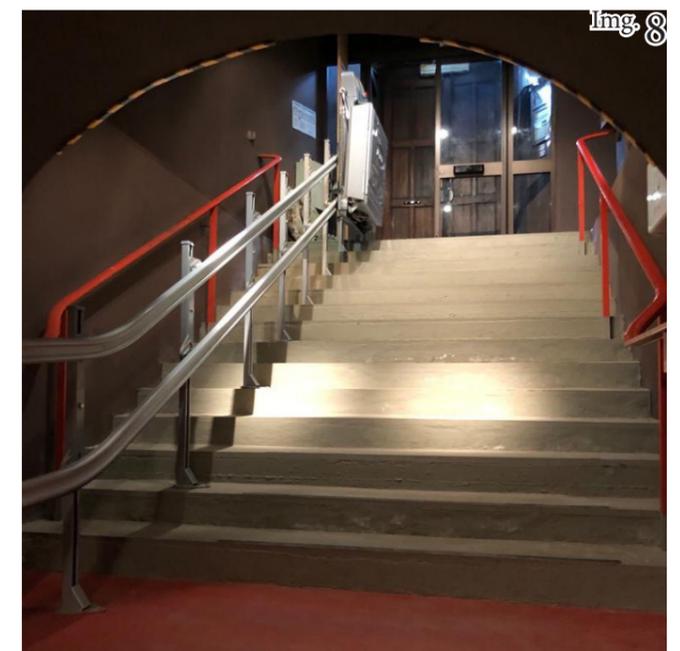
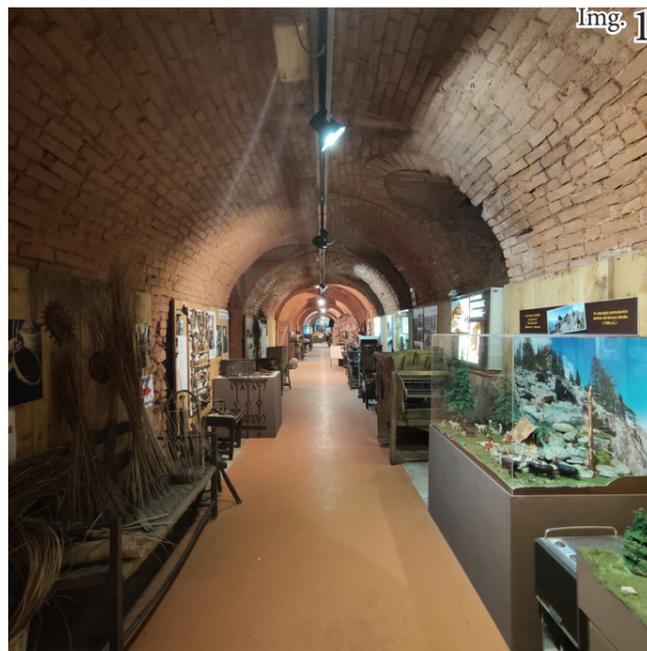
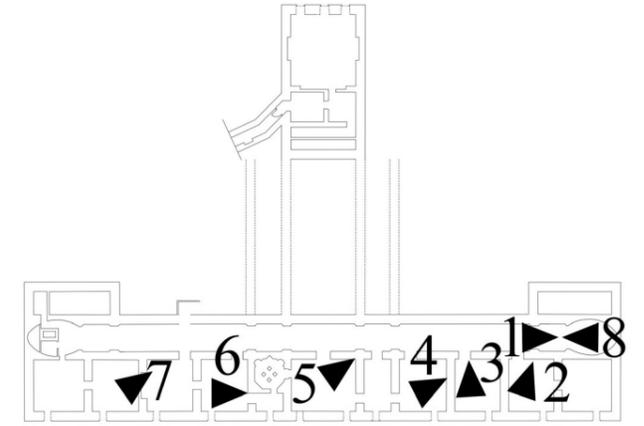
CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTOREOTTI OGGI

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.

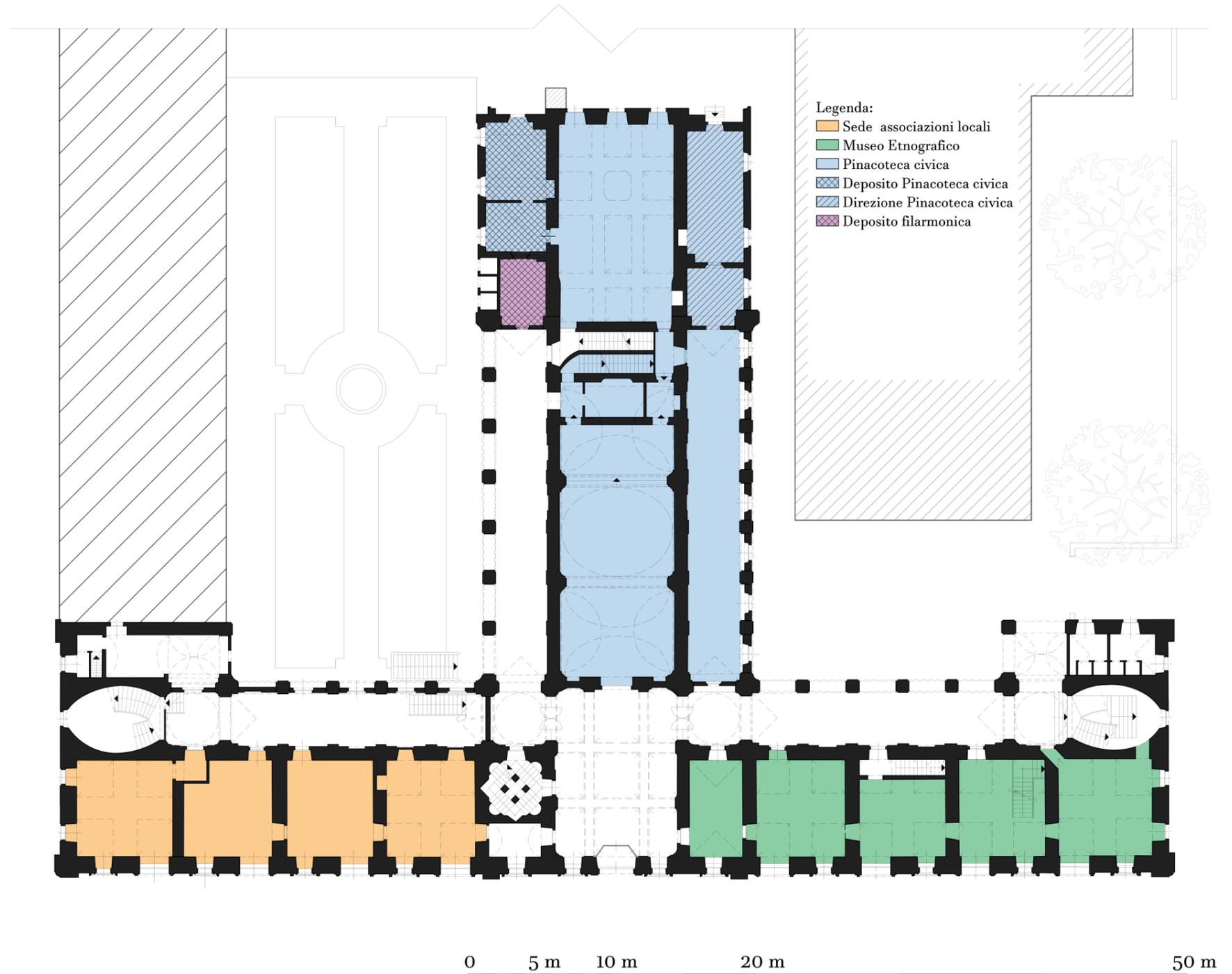
Lo spazio destinato ai depositi e alla direzione della pinacoteca è stato realizzato successivamente alla sala refettorio, presumibilmente anche essi realizzati durante il XIX secolo. Il locale adibito a servizi igienici e deposito della filarmonica è ancora di più recente realizzazione, e questo è confermato 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



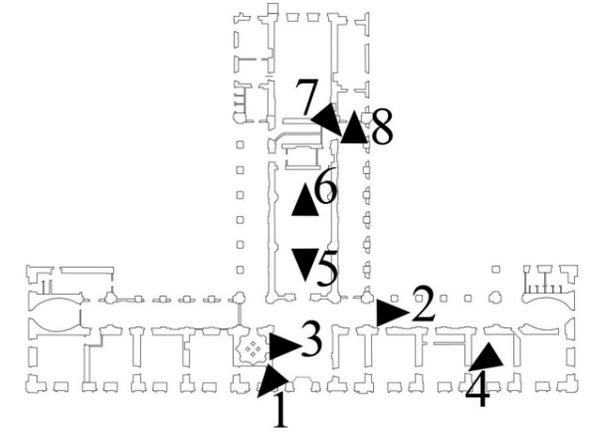
Fotografie interne piano terra

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

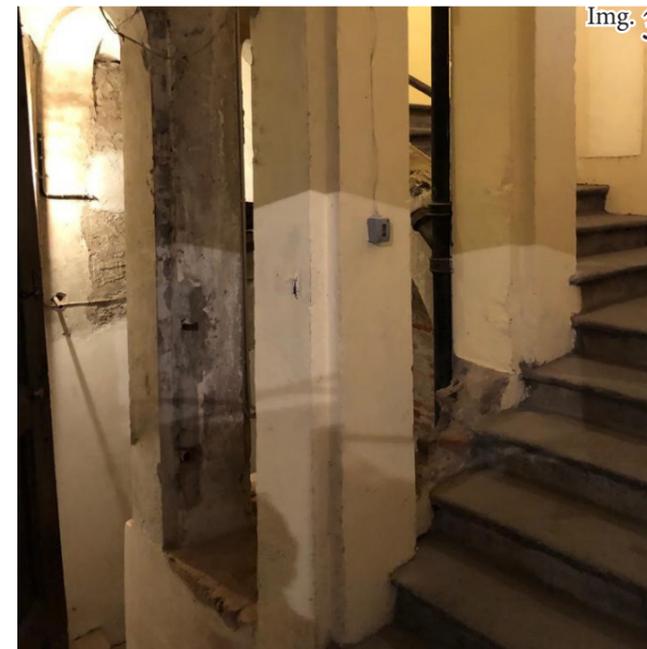
- per le mostre temporanee della Pinacoteca;
8. Galleria laterale alla chiesa, sempre sede della Pinacoteca.



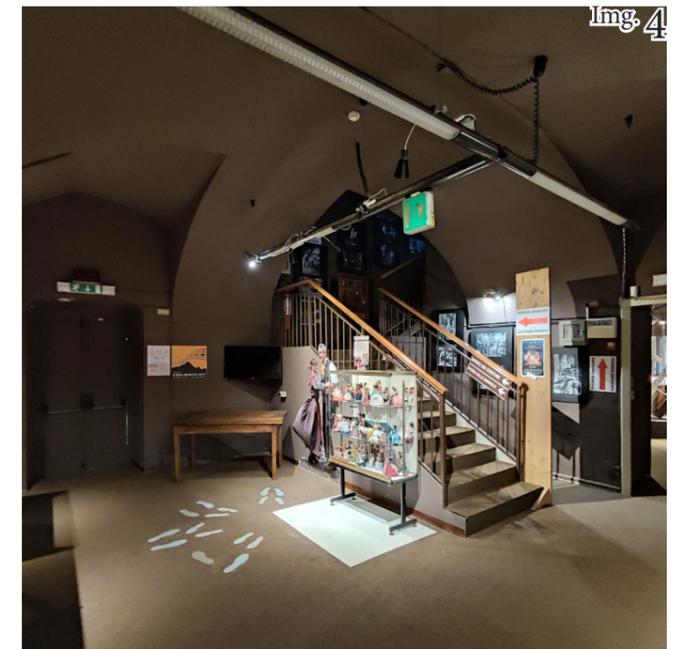
Img. 1



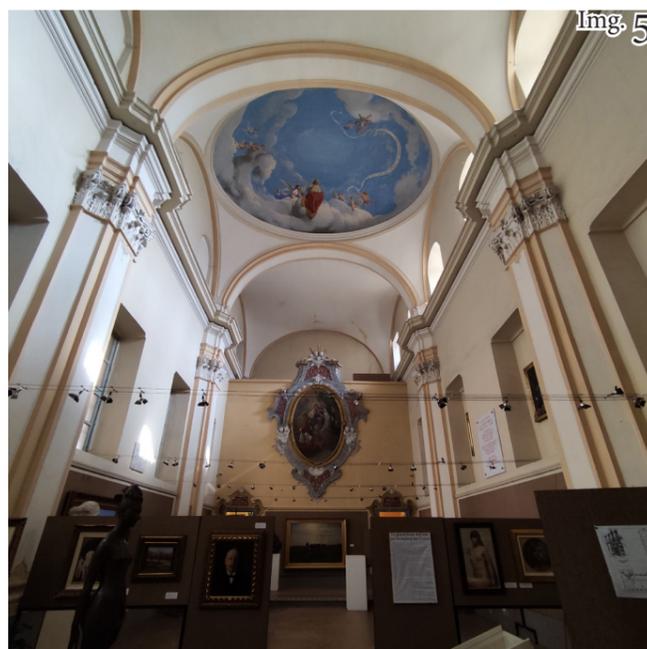
Img. 2



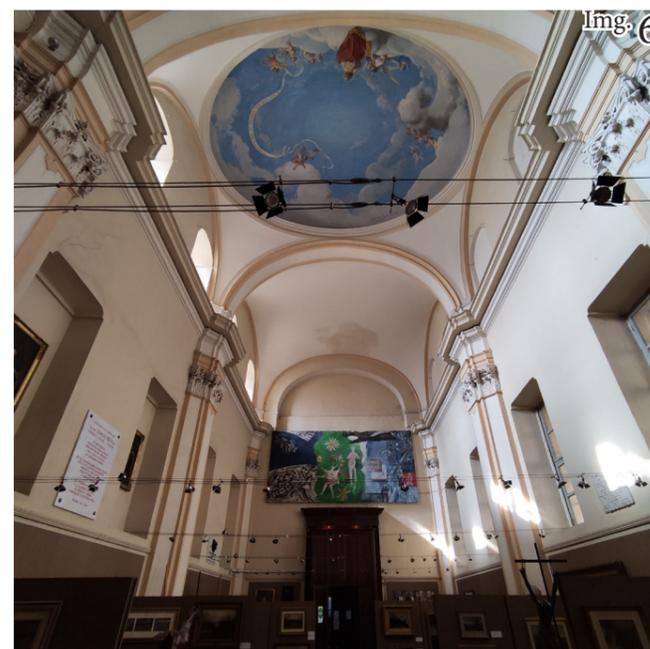
Img. 3



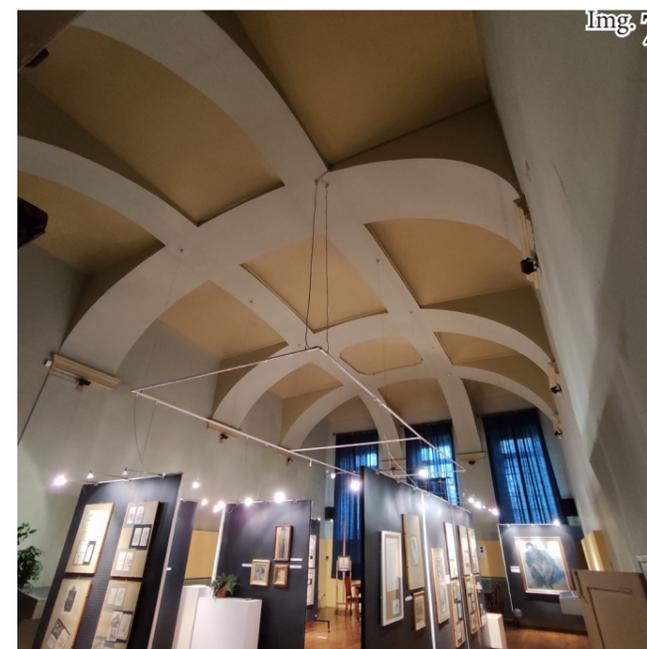
Img. 4



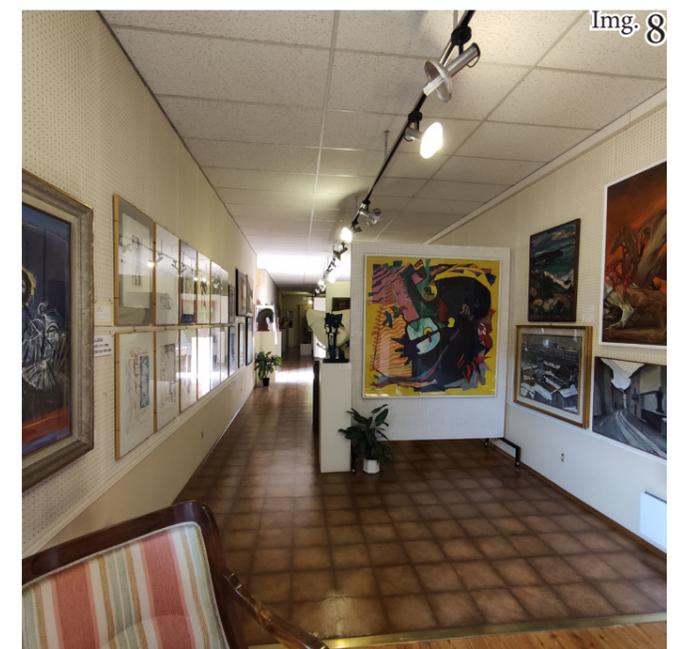
Img. 5



Img. 6



Img. 7



Img. 8

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.



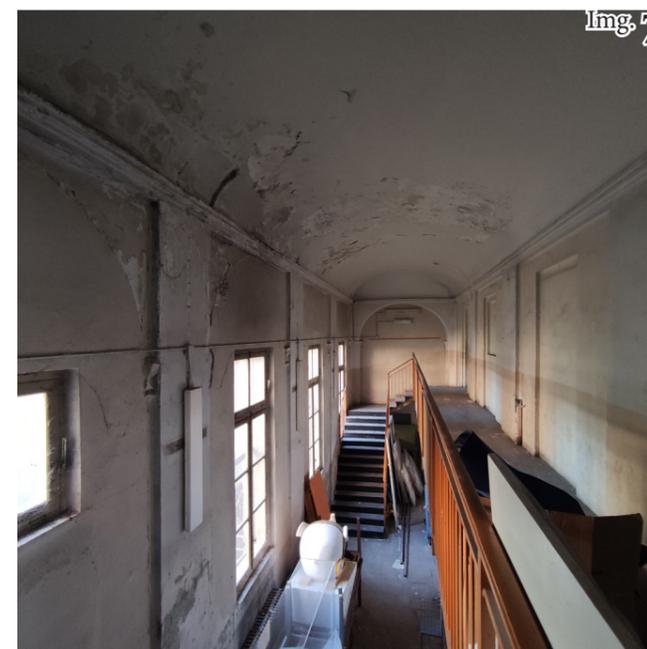
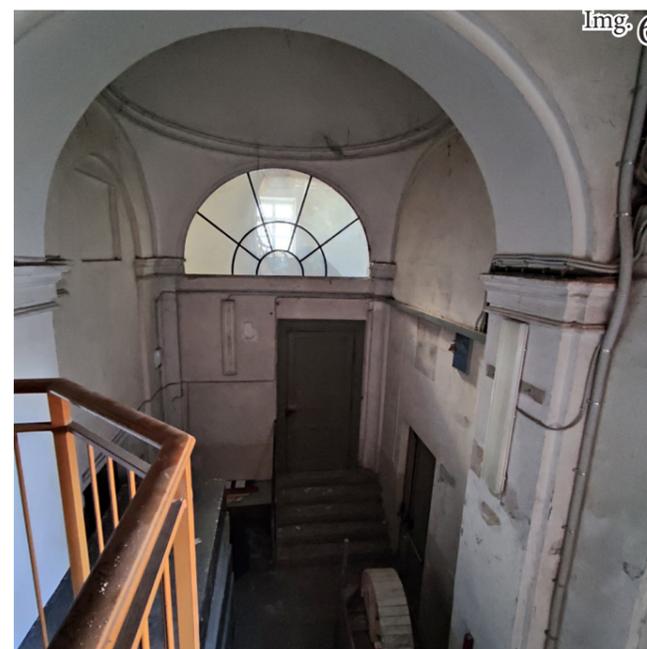
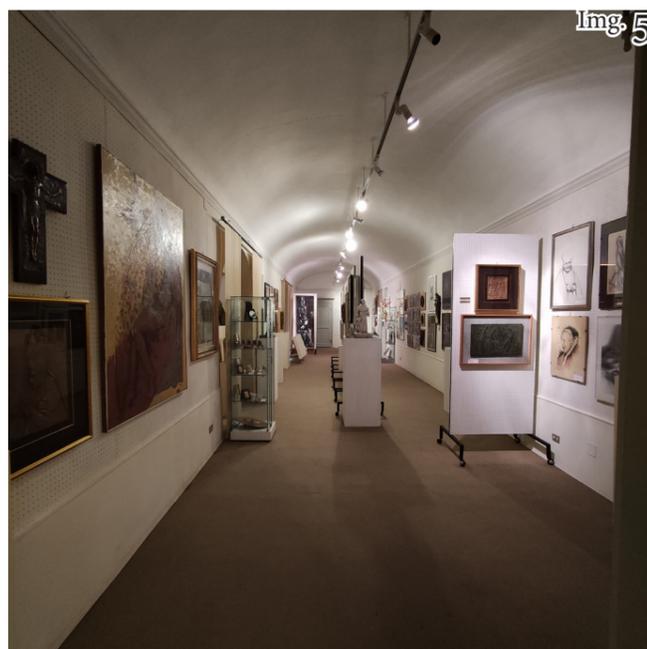
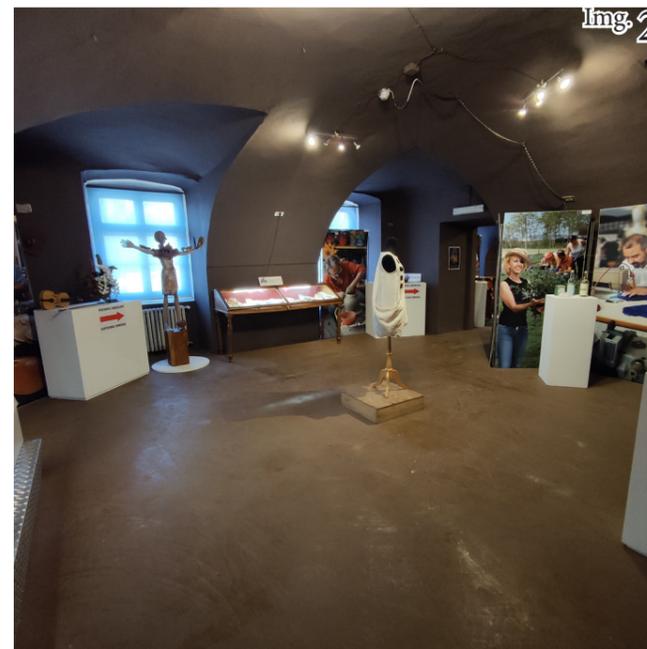
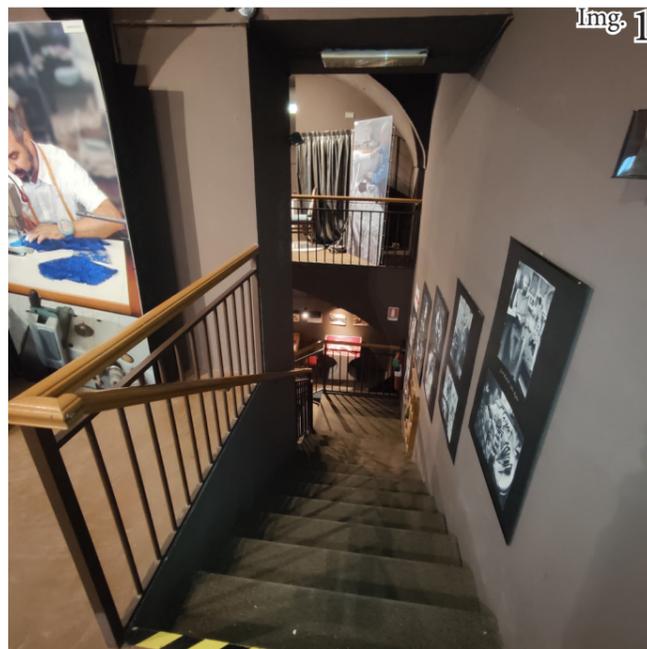
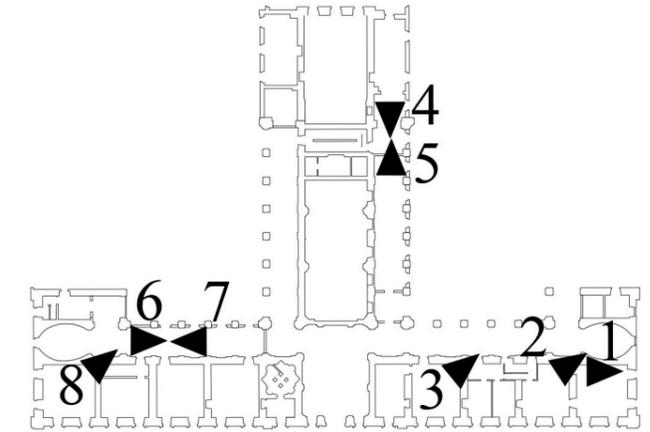
CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTOREOTTI OGGI

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 scaloni 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.

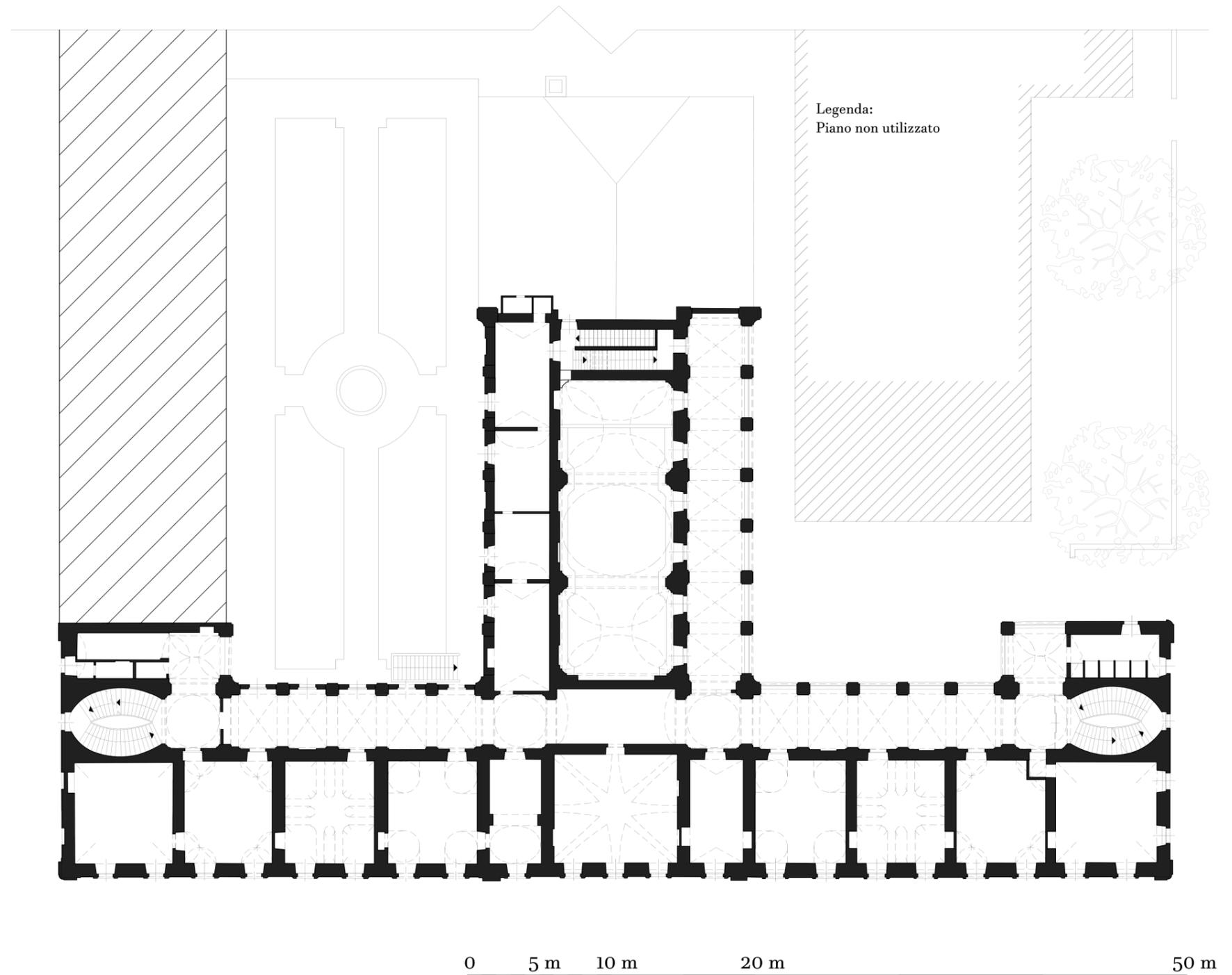
Gli affacci sui cortili interni presentano delle differenze tra nord e sud: le logge sulla corte sud presentano delle arcate finestrate con infissi a ferrofinestra, al contrario il cortile nord presenta gli archi tamponati con infissi rettangolari. Proprio in corrispondenza di alcune di queste arcate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



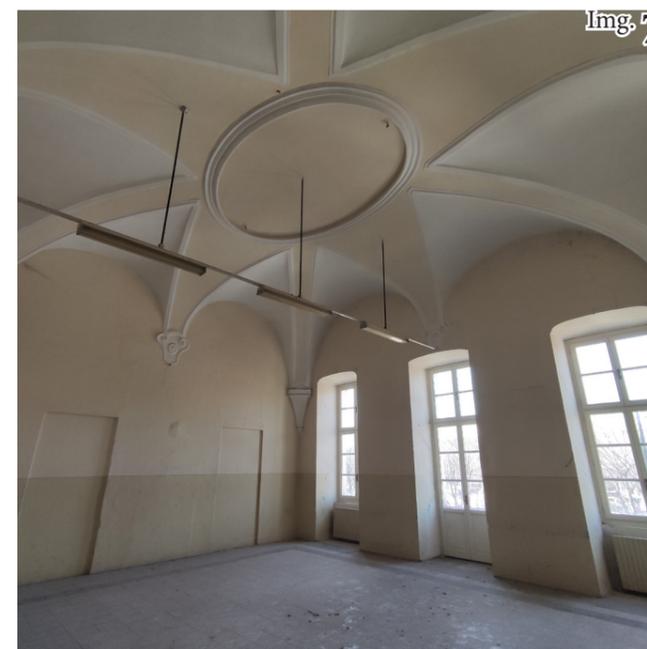
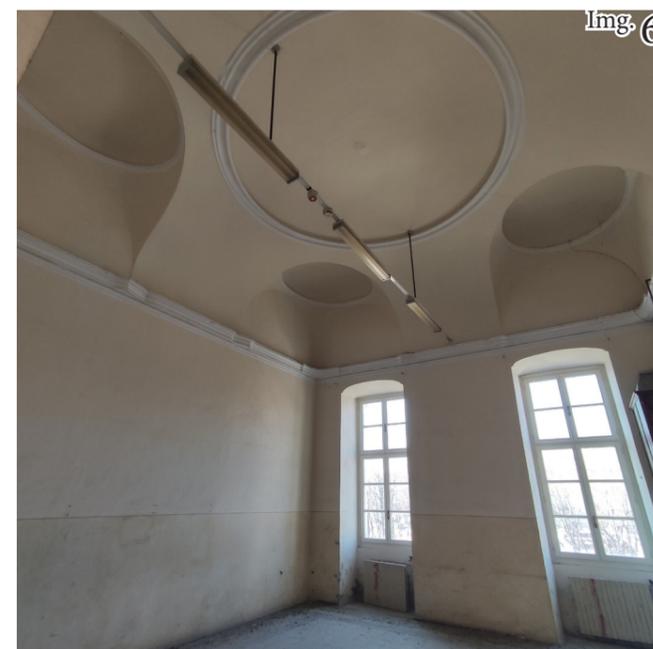
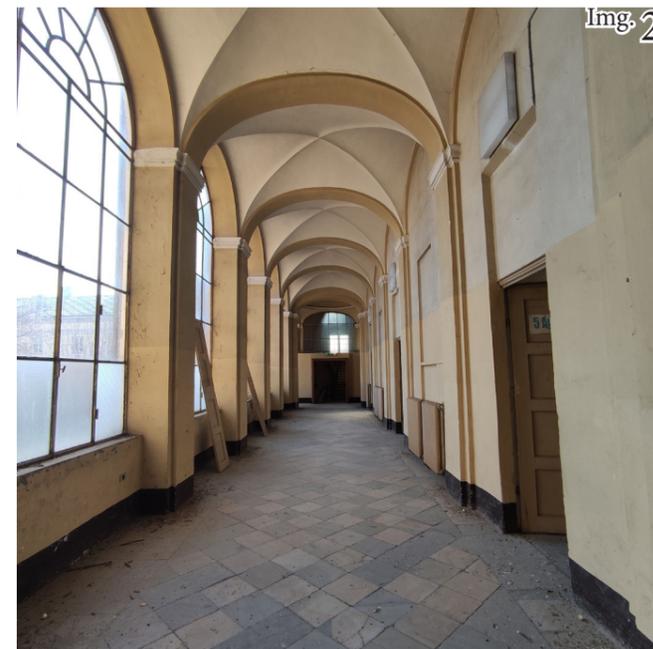
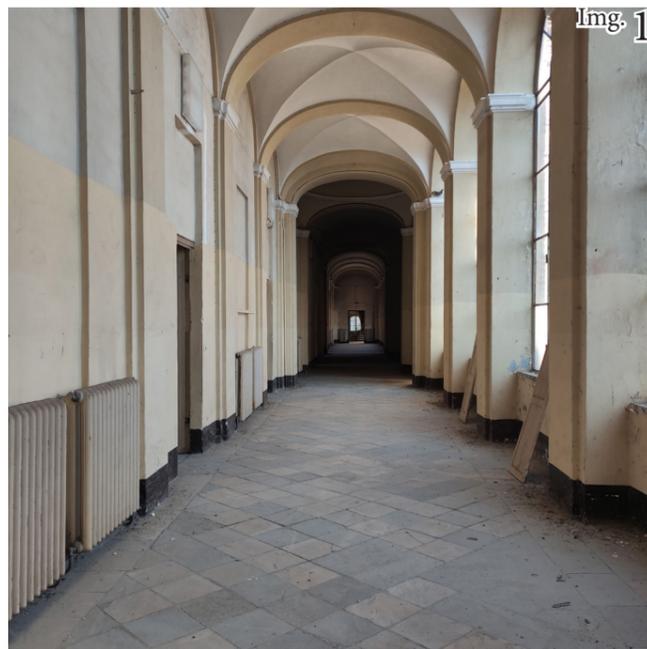
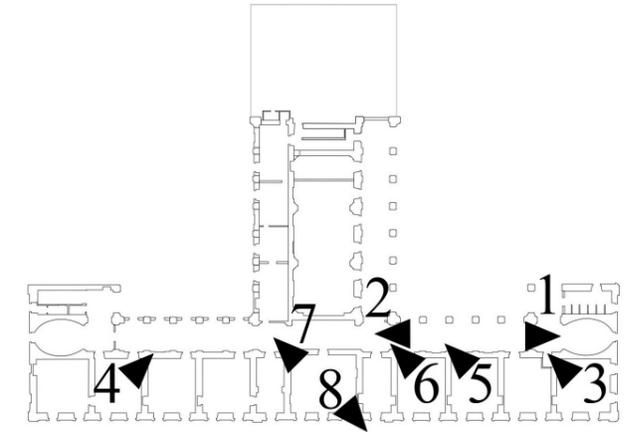
CAPITOLO 4 - PALAZZO VITTOREOTTI

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

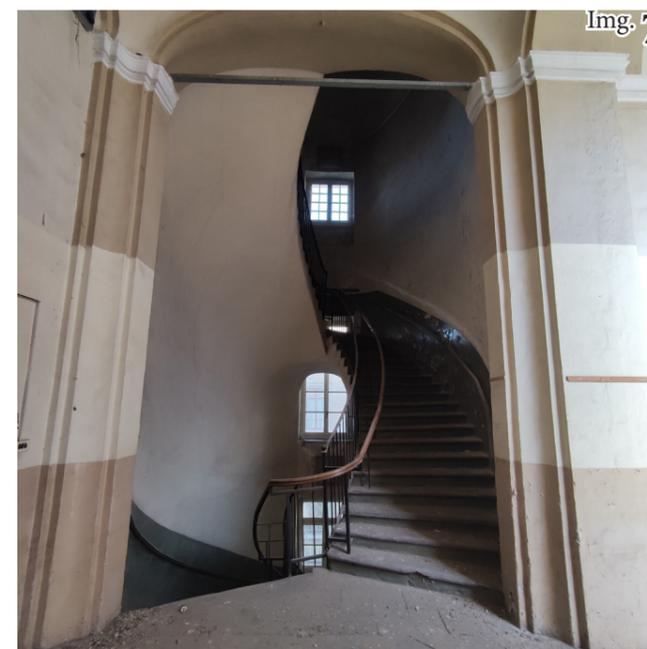
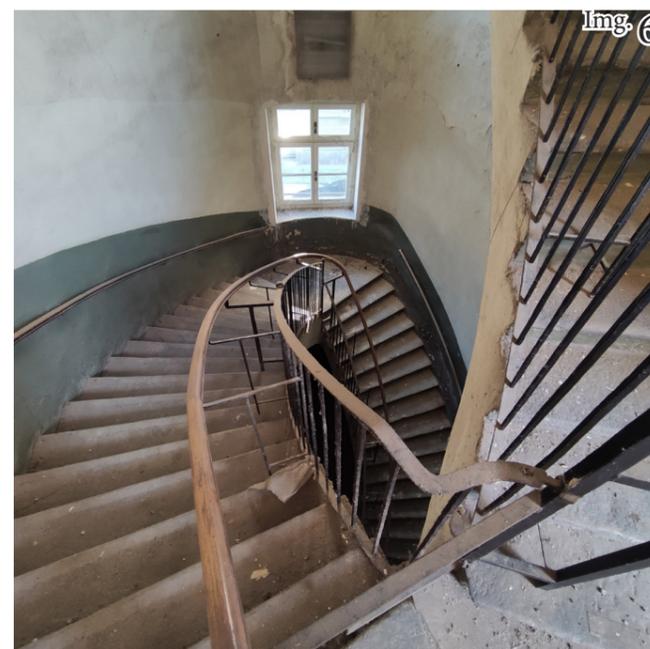
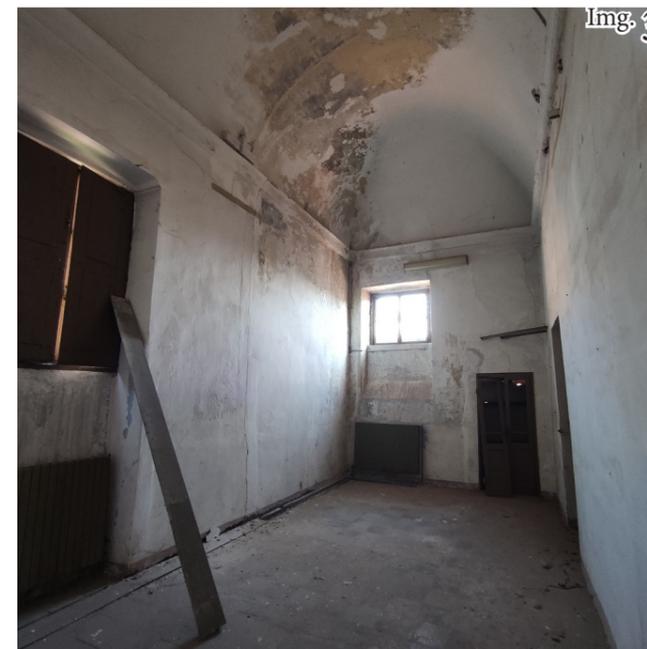
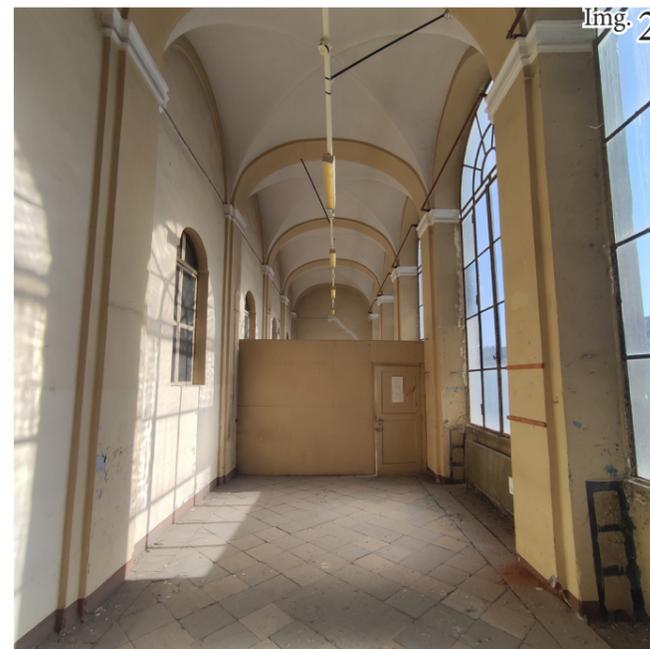
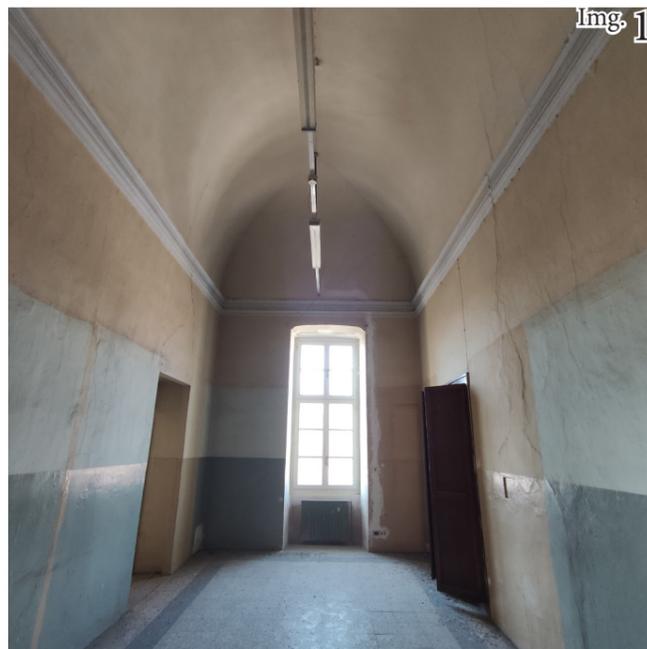
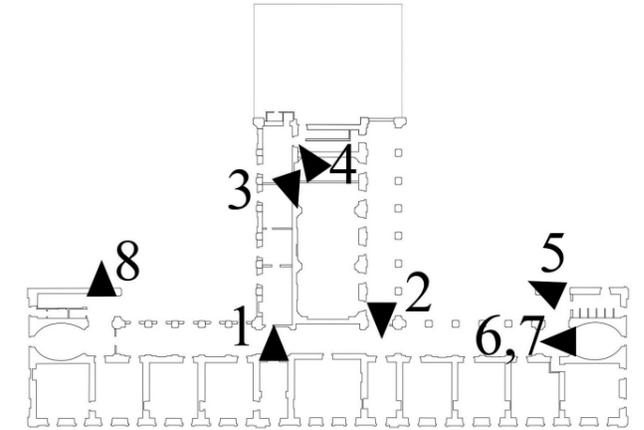
Fotografie interne del piano nobile

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.

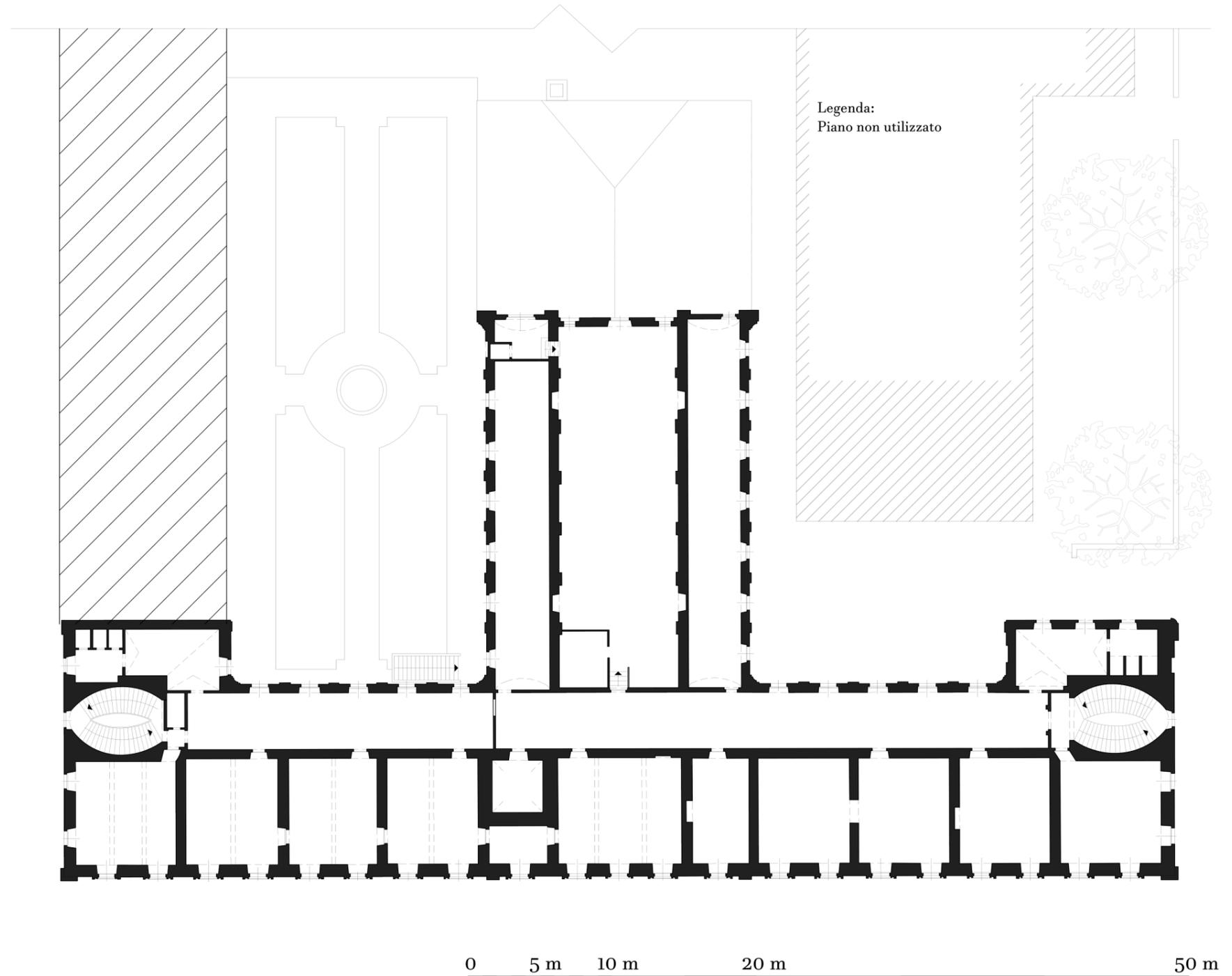
Ai fianchi di questa sala sono presenti due corridoi paralleli, sovrastanti le gallerie del piano nobile, i quali sono gli unici spazi voltati del piano, con due volte a botte.

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.

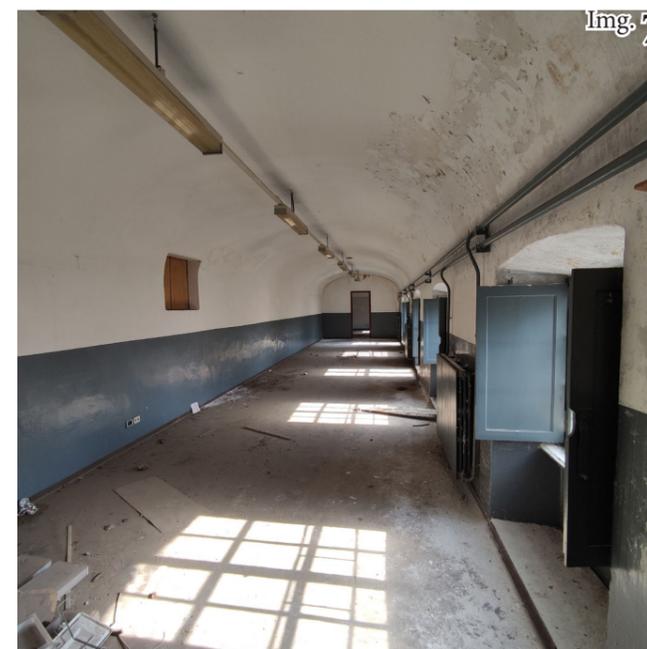
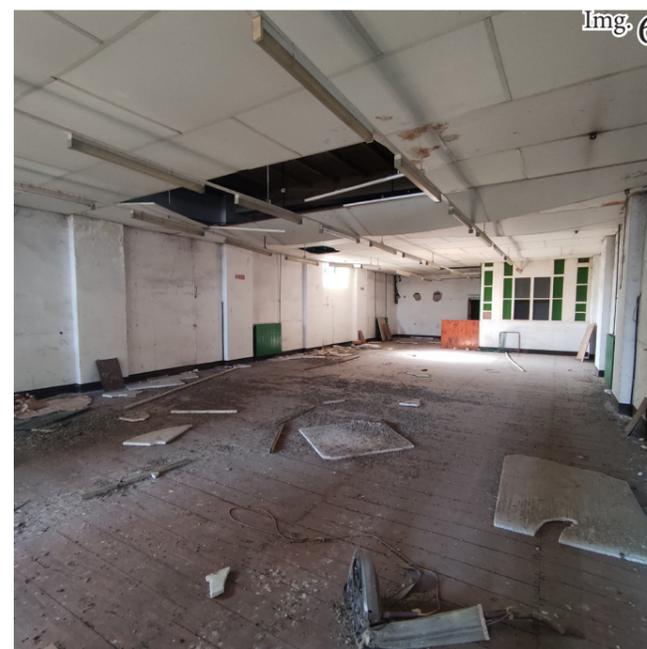
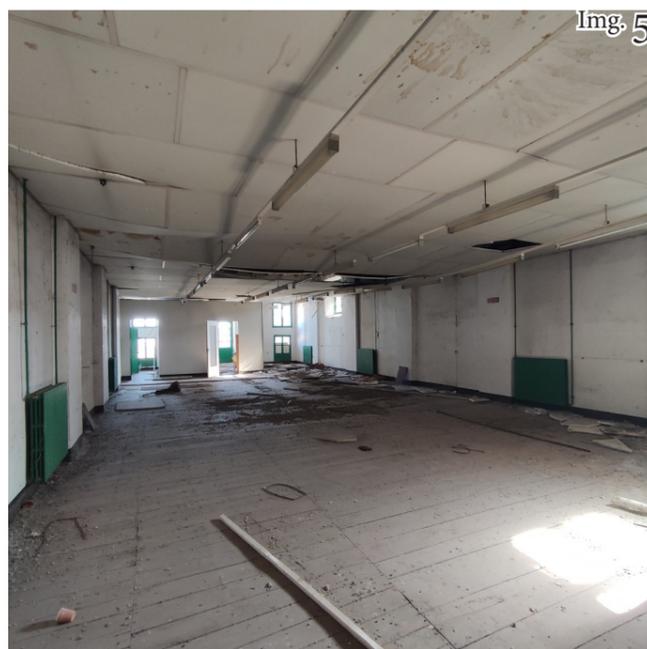
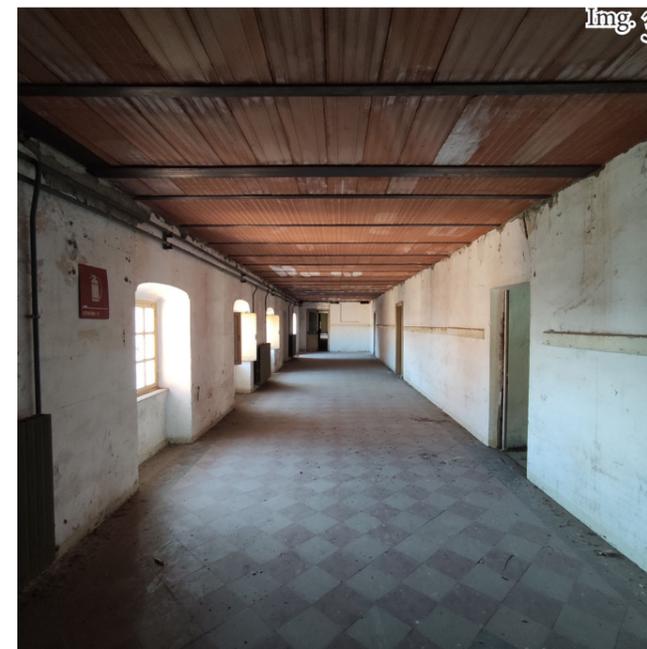
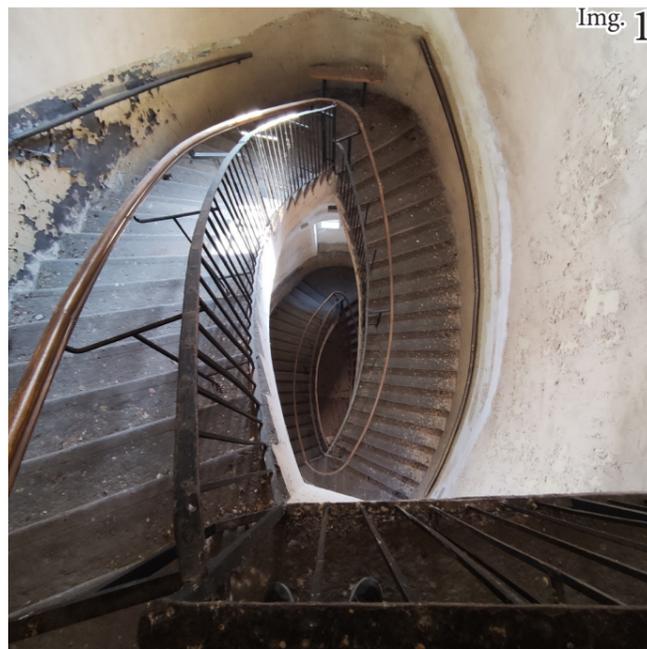
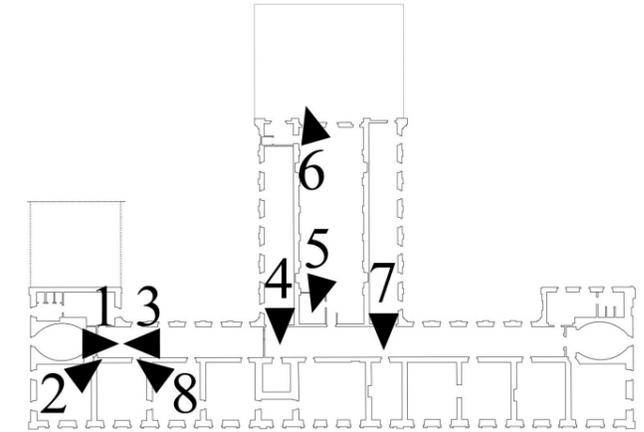


Fotografie interne piano secondo

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.

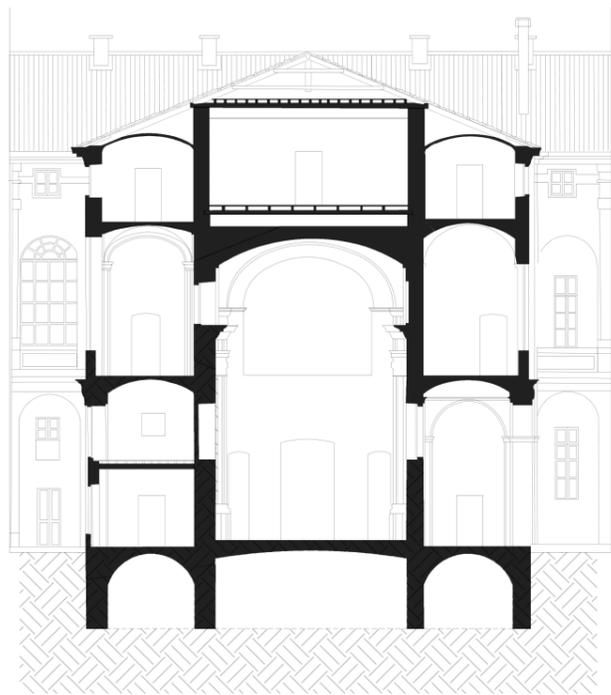
Didascalie immagini:

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.

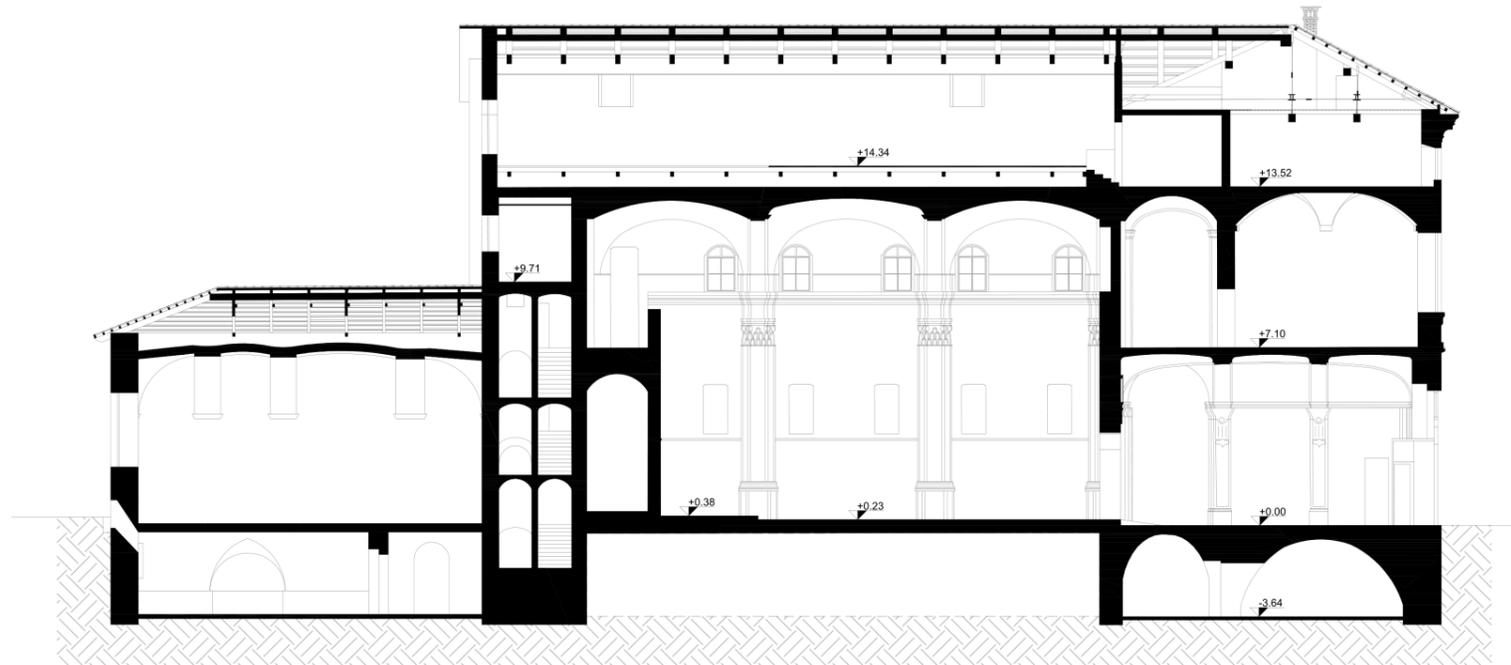


4.7 Sezioni e prospetti esistenti

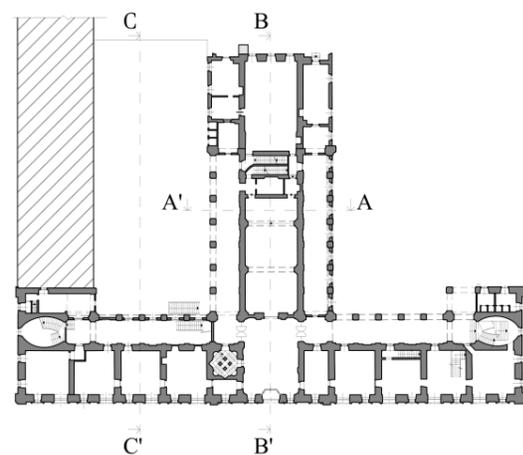
Vengono riportate le sezioni principali ed i prospetti raffiguranti lo stato di fatto dell'opera. Nella pagine seguente sono rappresentate due sezioni D-D' dove la seconda è una ricostruzione ipotetica di quello che doveva essere originariamente il corpo scala secondario che gestiva il flusso di maschi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



SEZIONE A-A'

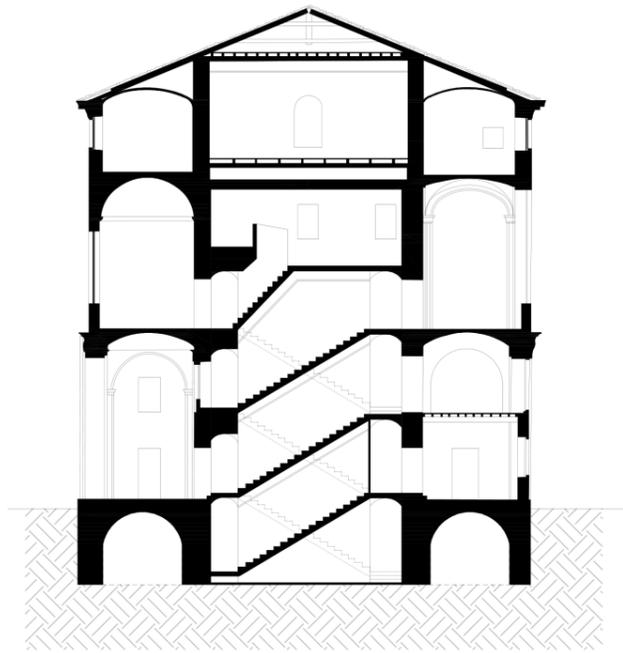


SEZIONE B-B'

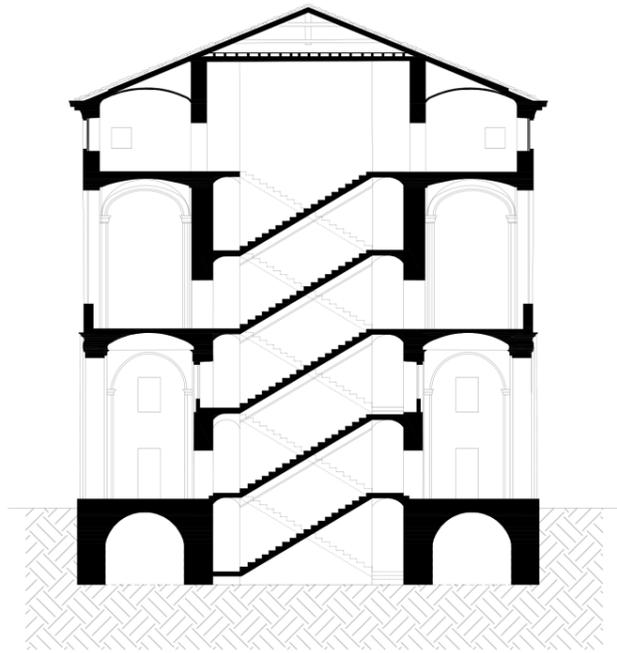


SEZIONE C-C'

0 5 m 10 m 20 m 50 m

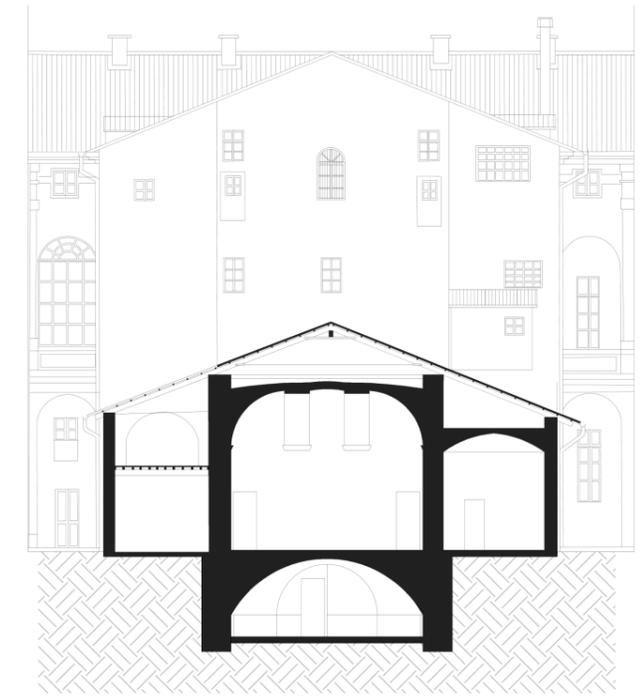


SEZIONE D-D'

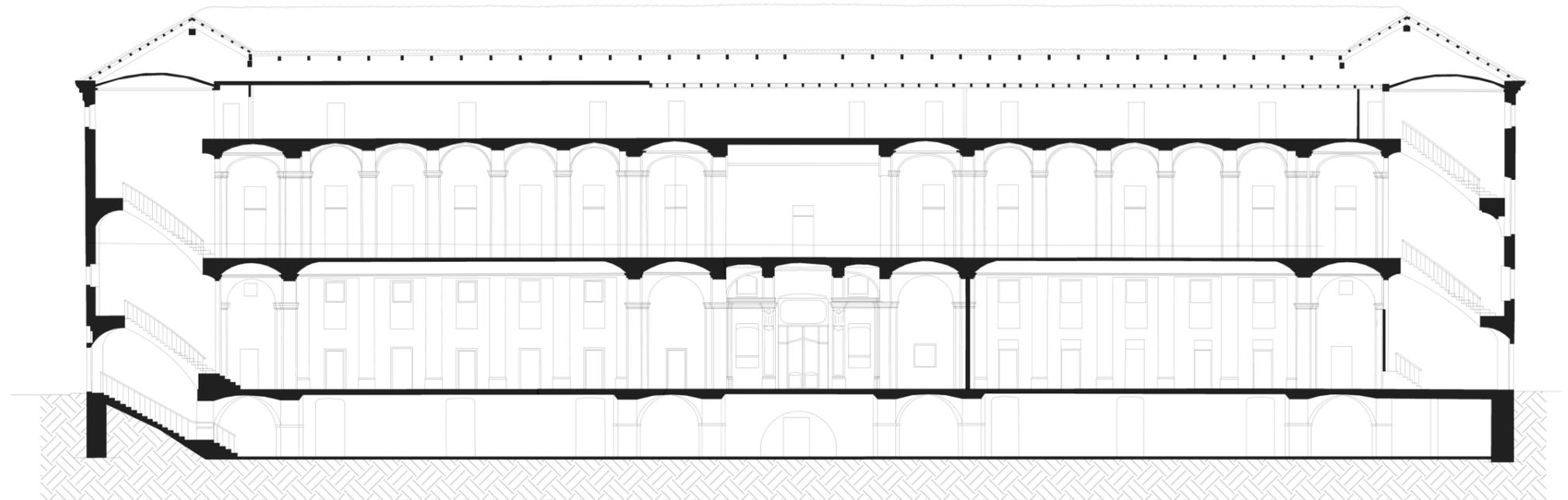
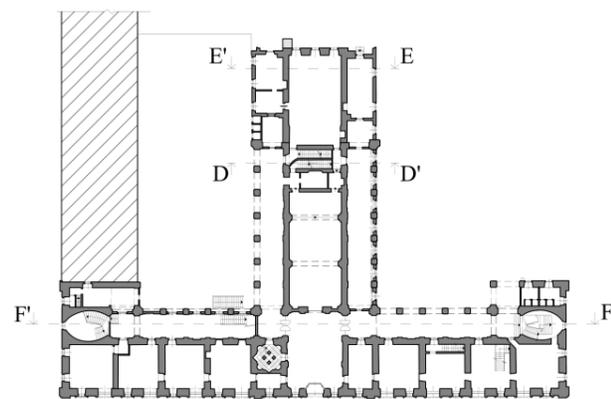


SEZIONE D-D'

Ricostruzione ipotetica di sezione delle scale.

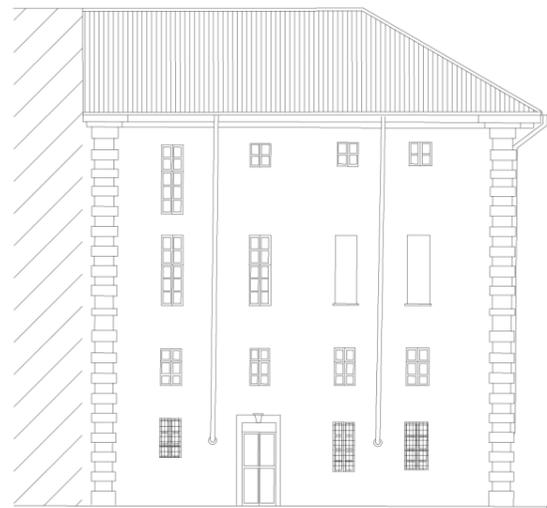


SEZIONE E-E'

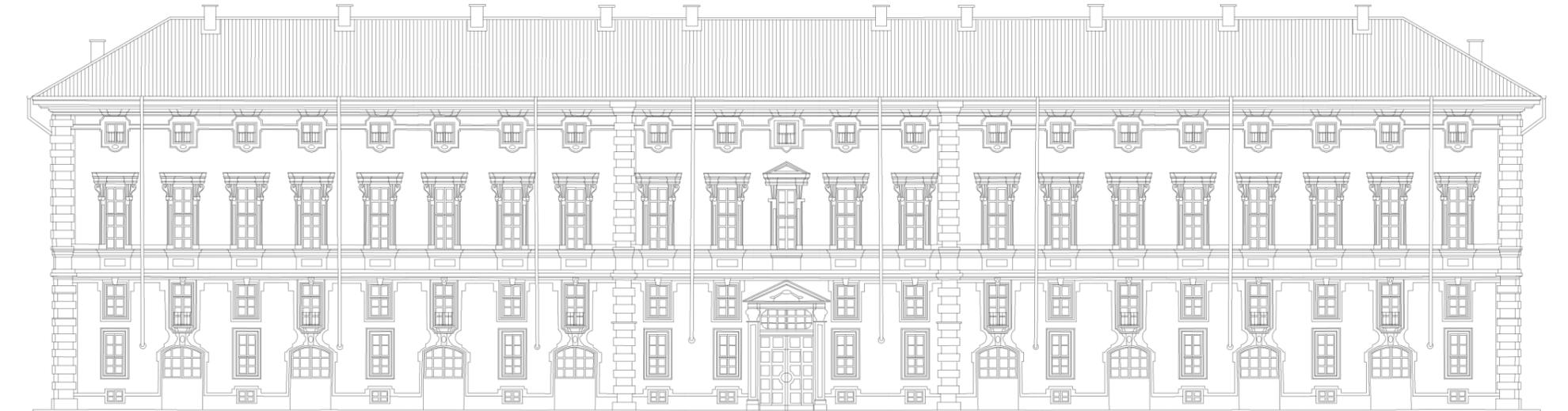


SEZIONE F-F'

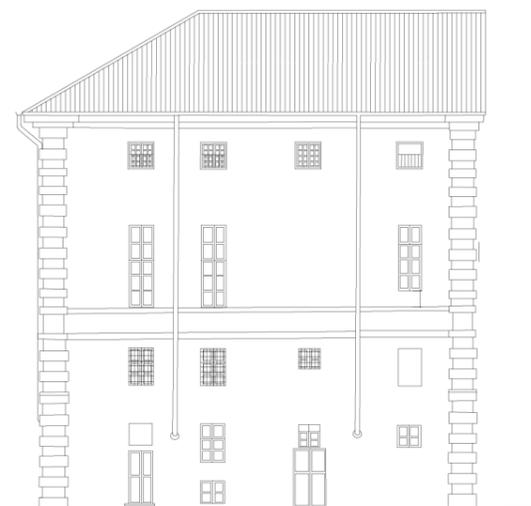
0 5 m 10 m 20 m 50 m



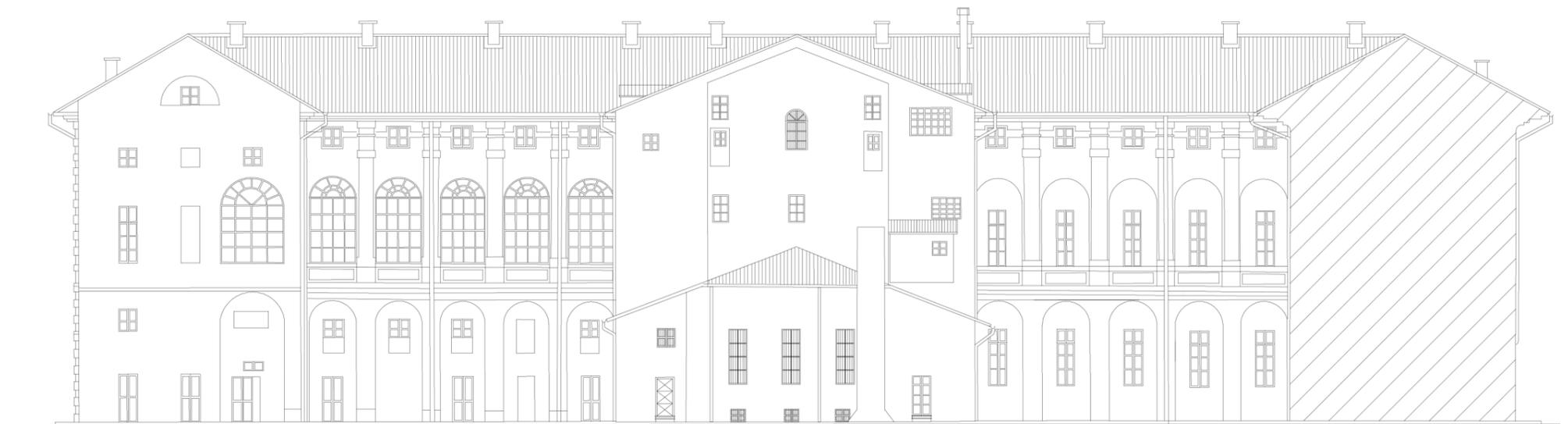
PROSPETTO NORD-OVEST



PROSPETTO SUD-OVEST



PROSPETTO SUD-EST



PROSPETTO NORD-EST

5.1 Decreto legislativo 192/2005

“Il Decreto Legislativo 192/2005 promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne”.

Le altre finalità del decreto 192/2005 e s.m.i. (L. 90/2013) sono:

- Determinare i criteri generali per la certificazione della prestazione energetica degli edifici e per il trasferimento delle relative informazioni;
- Favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici;
- Controllare che la normativa sia applicata omogeneamente su tutto il territorio nazionale;
- Sostenere l'utilizzo di materiali, tecnologie e tecniche di costruzione sostenibili coniugandole con gli obiettivi di efficienza energetica.

Il Decreto verrà aggiornato con la Legge 90/2013 la quale specifica gli interventi che sono soggetti a prescrizioni e a requisiti energetici:

- Nuova costruzione;
- Ristrutturazione importante (i lavori interessano oltre il 25% della superficie disperdente dell'involucro);
- Riqualficazione energetica.

Sono stati definiti tre criteri generali che stabiliscono la modalità di applicazione della metodologia di calcolo per le prestazioni energetiche e l'uso di fonti rinnovabili:

- La normativa tecnica UNI e CTI stabilisce le linee guida per la prestazione energetica degli edifici;
- Per il calcolo dell'energia rinnovabile prodotta e del fabbisogno energetico annuale, si considera il calcolo per singolo servizio energetico su base mensile espresso in energia primaria;
- Viene operata il bilanciamento mensile tra energia rinnovabile prodotta e fabbisogni energetici.

5.2 Decreto sui Requisiti Minimi

Il decreto sui Requisiti Minimi fornisce direttive riguardanti le metodologie di calcolo dei requisiti minimi e delle prescrizioni in materia di prestazioni energetiche e può essere applicato a qualsiasi tipologia di edificio, pubblico o privato, che sia sottoposto a ristrutturazione o nuova costruzione.

Si elencano di seguito alcune definizioni riportate da decreto necessarie a comprendere meglio l'argomento in esame:

- “Superficie disperdente S (m²): superficie che delimita il volume climatizzato V rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione”;
- “Trasmittanza termica periodica YIE (W/m²K): parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare e attenuare la componente periodica del flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti”.

La normativa tecnica di riferimento nazionale per il calcolo della prestazione energetica degli edifici è la “UNI/TS 11300 – Prestazione energetica degli edifici” suddivisa in quattro differenti sezioni:

- “Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”.
- “Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione”.
- “Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva”.
- “Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”.

5.3 Dati climatici

La normativa UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici” fornisce i dati climatici necessari ad effettuare le verifiche energetiche degli edifici. Essa è composta da tre differenti sezioni:

- Parte 1: Dati climatici convenzionali: fornisce i riferimenti normativi italiani inerenti ai dati climatici necessari ai fini della verifica e della progettazione energetica;
- Parte 2: dati di progetto: fornisce i dati relativi alle condizioni limite del clima ai fini del dimensionamento impiantistico. Inoltre, indica le condizioni termo-igrometriche standard esterne, relative anche alle località non presenti nell'elenco della normativa, riferite alla stagione estiva, per la progettazione degli impianti di climatizzazione.
- Parte 3: Indici climatici sintetici: fornisce le metodologie di calcolo finalizzate alla determinazione degli indici sintetici necessari alla descrizione e alla classificazione climatica della località di riferimento. Approfondendo più nello specifico la parte prima, utilizzata per i dati di input del progetto in esame, si analizzano di seguito i tre parametri principali:

- Temperatura: fornisce i dati medi mensili delle temperature medie giornaliere riferite alle quote di riferimento alle quali sono collocate le 110 stazioni di rilevazione presenti nelle diverse località italiane. Nel caso in cui la località presa in esame non fosse compresa nelle 110 località di riferimento, viene calcolata una temperatura correttiva prendendo come riferimento la temperatura della stazione di riferimento più vicina e applicando ad essa un fattore di correzione che tiene conto della diversa altitudine della località;
- Radiazione: fornisce i dati riferiti all'irradianza solare giornaliera sul piano orizzontale media mensile riferita alle quote alle quali sono collocate le 110 stazioni di rilevazione presenti nelle diverse località italiane. Nel caso in cui la località presa in esame non fosse compresa nelle 110 località di riferimento, viene presa come riferimento l'irradiazione della stazione di riferimento più vicina;
- Vento: fornisce i dati della velocità del vento riferiti alle quote di riferimento alle quali sono collocate le 110 stazioni di rilevazione presenti

nelle diverse località italiane.

- Pressione di vapore: fornisce i dati relativi alla pressione parziale di vapore acqueo inerenti alle quote di riferimento alle quali sono collocate le 110 stazioni di rilevazione presenti nelle diverse località italiane;
- Umidità massica esterna: viene calcolata tramite la formula:

$$X_e = 622 \times \frac{p_{wv}}{p_z - p_{wv}}$$

5.4 Caratteristiche termiche involucro opaco e involucro trasparente

I requisiti due termo-igrometrici principali di un componente edilizio sono isolamento termico e inerzia termica:

- L'isolamento termico è la capacità di un componente edilizio a ridurre la trasmissione del calore tra due zone che si trovano a diversa temperatura. Il fenomeno di scambio di flusso termico tra interno ed esterno deve essere maggiormente controllato nel periodo invernale installando un'adeguata coibentazione termica;
- Inerzia termica di un componente è la capacità di ritardare e ridurre la velocità con la quale il flusso termico viene scambiato tra interno ed esterno.

I parametri di riferimento per valutare l'isolamento termico di un componente opaco sono:

- la trasmittanza termica U si definisce come il flusso termico scambiato da un materiale in condizioni stazionarie attraverso l'unità di superficie sottoposta ad una differenza di temperatura di un grado Kelvin. La normativa di riferimento per il calcolo della trasmittanza termica dei componenti opachi è la UNI EN ISO 6946: 2018, di seguito viene

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + \sum R_j + \frac{1}{h_e}}$$

riportata la formula:

Dove:

- R è la resistenza termica totale del componente opaco, pari al reciproco della trasmittanza [W/m²K];
- h_i è la conduttanza unitaria superficiale interna [W/m²K];
- d_i è lo spessore del generico strato che compone la stratigrafia [m];
- R_j è la resistenza termica del generico strato che compone la stratigrafia [m²K/W];

he è la conduttanza unitaria superficiale esterna [W/m²].

La normativa di riferimento per il calcolo della trasmittanza termica dei

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + U_g}$$

componenti trasparenti, ovvero porte, finestre e chiusure oscuranti, è la UNI EN ISO 10077-1: 2018, di seguito viene riportata la formula:

Dove:

Ag: area del vetro [m²];

Ug: trasmittanza termica del vetro [W/m²K];

Af: area del telaio [m²];

Uf: trasmittanza termica del telaio [W/m²K];

lg: perimetro del vetro [m];

Ψg: trasmittanza termica lineare del distanziatore [W/mK].

Il Decreto sui requisiti minimi riporta i valori limite di trasmittanza termica dei componenti opachi e trasparenti classificandoli in base alla zona climatica di riferimento:

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

Tab. 1: Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

Tab. 2: Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,48	0,42
C	0,42	0,38
D	0,36	0,32
E	0,31	0,29
F	0,30	0,28

Tab. 3: Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali di pavimento

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

Tab. 4: Trasmittanza termica U massima delle chiusure trasparenti e opache

- la conducibilità termica si definisce la capacità di un materiale a trasmettere il flusso termico, quindi, più il valore di questa proprietà fisica sarà maggiore, più le prestazioni fisiche del materiale saranno peggiori in quanto aumenterà il calore trasmesso tra ambiente interno ed esterno.

Nel caso di un coibente termico, per esempio, è preferibile scegliere un materiale che abbia conducibilità termica bassa in modo tale da diminuirne lo spessore affinché si rientri nei valori limite di trasmittanza termica imposti da legge.

- La trasmittanza termica lineare quantifica le dispersioni dei componenti dell'involucro edilizio.

Grazie alla determinazione della trasmittanza termica lineare, è possibile quantificare le dispersioni attraverso i ponti termici.

I ponti termici sono parti dell'involucro edilizio nelle quali la resistenza termica cambia significativamente a causa di discontinuità geometriche, come variazione dello spessore della costruzione, o di materiale, ovvero a causa della variazione delle caratteristiche termo-fisiche di materiali adiacenti (per esempio tra componenti verticali opachi e componenti finestrati).

I ponti termici possono essere classificati a seconda della loro tipologia:

- Di forma: quando la variazione delle caratteristiche geometriche cau-

sano una deviazione del flusso termico monodimensionale

- Di struttura: quando la variazione di resistenza termica tra due diversi componenti causa una deviazione del flusso termico monodimensionale;

- Misto: quando si verifica la presenza contemporanea dei due ponti termici precedenti.

La normativa UNI EN ISO 14683 definisce le diverse modalità di calcolo della trasmittanza termica lineare:

- Atlante dei ponti termici;

- Valori standard;

- Metodi numerici;

- Calcoli manuali.

5.5 Calcolo di progetto invernale

La normativa UNI EN 12831 definisce la modalità di calcolo per la definizione del carico termico di progetto invernale come:

$$\Phi_{HL,build} = \Sigma \Phi_{T,build} + \Phi_{v,build} + \Sigma \Phi_{nu,i} - \Sigma \Phi_{gain,i}$$

Dove:

T,build: Sommatoria delle dispersioni termiche per trasmissione [W];

v,build: Dispersioni termiche per ventilazione [W];

nu,i: Sommatoria delle potenze di ripresa [W];

gain,i: Sommatoria dei guadagni di energia [W].

Nel caso in esame la sommatoria delle potenze di ripresa e la sommatoria dei guadagni di energia saranno considerate come nulle, quindi nel calcolo del carico di progetto invernale verranno considerate solo le dispersioni termiche per trasmissione e per ventilazione.

$$\Phi_{T,build} = (\Phi_{T,ie} + \Phi_{T,iae} + \Phi_{T,ig} + \Phi_{T,a}) (\theta_i - \theta_e)$$

Le dispersioni termiche per trasmissione vengono calcolate come:

Dove:

T,ie: coefficiente di scambio termico per trasmissione tra ambiente climatizzato e ambiente esterno;

T,iae: coefficiente di scambio termico per trasmissione tra ambiente climatizzato e ambiente non climatizzato;

T,ig: coefficiente di scambio termico per trasmissione tra ambiente climatizzato e terreno;

T,a: coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso edifici adiacenti;

_i: Temperatura interna;

θ_e : Temperatura esterna.

Vengono di seguito esplicitate le formule per il calcolo dei quattro coefficienti di scambio termico per trasmissione:

$$H_{T,ie} = \sum A_i U_i + \sum l_k \Psi_k$$

Tra ambiente climatizzato e ambiente esterno:

Dove:

A_i : Area della i-esima superficie;

U_i : Trasmittanza termica della i-esima superficie;

l_k : Lunghezza del k-esimo ponte termico;

Ψ_k : Trasmittanza termica del k-esimo ponte termico.

$$H_{T,iae} = H_{iu} \cdot b$$

Tra ambiente climatizzato e non climatizzato:

Dove:

b : Fattore di riduzione della temperatura.

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

$$H_{ue} = H_{tr,ue} + H_{ve,ue}$$

H_{ue} : Coefficiente di scambio termico tra ambienti climatizzati e non

$$H_{iu} = H_{tr,iu} + H_{ve,iu}$$

climatizzati, compresa l'aliquota scambiata per ventilazione

H_{iu} : Coefficiente di scambio termico tra ambienti non climatizzati e ambiente esterno, compresa l'aliquota scambiata per ventilazione

$$H_{ve,ue} = \rho_{air} \cdot c_p \cdot q_{ve}$$

Dove:

ρ_{air} : Densità dell'aria;

c_p : Calore specifico dell'aria;

q_{ve} : Portata di ventilazione.

$$q_{ve} = \frac{v_u \cdot n_{ue}}{3600} \quad [m^3/s]$$

v_u : Volume netto dell'edificio;

n_{ue} : Tasso di ricambio d'aria.

No	Air tightness type	n_{ue} h ⁻¹
1	No doors or windows, all joints between components well-sealed, no ventilation openings provided.	0.1
2	All joints between components well-sealed, no ventilation openings provided.	0.5
3	All joints well-sealed, small openings provided for ventilation.	1
4	Not airtight due to some localized open joints or permanent ventilation openings.	3
5	Not airtight due to numerous open joints, or large or numerous permanent ventilation openings.	10

Tra ambiente climatizzato e terreno:

$$H_{T,ig} = A \cdot U + P \cdot \Psi_{wf}$$

$$b_m = \frac{H_{g,m}}{H_g}$$

$H_{(g,m)}$: Coefficiente di scambio termico attraverso il terreno su basi mensili;

b_m : Fattore correttivo per la conversione da valori mensili a medi annui.

Tra ambiente climatizzato e ambiente adiacente:

$$H_a = b \cdot H_{ia}$$

$$b = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}$$

θ_i : Temperatura interna;

θ_a : Temperatura della zona climatizzata adiacente;

θ_e : Temperatura esterna.

6.1 Cenni storici

L'uso pratico della cogenerazione è antico quanto la generazione stessa di elettricità. Quando è stata ideata l'elettificazione di vaste aree per sostituire l'illuminazione a gas e kerosene nelle abitazioni e nelle strutture commerciali è nato il concetto di centrali di generazione di energia da stazione centrale. L'elettificazione dei quartieri risale agli stabilimenti di Thomas Edison a New York. I motori primi che azionavano i generatori elettrici espellono il calore di scarto che normalmente viene disperso nell'atmosfera. Catturando quel calore e producendo vapore a bassa pressione, quel vapore potrebbe essere convogliato in tutto il distretto per riscaldare case e aziende. Nasce così la cogenerazione su larga scala. Mentre l'elettificazione marciava in tutto il paese, la maggior parte dell'elettricità generata era in loco in grandi impianti industriali. Con la generazione molto calore di scarto è stato accumulato e utilizzato nei processi industriali come risorsa naturale. Probabilmente il significato della parola cogenerazione non era conosciuto a quei tempi, ma le basi del processo di recupero del calore erano le stesse che poi hanno portato alla creazione degli attuali impianti di cogenerazione.

Con la costruzione di grandi centrali di generazione, diventò più economico, per le industrie che si erano autogenerate elettricità, acquistarla ora dall'azienda elettrica centrale. Gli impianti di servizio della stazione centrale erano ora situati fuori dai sentieri battuti, quindi anche il tele-riscaldamento ne soffrì perché le linee per il collegamento ai distretti diventarono troppo lunghe e costose.

L'utilizzo poi del petrolio e gas naturale a buon mercato ha causato il ritorno allo spreco, pensando poco all'efficienza energetica quando il petrolio si vendeva a meno di un dollaro al barile.

6.2 Cogenerazione: una nuova energia rinnovabile

Lo studio dell'analisi energetica sta prendendo sempre più piede nel contesto mondiale nell'ambito delle tematiche riguardanti l'efficienza nella produzione dell'energia e l'uso razionale di quest'ultima.

Si parla molto dell'utilizzo dell'energia verde. Tale riferimento si applica alla produzione di energia elettrica da fonti naturali o rinnovabili. Tali fonti naturali sono definite come tutto ciò che non consuma una risorsa che potrebbe esaurirsi, come il petrolio, ovvero geotermico, biomasse e rifiuti, piccolo idroelettrico, eolico, solare.

Tali impianti sono spesso piccoli e remoti, il che significa che l'elettricità che producono spesso è più costosa dell'energia generata da grandi impianti convenzionali che bruciano gas o petrolio o utilizzano l'energia nucleare.

Ad oggi, il costo dell'energia verde viene pubblicizzato come leggermente superiore per chilowatt al consumatore rispetto all'energia convenzionale.

L'idea è quella di promuovere l'energia rinnovabile perché genera meno inquinamento atmosferico, non pone problemi di rifiuti a lungo termine ed è altrimenti considerata avere benefici sociali di vasta portata.

Il sussidio sta aumentando la domanda di energia verde e lo stato spera che con la domanda extra, i costi di produzione di energia verde diminuiranno in modo che il sussidio non sarà più necessario.

In questo scenario la cogenerazione fornisce dai 35 ai 40 punti percentuali di energia "gratuita" rispetto alla quantità di combustibile bruciato per generare convenzionalmente lo stesso equivalente di elettricità e acqua calda.

Particolare attenzione infatti, nell'ambito dell'energia rinnovabile, è stata dedicata ai sistemi di cogenerazione, essi permettono di produrre congiuntamente energia termica ed elettrica partendo da una singola fonte energetica all'interno di un unico sistema integrato.

La ricerca di questa nuova tipologia di impianto è finalizzata al recupero, di tutto o in parte, del

calore proveniente da impianti motori termici nei quali, il calore che non viene trasformato in energia meccanica o elettrica, deve necessariamente essere dispersa sotto forma di calore. Infatti, è stato stimato che il 65% di energia prodotta verrà dispersa mentre solo il 35% di calore introdotto in un impianto verrà effettivamente convertito in energia. Il calore, che normalmente andrebbe disperso, consente invece alla cogenerazione di ottenere massime prestazioni nel campo dell'efficienza energetica e al contempo permette di poter gestire la produzione di energia in maniera sicura, affidabile e continuativa.

Utilizzando quindi il medesimo combustibile al fine di generare elettricità e calore è possibile incrementare l'efficienza del combustibile fino all'85%. Ne consegue una diminuzione di emissione di CO₂ oltre che un risparmio dal punto di vista economico, rispetto alla produzione separata di elettricità e di calore.

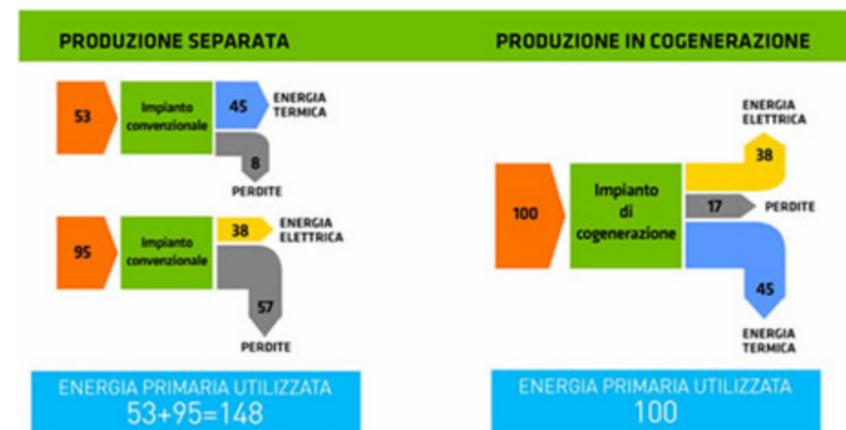


Immagine 1: Impianto di cogenerazione

6.3 Campi di applicazione

La cogenerazione può essere applicata ovunque un impianto abbia bisogno di due o più utilizzi energetici. Gli usi energetici sono descritti come elettricità, acqua calda, vapore, acqua refrigerata, riscaldamento degli ambienti, riscaldamento di bagni chimici, aria condizionata e qualsiasi altra esigenza che richieda un apporto energetico.

L'utilizzo più tipico è quando una struttura necessita di elettricità e acqua calda. Ovviamente, l'elettricità è universale nel suo utilizzo, e raramente troveremmo in funzione un sistema di cogenerazione che non avrebbe l'elettricità come uno dei suoi prodotti energetici. Le applicazioni per acqua calda si trovano ovunque, sia in applicazioni commerciali che industriali. L'uso residenziale è anche un'area in cui la cogenerazione può essere applicata con successo se l'utenza è abbastanza grande o se è disponibile la tecnologia per fornire una cogenerazione adeguata. Gli esempi tipici di riscaldamento dell'acqua sono i seguenti:

- Hotel;
- Ristoranti;
- Ospedali;
- Strutture per la salute e il fitness;
- Comuni;
- Strutture ricreative-piscine;
- Case di cura e strutture di cura;
- Lavanderie a gettoni;
- Lavanderie commerciali;
- Stabilimenti galvanici;
- Impianti di trasformazione alimentare;
- Residenziale.

Come si vede, qualsiasi impianto che abbia bisogno di acqua calda è un potenziale fruitore dei benefici della cogenerazione. C'è un altro uso pratico per la cogenerazione quando l'acqua calda non è necessaria in grande misura: il raffreddamento sotto forma di condizionamento dell'aria della refrigerazione. L'acqua calda generata dal cogeneratore può essere utilizzata nella produzione di acqua refrigerata utilizzando una tecnologia denominata abbattimento ad assorbimento.

Il refrigeratore ad assorbimento funziona sul principio dell'ebollizione di una soluzione chimica nel vuoto con il vapore chimico risultante che agisce come refrigerante per rimuovere il calore dall'acqua che è stata utilizzata come refrigerante. Una volta che il calore è stato rimosso, l'acqua refrigerata torna al processo per raffreddare tutto ciò che è necessario per essere raffreddato, raccogliendo calore e tornando al refrigeratore ad assorbimento per essere nuovamente raffreddato. Tipicamente, un impianto di climatizzazione che utilizza gas naturale in un bruciatore viene utilizzato per far bollire la soluzione chimica in modo che il vapore refrigerante venga rilasciato e utilizzato per raffreddare l'acqua. L'acqua refrigerata viene soffiata su uno scambiatore di calore per raffred-

dare l'aria nella stanza. L'acqua refrigerata preleva calore dall'ambiente, quell'acqua viene restituita al refrigeratore assorbitore leggermente più calda di quando è uscita per essere nuovamente raffreddata, e il ciclo si ripete. Invece di utilizzare il gas naturale in un bruciatore per fornire il calore necessario all'ebollizione del refrigerante chimico, l'acqua calda può essere utilizzata come fonte di calore.

Di conseguenza, un impianto che utilizza energia elettrica ma poca o nessuna acqua calda può sfruttare i benefici della cogenerazione attraverso la produzione di energia elettrica e acqua calda da utilizzare in un'unità di condizionamento di tipo assorbitore-chiller.

Il vapore viene utilizzato in molte strutture per fornire riscaldamento degli ambienti, sistemi in-process, sterilizzazione di strumenti, cottura e molte altre applicazioni. I cogeneratori possono essere progettati per utilizzare il calore di scarto per andare direttamente al vapore, solitamente vapore a bassa pressione.

Spesso può essere altrettanto pratico utilizzare il sistema di acqua calda del cogeneratore come mezzo per preriscaldare l'acqua di alimentazione della caldaia che viene pompata nella caldaia per produrre vapore.

Pertanto, indipendentemente dal fatto che le esigenze di un impianto siano elettricità e acqua calda o vapore per l'aria condizionata, la cogenerazione può fare una differenza significativa nella quantità di denaro speso per le utenze all'interno di tale impianto.

6.4 Quantificazione dei consumi

Mentre un impianto che utilizza due o più delle forme di energia può essere un candidato per la cogenerazione, solo un'analisi approfondita determinerà se la cogenerazione garantirà un ragionevole ritorno sull'investimento.

Utilizzando un impianto di trattamento dell'acqua come esempio del tipo di dati necessari, è necessaria una revisione della cronologia del consumo energetico dell'impianto. Di solito la storia di un anno è tutto ciò che è necessario poiché entro quell'anno verranno identificati tutti i cambiamenti stagionali.

La prima parte dell'analisi consiste nel suddividere i costi energetici dai costi della domanda ed elencarli per mese insieme all'energia e alla domanda utilizzata. Quindi, è necessario considerare un profilo di carico. Un profilo di carico è un'immagine ora per ora di quando l'elettricità viene utilizzata all'interno della struttura. Se la struttura apre alle 10 e chiude alle 22, è ragionevole presumere che la maggior parte della sua elettricità venga consumata entro quelle ore. Ma, se le unità di condizionamento dell'aria vengono lasciate accese tutta la notte o le pompe di circolazione della piscina funzionano tutta la notte e il giorno, oltre all'illuminazione di sicurezza e quant'altro potrebbe essere ancora in uso, il carico elettrico dovrebbe essere considerato per l'intera giornata di 24 ore.

Una volta analizzate le bollette elettriche e sviluppato il modello di utilizzo della struttura, l'attenzione viene poi rivolta all'utilizzo del gas, o più opportunamente, all'utilizzo del riscaldamento dell'acqua.

Confrontare il consumo di gas estivo con l'inverno potrebbe essere tutto ciò che è necessario per vedere quale significativo riscaldamento degli ambienti sta avvenendo. Guardare però le specifiche del riscaldatore e calcolarlo il consumo di gas è il modo più sicuro per determinare quale gas viene consumato.

Una volta che tale analisi è stata compiuta, è facile determinare quanto gas viene utilizzato per riscaldare l'acqua che può essere sostituita dalla cogenerazione moltiplicando il gas totale consumato nell'ultimo anno per la percentuale di gas utilizzata per il riscaldamento dell'acqua.

Il prossimo passo è applicare un cogeneratore che sposterà il maggior numero possibile di tali utenze senza violare l'efficienza FERC minima del 42,5%.

7.1 Introduzione al software e metodo di calcolo



Per la creazione del modello di calcolo, al fine di analizzare le prestazioni energetiche dell'edificio in esame, è stato scelto il software Edilclima, e in particolare la sezione EC700 – “Calcolo prestazioni energetiche degli edifici”, che grazie ad un'interfaccia semplice ed intuitiva consente di inserire tutti i dati necessari per il calcolo di:

- potenza invernale, per il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento secondo la norma UNI EN 12831;
- energia utile e primaria per il riscaldamento invernale, secondo le specifiche tecniche UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014 e UNI/TS 11300-4:2016;
- energia per il raffrescamento estivo, secondo la tecnica UNI/TS 11300-1:2014;
- energia utile e primaria per la produzione di acqua calda sanitaria, secondo la specifica tecnica UNI/TS 11300-2:2014 e UNI/TS 11300-4:2016;
- energia primaria per la climatizzazione estiva, secondo la tecnica UNI/TS 11300-3:2010;
- energia primaria per l'illuminazione artificiale degli ambienti, secondo UNI EN 15193 e UNI/TS 11300-2:2014;
- energia primaria per la ventilazione meccanica, secondo UNI/TS 11300-2:2014;
- energia primaria per il trasporto dovuta ad ascensori e scale mobili, secondo UNI/TS 11300-6:2016;
- quota di energia da fonti rinnovabili e energia primaria, secondo UNI/TS 11300-5:2016.

Il programma EC700 può inoltre essere correlato dai seguenti moduli aggiuntivi al fine di un calcolo più approfondito:

- EC701 - Progetto e verifiche edificio-impianto che consente di effettuare le verifiche di legge, la stampa della relazione tecnica e dell'attestato di qualificazione energetica
- EC705 - Attestato energetico che consente di predisporre e stampare l'attestato di prestazione energetica
- EC706 - Potenza estiva per il calcolo del fabbisogno estivo di potenza, secondo il metodo Carrier – Pizzetti oppure secondo il metodo dinamico orario UNI EN ISO 52016-1.
- EC709 - Ponti termici (paragrafo 5.3.2) per calcolare il valore di trasmittanza termica lineare di diverse tipologie di ponte termico al variare dei parametri progettuali di maggior interesse, secondo la procedura dettagliata prevista dalle norme UNI EN ISO 14683 ed UNI EN ISO 10211.
- EC712 - Solare termico (paragrafo 6.8.2) per stimare in modo analitico (secondo UNI/TS 11300-4 e UNI EN 15316-4-3) l'energia prodotta dall'impianto solare ed utilizzabile per il riscaldamento degli ambienti

e/o per la produzione di acqua calda sanitaria.

- EC713 - Solare fotovoltaico (paragrafo 6.9.2) per stimare in modo analitico (secondo UNI/TS 11300-4 e UNI EN 15316-4-6) l'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici.

- EC720 - Diagnosi energetica e interventi migliorativi per la simulazione di possibili interventi migliorativi finalizzati all'inserimento della Raccomandazioni nell'Attestato di Prestazione Energetica o alla redazione di una diagnosi energetica approfondita.

In particolare, per l'analisi del caso studio in esame ci si è avvalsi dell'integrazione del modulo EC709 per il calcolo dei differenti ponti termici. Il metodo di calcolo adottato dal programma è basato sul vigente quadro normativo, costituito dalle seguenti norme principali:

- UNI/TS 11300-1 "Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale" per il calcolo del fabbisogno di energia utile dell'edificio o della singola unità immobiliare.
- UNI/TS 11300-2 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione" per il calcolo dei rendimenti del sistema di riscaldamento, per la determinazione del consumo per la produzione di acqua calda sanitaria, per il calcolo dei fabbisogni elettrici di ventilazione ed illuminazione.
- UNI/TS 11300-3 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva" per il calcolo dei rendimenti del sistema di raffrescamento dell'edificio o della singola unità immobiliare.
- UNI/TS 11300-4 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria" per il calcolo del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso vi siano sottosistemi di generazione che forniscono energia termica utile da energie rinnovabili o con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili (trattati dalla UNI/TS 11300-2).
- UNI/TS 11300-5 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e dalla quota di energia da fonti rinnovabili".
- UNI/TS 11300-6 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili."
- UNI EN ISO 52016-1 "Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti."

Per un corretto utilizzo del software è necessario seguire un determinato iter procedurale, qui schematizzato, che verrà ripreso e studiato maggiormente nel dettaglio nel capitolo successivo:

1. Compilazione dei dati generali;
2. Definizione dei componenti dell'involucro;
3. Input delle zone e dei locali climatizzati;
4. Definizione locali non climatizzati e serre;
5. Definizione configurazione impianti;

6. Risultati fabbricato.

7.2 Stato di fatto

7.2.1 Input del modello

7.2.1.1 Dati generali

Come già detto in precedenza per l'analisi energetica dell'edificio in questione tramite il software EC700 è necessario seguire un definito iter procedurale partendo dalla compilazione dei dati generali: indirizzo dell'edificio, committente, professionisti coinvolti nel lavoro e scelta della categoria dell'edificio secondo il DPR 412/93 che, per quanto concerne Palazzo Vittone, rientrerà nella categoria E.4 (2) ovvero “Edifici adibiti ad attività ricreative: quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto”.

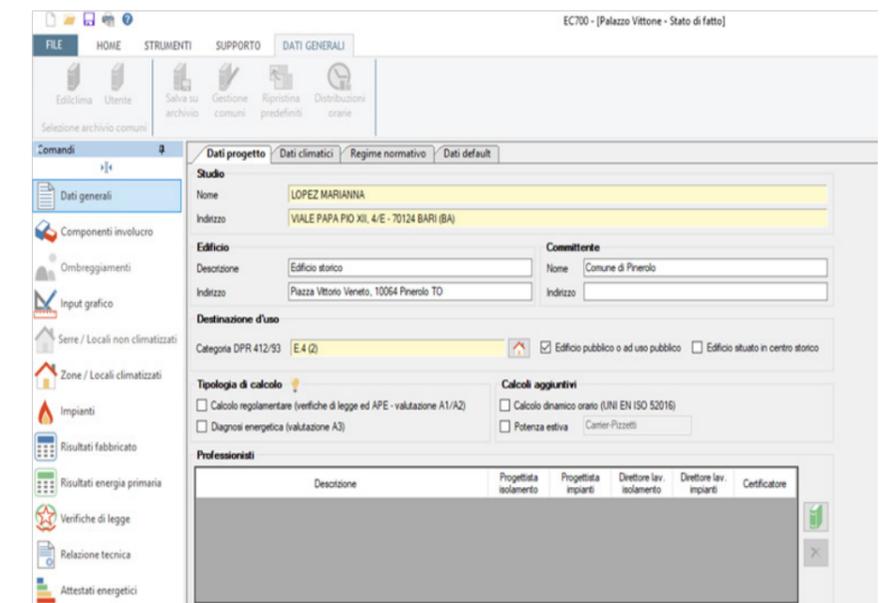


Immagine 2: Finestra dati di progetto

Si procede con l'inserimento dei dati climatici secondo la norma UNI 10349:2016 mediante la selezione della località in cui è ubicato l'edificio facendo sì che il software inserisca in automatico tutti i dati necessari. Pinerolo, con 2615 gradi giorno, è inserita nella zona climatica italiana E della tabella che regola i periodi annuali e gli orari giornalieri di accensione di tutti gli impianti termici quali i riscaldamenti centralizzati e termoautonomi compresi i climatizzatori o condizionatori d'aria domestici utilizzati come pompe di calore, ad esempio in aggiunta agli impianti di riscaldamento, quando questi non sono in funzione a seconda degli orari stabiliti dal regolamento di condominio e/o dalle normative nazionali e locali.

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località	Pinerolo		
Provincia	Torino		
Altitudine s.l.m.	376		m
Latitudine nord	44° 53'	Longitudine est	7° 19'
Gradi giorno DPR 412/93	2815		
Zona climatica	E		

Località di riferimento

per dati invernali	Torino
per dati estivi	Torino

Stazioni di rilevazione

per la temperatura	Bauducchi
per l'irradiazione	Bauducchi
per il vento	Bauducchi

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	A
Direzione prevalente	Nord-Est
Distanza dal mare	> 40 km
Velocità media del vento	1,4 m/s
Velocità massima del vento	2,8 m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	-8,8 °C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal 15 ottobre al 15 aprile

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	31,0	°C
Temperatura esterna bulbo umido	22,7	°C
Umidità relativa	50,0	%
Escursione termica giornaliera	11	°C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	0,5	2,4	7,6	11,2	17,3	21,4	22,9	21,9	18,4	11,6	6,1	1,9

Irradiazione solare media mensile

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: 278 W/m²

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m ²	1,7	2,7	3,6	5,1	7,8	9,7	9,6	6,9	4,5	3,0	1,9	1,4
Nord-Est	MJ/m ²	1,8	3,3	5,3	7,9	10,5	12,5	13,0	10,3	6,9	4,0	2,1	1,5
Est	MJ/m ²	3,7	5,8	8,5	11,0	12,9	14,7	15,6	13,6	10,3	6,7	3,6	3,2
Sud-Est	MJ/m ²	6,3	8,5	10,6	11,7	12,0	12,8	13,9	13,5	11,9	9,0	5,6	5,8
Sud	MJ/m ²	8,0	10,0	11,2	10,5	9,9	10,1	10,9	11,5	11,6	10,2	6,8	7,5
Sud-Ovest	MJ/m ²	6,3	8,5	10,6	11,7	12,0	12,8	13,9	13,5	11,9	9,0	5,6	5,8
Ovest	MJ/m ²	3,7	5,8	8,5	11,0	12,9	14,7	15,6	13,6	10,3	6,7	3,6	3,2
Nord-Ovest	MJ/m ²	1,8	3,3	5,3	7,9	10,5	12,5	13,0	10,3	6,9	4,0	2,1	1,5
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,4	3,8	4,9	6,1	8,3	9,1	8,8	7,6	6,0	4,3	2,8	2,0
Orizz. Diretta	MJ/m ²	2,2	3,9	6,8	9,9	11,4	13,7	15,2	12,6	8,6	4,7	2,0	1,9

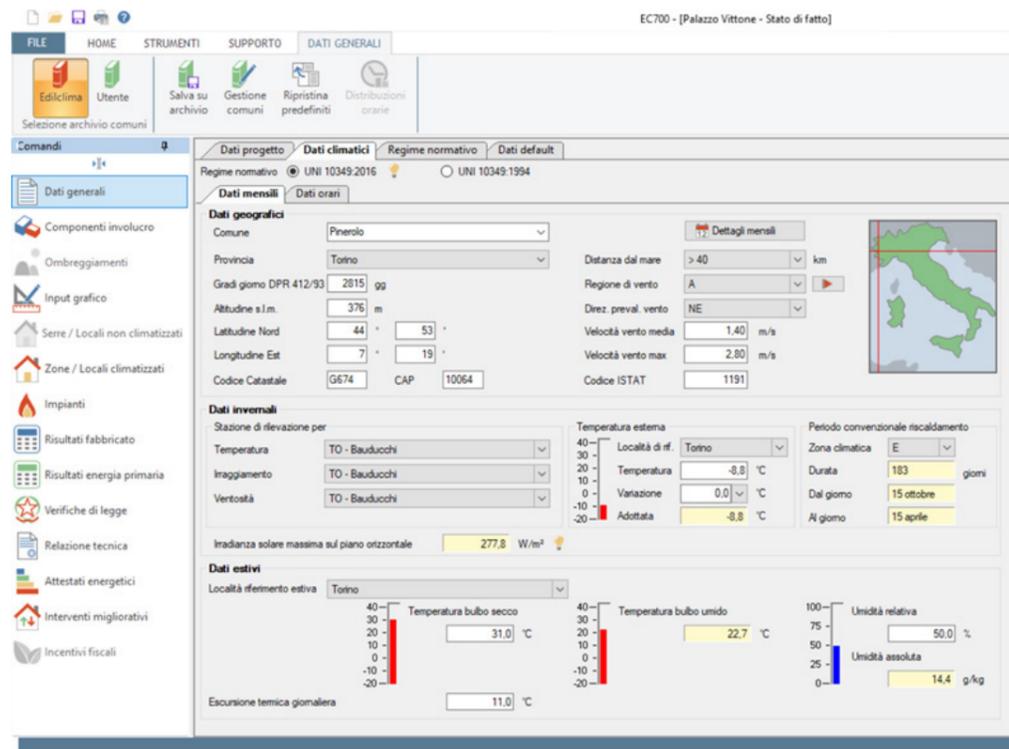


Immagine 3: Finestra dati climatici

L'ultimo passaggio da effettuare è la scelta del regime normativo da applicare, D. Interm. 26.06.15, e dei dati di default in cui vengono specificati i valori di default dei principali dati da proporre nelle fasi successive di compilazione.

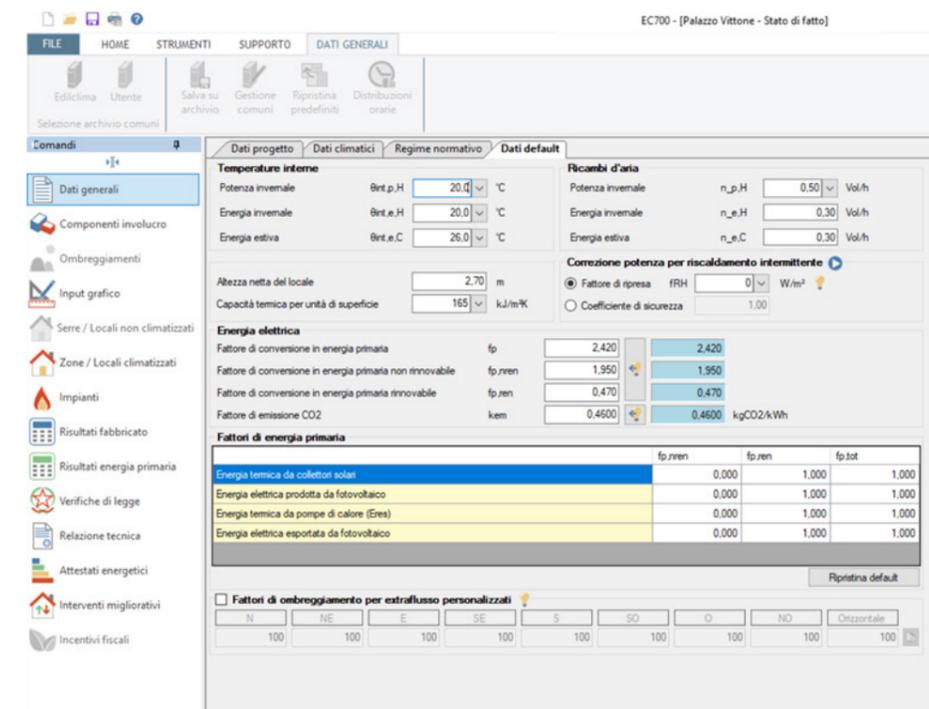


Immagine 5: Finestra dati di default

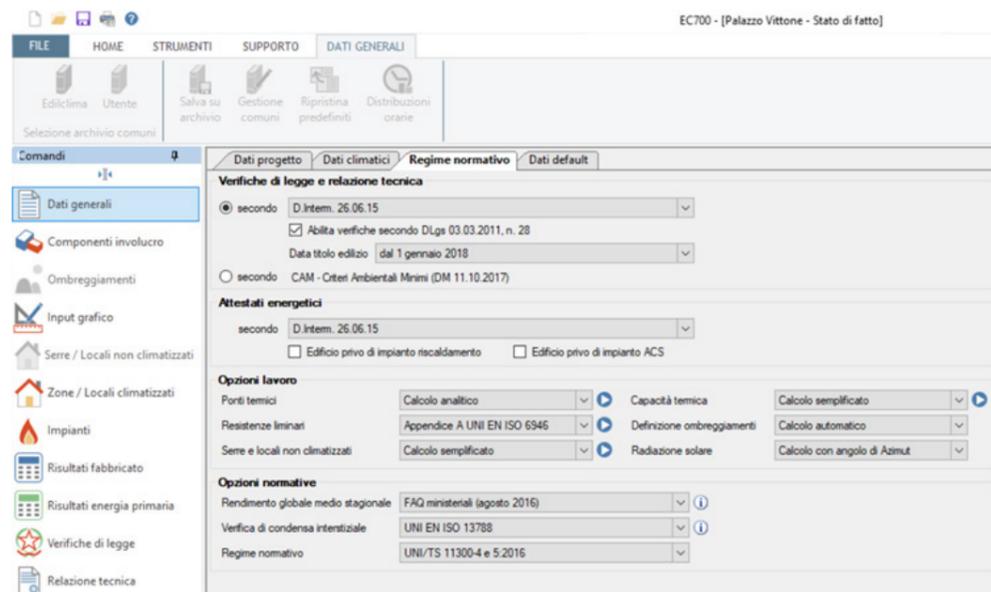
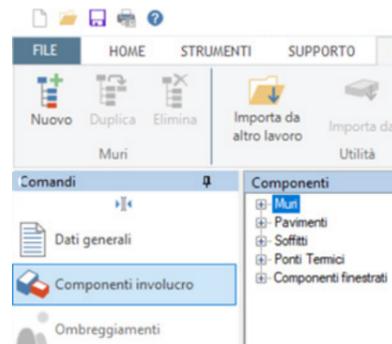


Immagine 4: Finestra regime normativo

7.2.1.2 Componenti involucro

Proseguiamo premendo il pulsante COMPONENTI INVOLUCRO viene visualizzato l'albero di navigazione con i seguenti nodi principali: muri, pavimenti, soffitti, ponti termici e componenti finestrati. Selezionando ciascun nodo si procede alla creazione dei relativi componenti, con possibilità di creare ex novo i componenti, di importarli da archivio o di importarli da un altro lavoro.



Prima di procedere alla definizione della struttura è necessario specificarne il "Tipo", ovvero la tipologia di ambiente al quale la struttura viene esposta. A seconda della voce selezionata dalla casella combinata, possono essere richiesti differenti dati di input e di fianco alle schede "Potenza & Energia" e "Verifica termo-igrometrica". Si elencano di seguito le varie tipologie di ambiente:

- Tipo T, struttura disperdente verso l'ambiente esterno.
- Tipo G, struttura disperdente verso il terreno.
- Tipo U, struttura disperdente verso locali non climatizzati o serre solari.
- Tipo N, struttura disperdente verso zone o appartamenti vicini.
- Tipo A, struttura disperdente verso locali climatizzati ad una diversa temperatura.
- Tipo E, struttura disperdente da locali non climatizzati verso l'ambiente esterno.
- Tipo R, struttura disperdente da locali non climatizzati verso il terreno.
- Tipo D, divisorio interno alla zona climatizzata.

Questa selezione deve essere effettuata prima di proseguire la creazione di qualsiasi componente muro, pavimento, soffitto e componente finestrato.

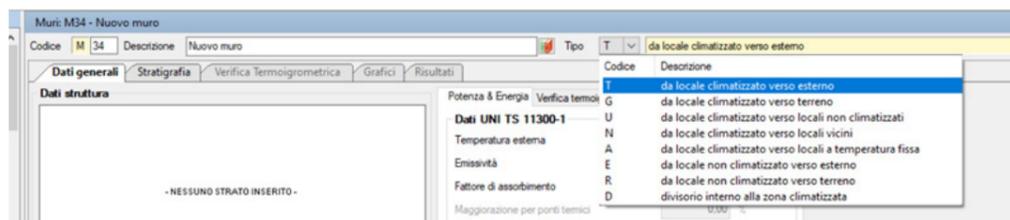


Immagine 6: Finestra tipologia di ambiente

MURI

Si parte prima di tutto dalla creazione dei muri. Premendo il pulsante NUOVO in corrispondenza del nodo "Muri", viene creato un nuovo muro e viene visualizzata la prima scheda, denominata "Dati generali" (procedimento analogo per pavimenti e soffitti).

Riportiamo di seguito la procedura tipo per la creazione di una parete verticale opaca e in particolare della parete controterra di spessore 120 cm.

Selezionando la scheda "Stratigrafia" relativa alla struttura selezionata, si visualizza la maschera in cui definire l'esatta composizione degli strati costituenti la struttura.

La composizione degli strati è stata eseguita scegliendo i materiali visualizzati nella parte inferiore della maschera, raggruppati per categorie di materiali: barriere al vapore, calcestruzzi, intonaci, isolanti, laterizi, solette, vari, pannelli e intercapedini. Per inserire il materiale desiderato in coda alla stratigrafia della struttura è necessario effettuare un doppio clic sulla riga del materiale o premere il pulsante AGGIUNGI. Per l'edificio in esame è stato scelto come materiale una muratura in pietra indipendentemente dalla tipologia e dalla posizione del muro (interno o esterno) variando solamente la dimensione del mattone in base allo spessore della parete in esame.

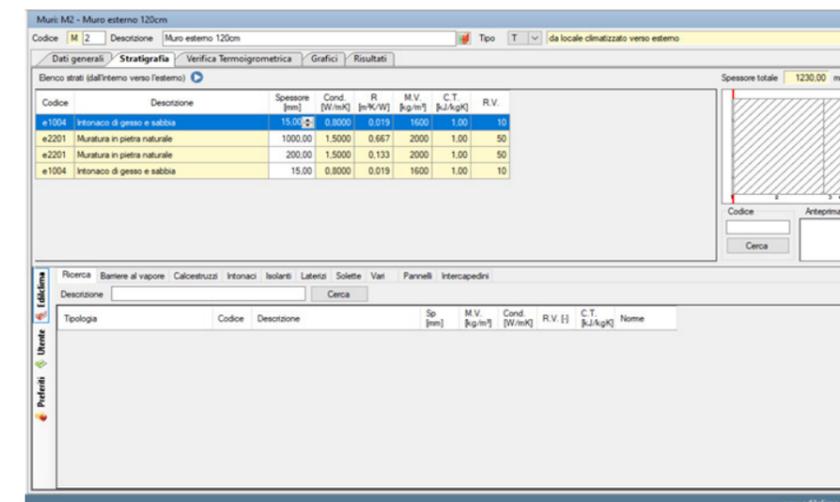


Immagine 7: Finestra stratigrafia

Selezionando la scheda "Verifica Termo-igrometrica" è possibile visualizzare i principali risultati del calcolo di criticità di condensa superficiale e del rischio di condensa interstiziale. Selezionando il pulsante TABELLA MENSILE vengono visualizzati, per ogni mese di calcolo, i dati relativi alle condizioni al contorno ed i risultati della verifica del rischio di condensa superficiale. Nell'esempio preso in esame non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno:

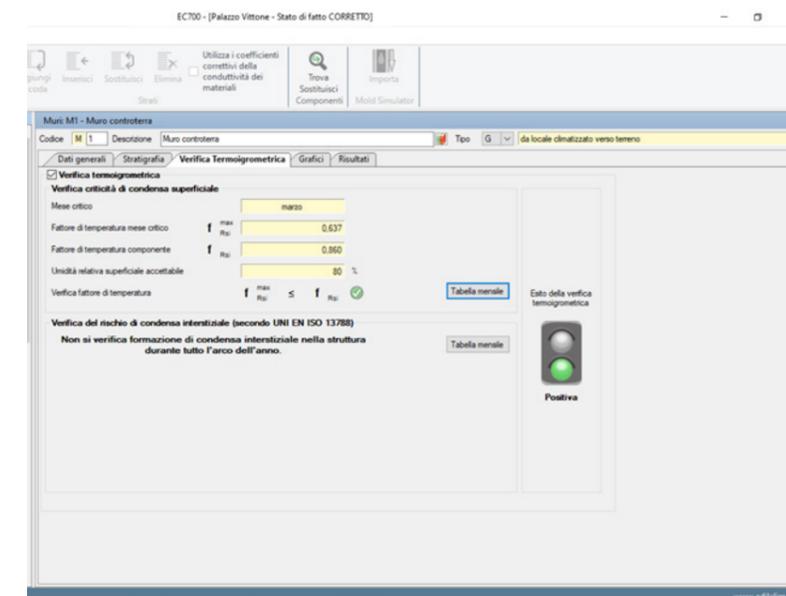


Immagine 8: Finestra verifica termoigrometrica

Mese	Int (°C)	Ext (°C)	g _{int} (g/m²)	g _{ext} (g/m²)	G _g (g/m²)	M _g (g/m²)	G _g (g/m²)	Stato
ottobre	20.0	11.2	17.1	100.0	0	0	30	Assolto
novembre	20.0	11.8	14.1	100.0	0	0	30	Assolto
dicembre	20.0	9.0	47.3	100.0	0	0	30	Assolto
gennaio	20.0	6.9	46.6	100.0	0	0	30	Assolto
febbraio	20.0	6.2	50.1	100.0	0	0	30	Assolto
marzo	20.0	7.2	59.7	100.0	0	0	30	Assolto
aprile	20.0	9.8	57.6	100.0	0	0	30	Assolto
maggio	18.0	11.6	81.6	100.0	0	0	30	Assolto
giugno	18.0	14.6	88.5	100.0	0	0	30	Assolto
luglio	18.0	16.7	83.6	100.0	0	0	30	Assolto
agosto	18.0	17.4	99.5	100.0	0	0	30	Assolto
settembre	18.0	16.9	86.5	100.0	0	0	30	Assolto

Immagine 9: Finestra dettagli condensa interstiziale

È da precisare che non in tutti i casi i valori di condensa superficiale e la verifica del fattore di temperatura risultano verificati.

Selezionando invece la scheda “Grafici” vengono mostrati graficamente gli andamenti di temperatura, pressione del vapore e della distribuzione della condensa nella stratigrafia della struttura:

Infine, per una visualizzazione complessiva dei risultati di calcolo delle trasmittanze termiche, delle caratteristiche dinamiche e della massa superficiale bisogna selezionare la scheda “Risultati” relativa alla struttura selezionata nell’albero di navigazione, così da mettere in evidenza i seguenti risultati:

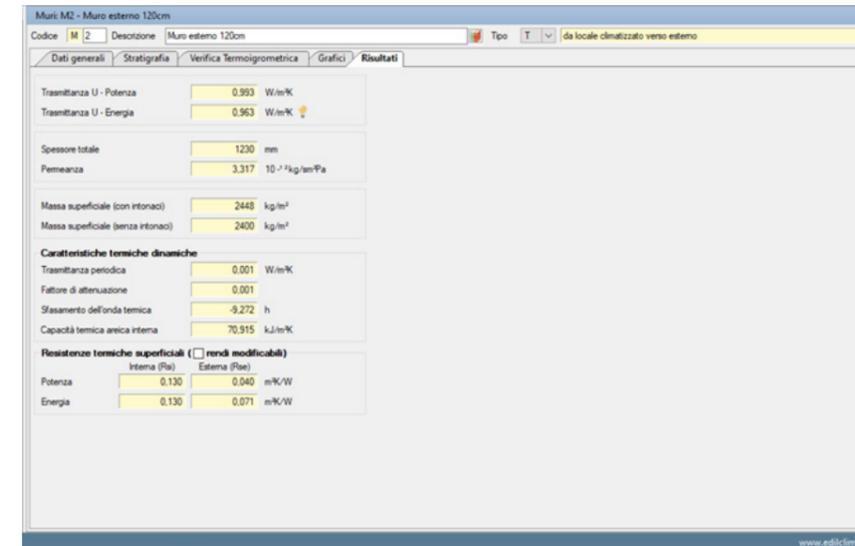
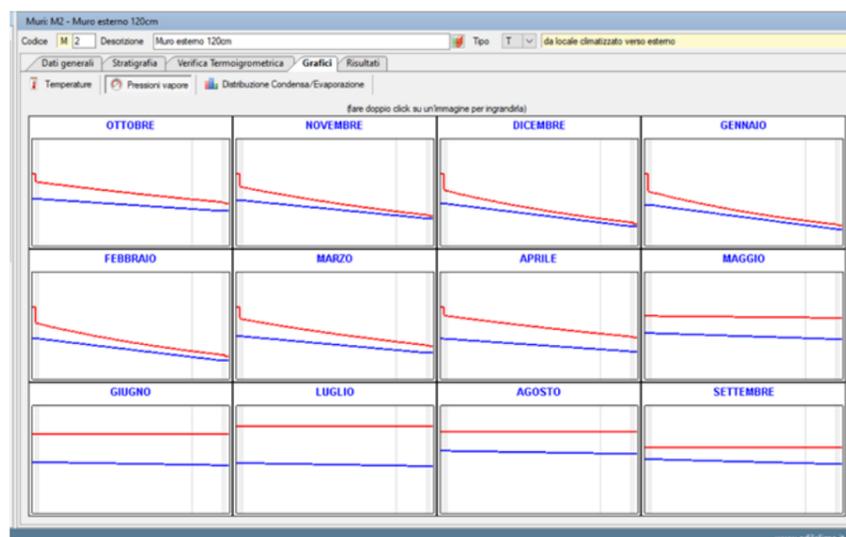
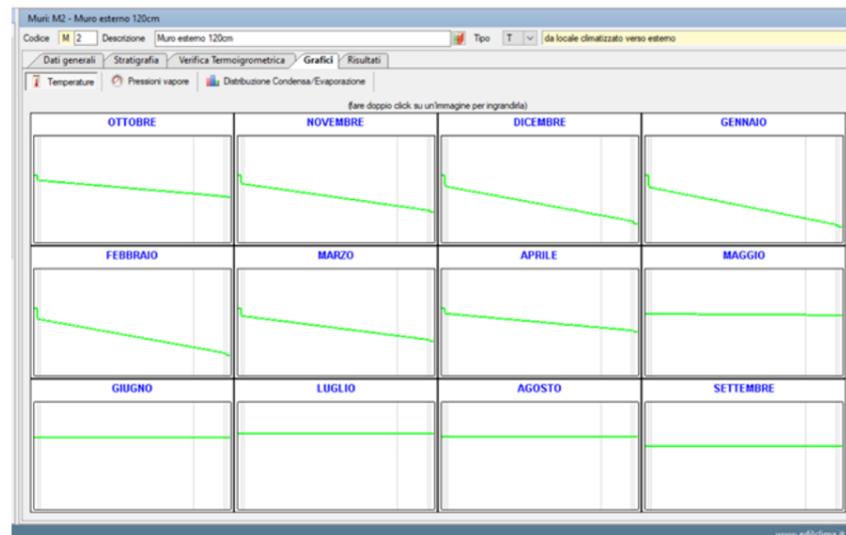


Immagine 12: Finestra risultati



Immagini 10 e 11: Finestra grafici

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON EDILCLIMA

I passaggi precedenti sono stati ripetuti per la creazione di tutte le diverse tipologie di parete verticale opaca. Di seguito viene riportato l'elenco complessivo delle murature con le relative stratigrafie:

• M1

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
2	Muratura in pietra naturale	1000,00	1,5000	0,667	2000	1,00	50
3	Muratura in pietra naturale	200,00	1,5000	0,133	2000	1,00	50
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

• M2

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,8000	0,019	1600	1,00	10
2	Muratura in pietra naturale	1000,00	1,5000	0,667	2000	1,00	50
3	Muratura in pietra naturale	200,00	1,5000	0,133	2000	1,00	50
4	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,8000	0,019	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

• M3

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
2	Muratura in pietra naturale	480,00	1,5000	0,320	2000	1,00	50
3	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

• M4

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
2	Muratura in pietra naturale	700,00	1,5000	0,467	2000	1,00	50
3	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

• M5

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
2	Muratura in pietra naturale	1000,00	1,5000	0,667	2000	1,00	50
3	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

Dove:

- S: Spessore mm
- Cond.: Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi W/mK
- R: Resistenza termica m²K/W
- M.V.: Massa volumica kg/m³
- C.T.: Capacità termica specifica kJ/kgK
- R.V.: Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

Tabella riassuntiva:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp (mm)	Ms (kg/m ³)	Y _{IE} (W/m ² K)	Sfasamento (h)	C _t (kJ/m ² K)	ε (-)	α (-)	θ (°C)	Ue (W/m ² K)
M1	G	Muro controterra	1220,0	2400	0,001	-8,594	72,070	0,90	0,60	-8,8	0,000
M2	T	Muro esterno 120cm	1230,0	2400	0,001	-9,272	70,915	0,90	0,60	-8,8	0,963
M3	T	Muro esterno 48cm	500,0	960	0,166	-13,847	73,740	0,90	0,60	-8,8	1,831
M4	T	Muro esterno 70 cm	720,0	1400	0,036	-19,699	71,737	0,90	0,60	-8,8	1,443
M5	T	Muro esterno 100cm	1020,0	2000	0,004	-3,678	72,033	0,90	0,60	-8,8	1,120

Dove:

- Sp: Spessore struttura
- Ms: Massa superficiale della struttura senza intonaci
- Y_{IE}: Trasmittanza termica periodica della struttura
- Sfasamento: Sfasamento dell'onda termica
- CT: Capacità termica areica
- ε: Emissività
- α: Fattore di assorbimento
- θ: Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
- Ue: Trasmittanza di energia della struttura

PAVIMENTI E SOFFITTI

Terminata la realizzazione delle varie tipologie di muratura presenti nell'edificio, si può procedere con la creazione di pavimenti e soffitti. Partendo dalla selezione del "nodo" interessato, PAVIMENTI o SOFFITTI, presenti nella sezione COMPONENTI INVOLUCRO, è sufficiente seguire lo stesso iter procedurale che è stato descritto in precedenza per la creazione delle diverse tipologie di muratura.

Di seguito verrà riportato l'elenco complessivo di pavimenti e soffitti che sono stati generati per lo studio del caso in esame:



• P1

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	220,00	0,9000	0,244	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

• P2

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	180,00	0,9000	0,200	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	180,00	0,9000	0,200	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

• P3

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,7000	0,114	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	250,00	0,9000	0,278	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

• P4

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	25,00	1,3000	0,019	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,7000	0,143	1600	0,88	20
3	Sabbia e ghiaia	250,00	2,0000	0,125	1950	1,05	50
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

• P5

CAPITOLO 7 - LA MODELLAZIONE CON EDILCLIMA

• P6

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	180,00	0,9000	0,200	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-

• S1

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	220,00	0,9000	0,244	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S2

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	180,00	0,9000	0,200	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	240,00	0,9000	0,267	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S3

• S4

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	20,00	0,7000	0,029	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	180,00	0,9000	0,200	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S5

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	180,00	0,9000	0,200	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S6

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,7000	0,114	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	250,00	0,9000	0,278	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S7

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-
1	Copertura in tegole di argilla	20,00	0,9900	-	2000	0,84	-
2	Intercapedine debolmente ventilata $\Delta V=600$ mm ² /m	30,00	-	-	-	-	-
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	30,00	0,1400	-	800	1,70	72
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S8

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	20,00	1,3000	0,015	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	30,00	0,7000	0,043	1600	0,88	20
3	Volta in mattoni	220,00	0,9000	0,244	2000	0,84	10
4	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,8000	0,013	1600	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

• S8

Dove:

- S: Spessore mm
- Cond.: Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi W/mK
- R: Resistenza termica m²K/W
- M.V.: Massa volumica kg/m³
- C.T.: Capacità termica specifica kJ/kgK
- R.V.: Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto

Cod	Tipo	Descrizione	Sp (mm)	Ms (kg/m ²)	Y ₁₂ (W/m ² K)	Sfasamento (h)	C _T (kJ/m ² K)	ε	α	θ	Ue (W/m ² K)
P1	D	P_terra	280,0	534	0,312	-9,711	60,014	0,90	0,60	-	1,526
P2	D	P_ammazzato	240,0	454	0,433	-8,466	61,090	0,90	0,60	-	1,637
P3	D	P_primo	240,0	454	0,433	-8,466	61,090	0,90	0,60	-	1,637
P4	D	P_sottotetto	360,0	674	0,161	-12,254	56,872	0,90	0,60	-	1,316
P5	G	P_interrato	375,0	705	0,485	-10,004	61,179	0,90	0,60	-8,8	0,246
P6	T	P_primoT	240,0	454	0,694	-7,803	63,133	0,90	0,60	-8,8	1,953

Cod	Tipo	Descrizione	Sp (mm)	Ms (kg/m ²)	Y ₁₂ (W/m ² K)	Sfasamento (h)	C _T (kJ/m ² K)	ε	α	θ	Ue (W/m ² K)
S1	D	P_interrato	280,0	534	0,582	-8,890	83,172	0,90	0,60	-	1,941
S2	D	P_Terra_D	240,0	454	0,811	-7,636	84,642	0,90	0,60	-	2,124
S3	T	P_Terra_T	300,0	574	0,577	-9,239	83,272	0,90	0,60	-8,8	1,966
S4	D	P_Mezzanino_D	230,0	438	0,886	-7,323	84,818	0,90	0,60	-	2,191
S5	T	P_Mezzanino_T	240,0	454	0,949	-7,354	85,440	0,90	0,60	-8,8	2,262
S6	D	P_Prime	360,0	674	0,296	-11,411	79,480	0,90	0,60	-	1,613
S7	T	P_Sottotetto	80,0	64	1,954	-1,852	27,707	0,90	0,60	-8,8	1,816
S8	T	P_interrato verso esterno	280,0	534	0,681	-8,612	84,194	0,90	0,60	-8,8	2,056

Tabella riassuntive:

Dove:

- Sp: Spessore struttura
- Ms: Massa superficiale della struttura senza intonaci
- YIE: Trasmittanza termica periodica della struttura
- Sfasamento: Sfasamento dell'onda termica
- CT: Capacità termica areica
- ε: Emissività
- α: Fattore di assorbimento
- θ: Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
- Ue: Trasmittanza di energia della struttura

PONTI TERMICI

Per il calcolo dei ponti termici lineari il software consente di utilizzare quattro differenti procedure, ma nel caso in esame ci si è avvalsi del programma correlato EC709 che permette di determinare la trasmittanza termica lineica dei ponti termici al variare dei parametri progettuali di maggiore interesse, basandosi su simulazioni agli elementi finiti determinate tramite la procedura dettagliata prevista dalle norme UNI EN ISO 14683 ed UNI EN ISO 10211. Oltre alla trasmittanza termica lineica, EC709 consente di effettuare la verifica di temperatura critica in luogo del ponte termico al fine di scongiurare la formazione di muffe o condensa. In questo caso non viene richiesta la temperatura di esposizione del ponte termico e la sua tipologia (verso esterno, verso terreno, ecc.), in quanto tali caratteristiche vengono acquisite automaticamente dalla struttura a cui il ponte termico verrà sottratto, in fase di definizione dei locali climatizzati.

Quindi selezionare il tasto “NUOVO” in corrispondenza del nodo “PONTI TERMICI” e spuntare la casella in corrispondenza della casella EC709

Nella parte alta della maschera selezionare la tipologia di ponte termico tra quelle presenti in elenco:

- R – Parete - Copertura
- B – Parete - Balcone
- C – Angolo tra pareti
- IF – Parete - Solaio interpiano;
- IW – Parete - Parete interna;
- GF – Parete - Solaio controterra;
- GF – Parete - Solaio rialzato;
- P – Parete - Pilastro;
- W – Parete - Telaio.

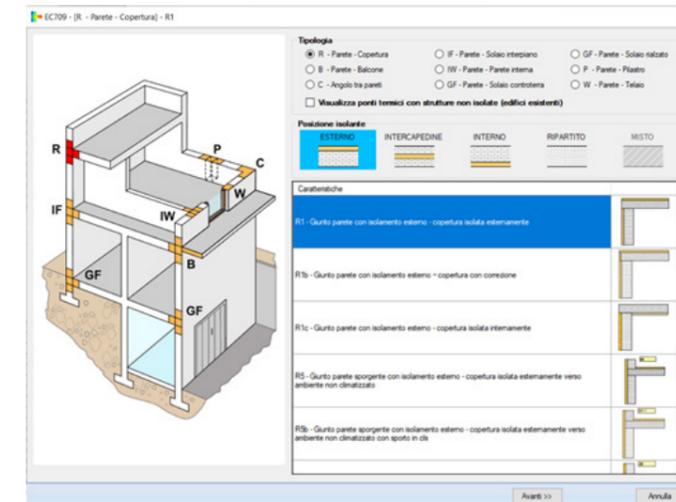


Immagine 14: Finestra inserimento ponti termici

Ad ogni tipologia di ponte termico viene associata una sigla identificativa coincidente con il codice riportato nella norma UNI EN ISO 14683. I ponti termici, oltre che per tipologia, sono discriminati a seconda della posizione dell'isolante nelle strutture coinvolte, ovvero aventi isolante esterno, posto in intercapedine, all'interno, ripartito o misto. Una volta scelta la tipologia è necessario premere il pulsante “AVANTI” per procedere con la creazione.

Nella sezione “STRUTTURE COINVOLTE” è possibile visualizzare le strutture che danno luogo al ponte termico, scegliendole tra quelle per le quali, in precedenza, è stata definita la stratigrafia. Nella figura di seguito è riportato l'esempio del ponte termico Parete – Solaio interpiano per il quale sono stati scelti la muratura M18 confinante con l'esterno e la pavimentazione interpiano P3 tra piano primo e ammezzato.

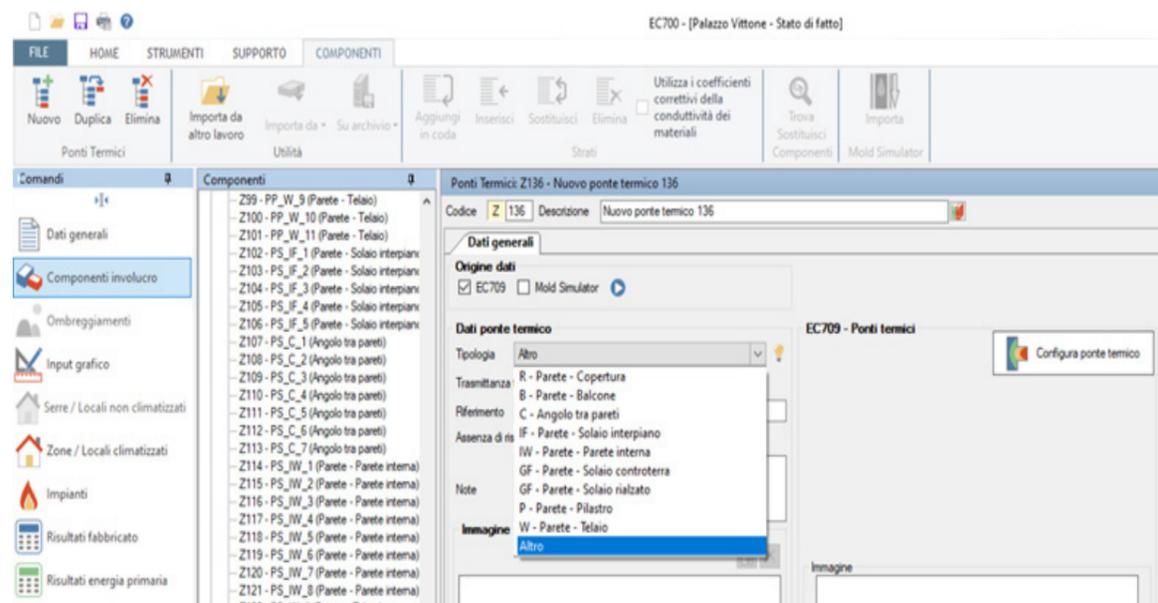


Immagine 13: Finestra componenti involucro, dati generali

Si può partire adesso con la configurazione del ponte termico lineare premendo il tasto sulla destra “CONFIGURA PONTE TERMICO”.

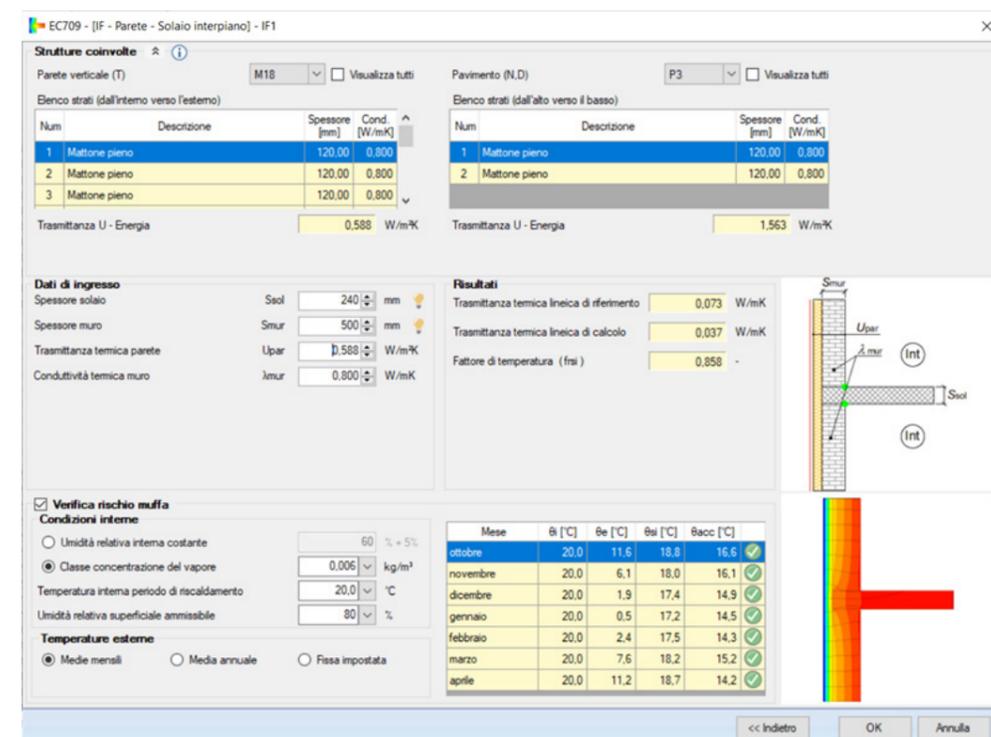


Immagine 15: Finestra dettagli ponti termici

Nella sezione “RISULTATI” vengono visualizzati i valori di trasmittanza termica di riferimento e di calcolo e del ponte termico scelto, calcolati in funzione dei parametri di ingresso precedentemente inseriti. Oltre ai valori trasmittanza viene anche calcolato il fattore di temperatura (frsi) che permetterà di determinare la temperatura superficiale in luogo del ponte termico.

Il software inoltre riporta sulla destra l’immagine del ponte termico caratterizzata dalle linee isoterme, a colori, e di flusso termico, linee di colore nero, con le quali è possibile valutare qualitativamente le zone interessate dalla maggior dispersione termica, ovvero le zone in cui le linee di flusso termico assumono una densità maggiore.

Nella sezione “VERIFICA TEMPERATURA CRITICA” è possibile valutare la “Temperatura superficiale del ponte termico” e confrontarla con la “Temperatura minima accettabile”, dove la prima dipende dalle condizioni esterne e dal fattore di temperatura frsi, mentre la seconda dalle Condizioni interne.

L’esito della verifica è positivo qualora la temperatura in luogo del ponte termico risultasse maggiore di quella minima accettabile.

Infine, premere “OK” per confermare la configurazione del ponte termico e procedere con i successivi.

Di seguito si riporta la tabella che riassume la totalità dei ponti termici creati per il caso di studio in esame:

Descrizione	Assenza di rischio formazione muffe
IF - Parete - Solaio interpiano	X
R - Parete - Copertura	
GF - Parete - Solaio controterra	
W - Parete - Telaio	

Dove:

- Ψ : Trasmittanza lineica di calcolo

COMPONENTI FINESTRATI

L’ultima categoria di componenti da creare sono quelli finestrati. In corrispondenza del nodo “COMPONENTI FINESTRATI” selezionare il pulsante “NUOVO”, quindi apparirà la seguente schermata:

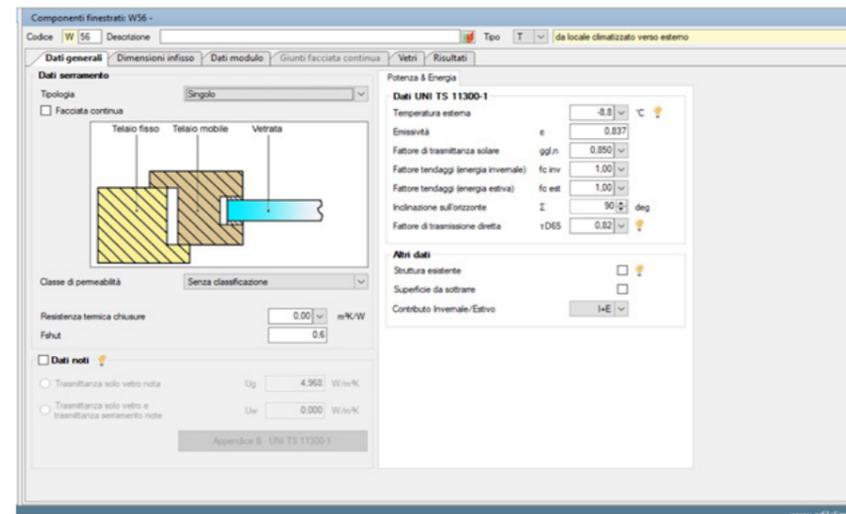


Immagine 16: Finestra componenti finestrati, dati generali

Le caratteristiche richieste sono:

- Tipologia di serramento: singolo, doppio o accoppiato;
- Classe di permeabilità: classificata in quattro differenti categorie secondo la norma UNI EN 12207
- Resistenza termica addizionale delle chiusure oscuranti: si sceglie la casella combinata tra la tipologia di materiale delle chiusure avvolgibili e la loro permeabilità all’aria;
- Fshut: se come in questo caso non si hanno dati specifici sulla frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, si considera il valore 0,6.

Una volta compilati i dati di input iniziali, si passa alla successiva scheda “DIMENSIONI INFISSO” nella quale verranno inserite le dimensioni del modulo vetrato, in questo modo il programma aggiornerà automaticamente l’immagine del serramento visualizzata a destra, del telaio e il valore di trasmittanza termica di quest’ultimo impostandolo manualmente o selezionando i valori imposti da norma. Viene riportato di seguito un esempio di serramento creato per l’analisi del caso studio in esame:

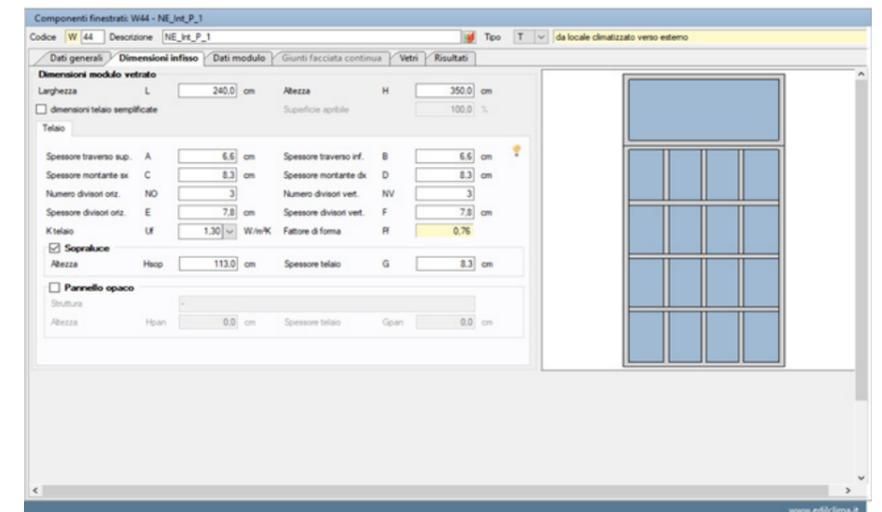


Immagine 17: Finestra componenti finestrati, dimensioni infisso

Nella scheda “DATI MODULO” il programma inserisce in automatico le dimensioni del serramento, calcolandone l’area. Viene posto il segno di spunta nella casella “PONTI TERMICI” per richiamare il ponte termico relativo “parete-telaio” scegliendolo dalla lista di quelli creati in precedenza. Nel caso oggetto di studio non verranno spuntati i campi “CASSONETTO” e “SOTTOFINESTRA” perché non presenti.

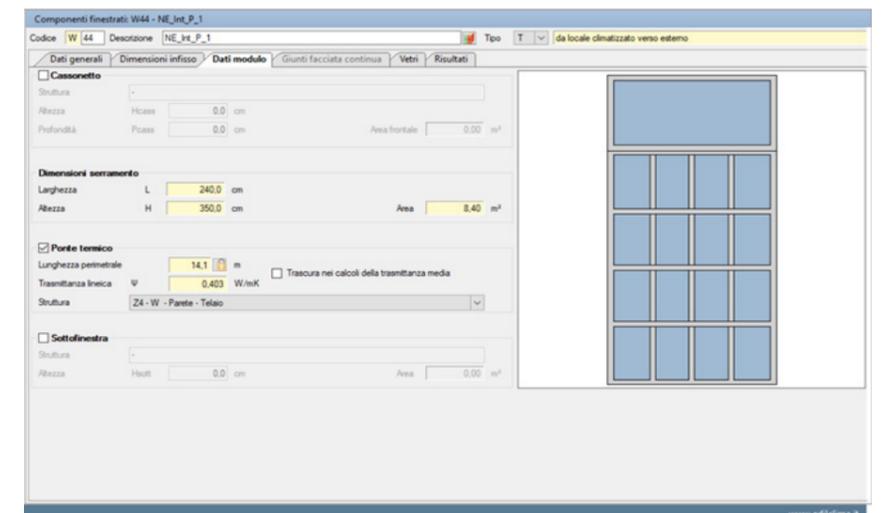


Immagine 18: Finestra componenti finestrati, dati modulo

L’ultima scheda da compilare è quella relativa ai vetri. All’interno della maschera è necessario caratterizzare il pacchetto vetrato del serramento, specificando il tipo di vetro, singolo, doppio o triplo, lo spessore e la conducibilità λ di ciascun vetro, la resistenza delle eventuali intercapedini e la trasmittanza lineica K del distanziale. Verranno riportate successivamente le due tipologie di vetro principali utilizzate nel caso studio:

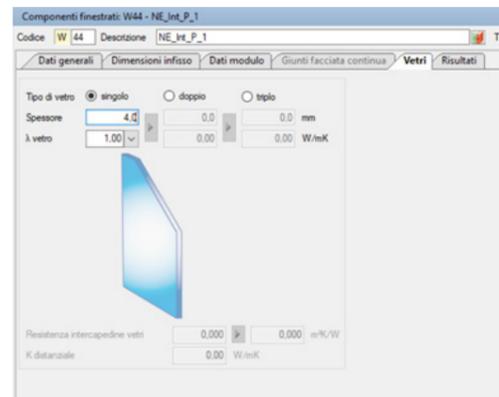


Immagine 19: Finestra componenti finestrati, vetri

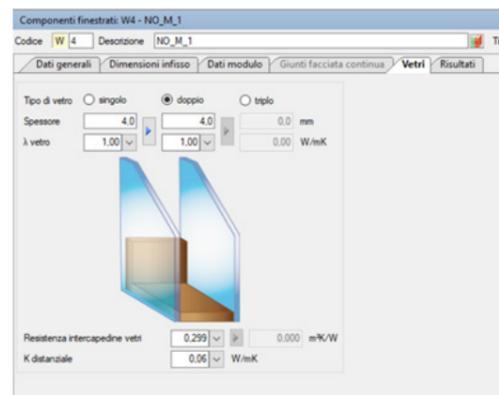


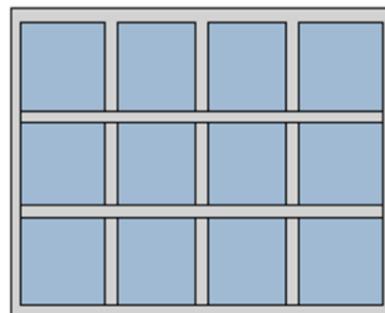
Immagine 20: Finestra componenti finestrati, vetri

Nell'ultima scheda vengono esposti i risultati suddivisi in quattro categorie:

- La prima contiene i parametri geometrici del serramento;
- La seconda contiene le trasmittanze proprie del serramento;
- La terza parte esplicita le trasmittanze termiche del modulo finestra;
- L'ultima sezione contiene le resistenze termiche superficiali dell'aria adottate per i calcoli di potenza ed energia.

Di seguito vengono riportati due esempi di serramento tipo:

• W3



Caratteristiche del telaio:

- Trasmittanza termica del telaio (U_f): 1,30 W/m²K
- K distanziale (K_d): 0,06 W/mK
- Area totale (A_w): 3,349 m²
- Area vetro (A_g): 2,368 m²
- Area telaio (A_f): 0,981 m²
- Fattore di forma (F_f): 0,71 -
- Perimetro vetro (L_g): 21,334 m
- Perimetro telaio (L_f): 7,360 m

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Intercapedine	-	-	0,299
Secondo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071



• W4



Caratteristiche del telaio:

- Trasmittanza termica del telaio (U_f): 1,30 W/m²K
- K distanziale (K_d): 0,00 W/mK
- Area totale (A_w): 11,112 m²
- Area vetro (A_g): 8,422 m²
- Area telaio (A_f): 2,690 m²
- Fattore di forma (F_f): 0,76 -
- Perimetro vetro (L_g): 47,468 m
- Perimetro telaio (L_f): 14,060 m

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	0,130
Primo vetro	4,0	1,00	0,004
Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071



Tabella riassuntiva:

Cod	Tipo	Descrizione	vetro	ε	ggl,n	fc inv	fc est	H (cm)	L (cm)	Ug (W/m ² K)	Uw (W/m ² K)	Θ (°C)	Agf (m ²)	Lgf (m)
W1	T	NO_I_1	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	58,0	84,0	1,967	2,101	-8,8	0,232	3,920
W2	T	NO_T_1	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	210,0	93,0	1,967	2,125	-8,8	1,263	12,816
W3	T	NO_T_2	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	165,0	203,0	1,967	2,154	-8,8	2,368	21,334
W4	T	NO_M_1	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	163,0	96,0	1,967	2,029	-8,8	0,877	9,248
W5	T	NO_M_2	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	215,0	96,0	1,967	2,047	-8,8	1,191	12,456
W6	T	NO_P_1	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	326,0	96,0	1,967	2,047	-8,8	1,898	17,830
W7	T	NO_S_1	Doppio	0,837	0,850	1,00	1,00	97,0	96,0	1,967	2,108	-8,8	0,578	6,112
W8	T	SE_I_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	70,0	80,6	4,871	2,457	-8,8	0,285	4,280
W9	T	SE_T_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	295,0	100,0	4,871	4,174	-8,8	2,374	17,900
W10	T	SE_T_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	302,0	103,0	4,871	3,452	-8,8	1,875	16,136
W11	T	SE_M_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	120,0	99,0	4,871	3,421	-8,8	0,706	6,824
W12	T	SE_M_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	99,0	113,0	4,871	3,325	-8,8	0,634	6,372
W13	T	SE_M_3	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	100,0	99,0	4,871	3,274	-8,8	0,547	5,920
W14	T	SE_P_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	305,0	99,0	4,871	3,562	-8,8	1,912	16,300
W15	T	SE_P_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	315,0	340,0	4,871	4,261	-8,8	12,997	56,312
W16	T	SE_P_3	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	351,0	253,0	4,871	4,188	-8,8	9,553	50,020
W17	T	SE_P_4	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	146,0	86,0	4,871	3,598	-8,8	0,808	8,858
W18	T	SE_P_5	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	113,0	157,0	4,871	3,495	-8,8	1,091	17,032
W19	T	SE_P_6	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	75,0	80,0	4,871	3,271	-8,8	0,331	4,604
W20	T	SE_S_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	98,0	98,0	4,871	3,118	-8,8	0,489	5,600
W21	T	SE_S_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	88,0	84,0	4,871	3,116	-8,8	0,376	4,928
W22	T	SE_S_3	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	81,0	64,0	4,871	3,023	-8,8	0,250	4,080
W23	T	SE_S_4	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	128,0	87,0	4,871	3,564	-8,8	0,706	8,236
W24	T	SE_S_5	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	154,0	116,0	4,871	3,806	-8,8	1,775	14,070
W25	T	SE_S_6	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	150,0	226,0	4,871	3,709	-8,8	2,287	24,832
W26	T	SO_Int_T_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	0,0	0,0	4,968	0,000	-8,8	0,000	0,000
W27	T	SO_Int_T_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	0,0	0,0	4,968	0,000	-8,8	0,000	0,000
W28	T	SO_Int_P_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	170,0	110,0	4,871	3,325	-8,8	1,060	10,168
W29	T	SO_Int_P_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	277,0	110,0	4,871	3,350	-8,8	1,749	16,848
W30	T	SO_Int_S_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	102,0	96,0	4,871	3,103	-8,8	0,494	5,660
W31	T	SO_Est_T_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	164,0	90,0	4,871	3,461	-8,8	0,893	9,396
W32	T	SO_Est_T_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	206,0	90,0	4,871	3,247	-8,8	1,011	11,540
W33	T	SO_Est_M_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	156,0	90,0	4,871	3,139	-8,8	0,723	8,406
W34	E	SO_Est_M_1E	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	156,0	89,0	4,871	3,129	-8,8	0,711	8,346
W35	T	SO_Est_P_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	294,0	90,0	4,871	3,271	-8,8	1,460	15,718
W36	E	SO_Est_P_1E	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	294,0	90,0	4,871	3,271	-8,8	1,460	15,718
W37	T	SO_Est_S_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	294,0	90,0	4,871	3,271	-8,8	1,460	15,718
W38	T	SO_Est_S_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	98,0	96,0	4,871	3,308	-8,8	0,529	5,848
W39	E	SO_Est_S_2E	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	98,0	96,0	4,871	3,308	-8,8	0,529	5,848
W40	T	NE_Int_T_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	167,0	106,0	4,871	3,375	-8,8	1,029	10,000
W41	T	NE_Int_T_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	117,0	95,0	4,871	3,473	-8,8	0,676	6,684
W42	T	NE_Int_M_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	205,0	106,0	4,871	3,230	-8,8	1,175	12,276
W43	T	NE_Int_M_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	160,0	93,0	4,871	3,410	-8,8	0,879	9,292
W44	T	NE_Int_P_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	350,0	240,0	4,871	4,007	-8,8	8,422	47,468
W45	T	NE_Int_S_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	102,0	96,0	4,871	3,103	-8,8	0,494	5,660
W46	T	NE_Est_I_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	94,0	100,0	4,871	3,492	-8,8	0,577	6,080
W47	T	NE_Est_T_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	160,0	100,0	4,871	3,103	-8,8	0,808	8,842
W48	E	NE_Est_T_2E	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	65,0	88,0	4,871	3,212	-8,8	0,306	4,448
W49	T	NE_Est_T_3	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	92,0	98,0	4,871	3,186	-8,8	0,476	5,520
W50	T	NE_Est_M_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	155,0	102,0	4,871	3,149	-8,8	0,818	8,880
W51	E	NE_Est_M_2E	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	84,0	90,0	4,871	3,086	-8,8	0,378	4,920
W52	T	NE_Est_P_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	343,0	104,0	4,871	3,441	-8,8	2,139	18,960
W53	T	NE_Est_P_2	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	274,0	96,0	4,871	3,098	-8,8	1,324	13,676
W54	T	NE_Est_S_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	97,0	96,0	4,871	3,095	-8,8	0,468	10,984
W55	E	NE_Est_S_1	Singolo	0,837	0,850	1,00	1,00	97,0	96,0	4,871	3,095	-8,8	0,468	10,984

Dove:

- ε: Emissività
- ggl,n: Fattore di trasmittanza solare
- fc inv: Fattore tendaggi (energia invernale)
- fc est: Fattore tendaggi (energia estiva)
- H: Altezza
- L: Larghezza
- Ug: Trasmittanza vetro
- Uw: Trasmittanza serramento
- Θ: Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
- Agf: Area del vetro

7.2.1.3 Input grafico

È importante definire un modello 3D al quale poi verranno associati i vari componenti con le relative caratteristiche termiche e fisiche precedentemente definite, questo consentirà di determinare automaticamente le superfici disperdenti dei singoli locali e dell'intero edificio. Il software EC700 permette di importare file come immagine, quindi in formato jpeg, oppure da Autocad in formato .dxf o .dwg in modo da avere una base sulla quale modellare la struttura. Una volta importato il file selezionare il pulsante “IMOSTA NORD” per impostare l'orientamento dell'edificio:

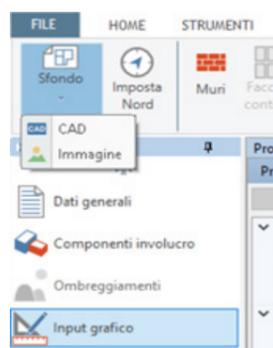


Immagine 21: Finestra sfondo

Prima di iniziare con il tracciamento dei componenti opachi, dalla sezione “GESTIONE PIANI” verranno creati i livelli dell'edificio, che nel caso in esame si sviluppa su quattro piani fuori terra più un piano interrato, definendone poi l'altezza netta dei locali e la quota a cui si trovano, quest'ultima verrà inserita solo per il livello più basso della struttura poiché i successivi verranno automaticamente calcolati dal programma. Nelle proprietà piano è importante definire per soffitto e pavimento i relativi ponti termici scegliendo per ogni piano i relativi tra quelli creati in componenti involucro.

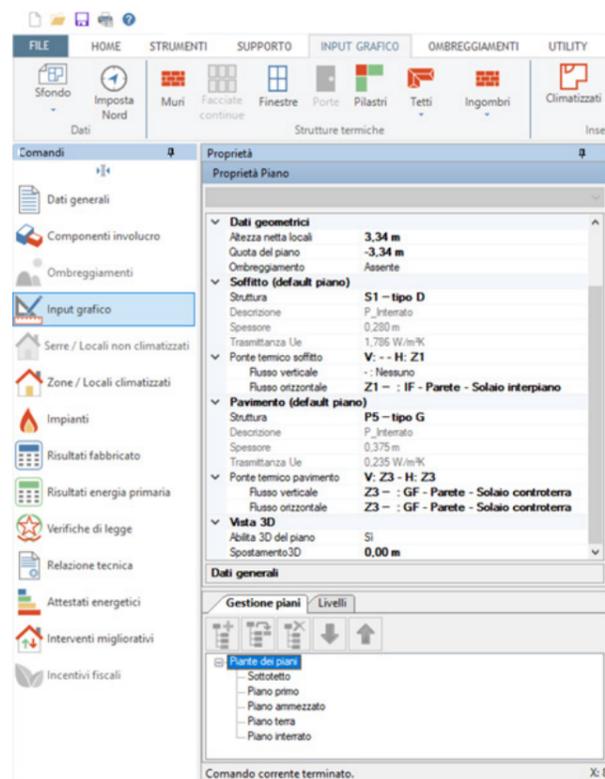


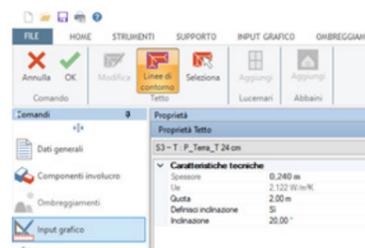
Immagine 22: Finestra input grafico, gestione piani

Selezionare nella barra multifunzione il tasto “MURI”, scegliere dal menù a tendina una delle diverse tipologie di componente opaco creati in precedenza nei componenti involucro, indicare la linea di ubicazione, interna o esterna, e infine disegnare la muratura seguendo il file dwg. importato in precedenza. Procedere con il disegno di tutte le strutture che compongono l'edificio, ricalcando il profilo interno.

Per l'inserimento delle murature divisorie interne non è stato necessario creare precedentemente l'elemento nei componenti opachi, ma è bastato selezionare nel menù a tendina “strutture non disperdenti” e definirne lo spessore.

La stessa procedura è stata ripetuta per l'inserimento dei componenti finestrati ovvero premendo il tasto “FINESTRE” nella barra multifunzione e posizionandole in pianta con l'aiuto dello sfondo impostato.

L'ultimo elemento da creare è la copertura a falde: è stato selezionato il tasto tetti nella barra multifunzione, quindi sono state definite inclinazione e quota di base del tetto e infine è stata disegnata la linea di contorno seguendo la traccia di base del muro esterno.



Completata la suddivisione dei locali nella planimetria dell'edificio, si procede con l'identificazione dei locali climatizzati.

Nella barra multifunzione è stato selezionato il pulsante “CLIMATIZZATI” per poi cliccare all'interno del locale che si vuole selezionare. Nella schermata che apparirà verrà definito il locale indicandone categoria e sottocategoria.

Per zona termica si intende parte dell'ambiente climatizzato mantenuto a temperatura uniforme attraverso lo stesso impianto di climatizzazione. Nel caso studio all'interno dell'edificio, a seguito di preventivi sopralluoghi, si è notato che nell'interrato e nel piano primo sono presenti dei terminali fancoil, mentre negli altri tre piani sono distribuiti i radiatori, questo ha fatto dedurre che sono presenti due diverse tipologie di impianti. Di conseguenza verranno create tramite la seguente schermata due differenti zone termiche: la prima comprendente interrato e piano terra, mentre l'altra comprendente mezzanino, piano primo e sottotetto così da associare ogni locale climatizzato alla corrispondente zona.

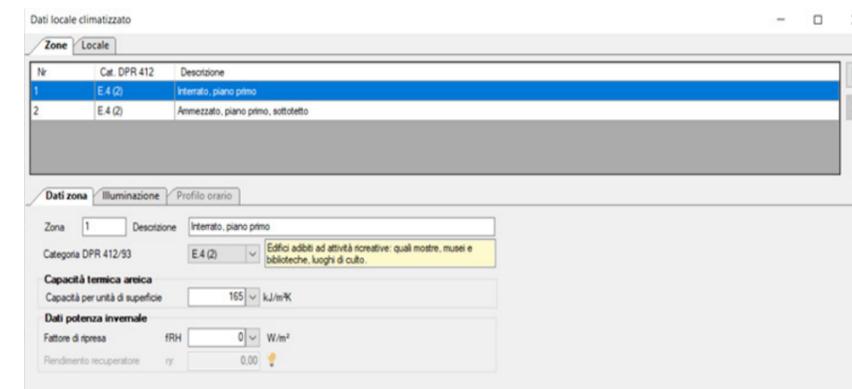


Immagine 23: Finestra dati locali climatizzati: zone

Si procede quindi con il creare per ogni piano tutti i locali climatizzati associandoli alla relativa zona termica:

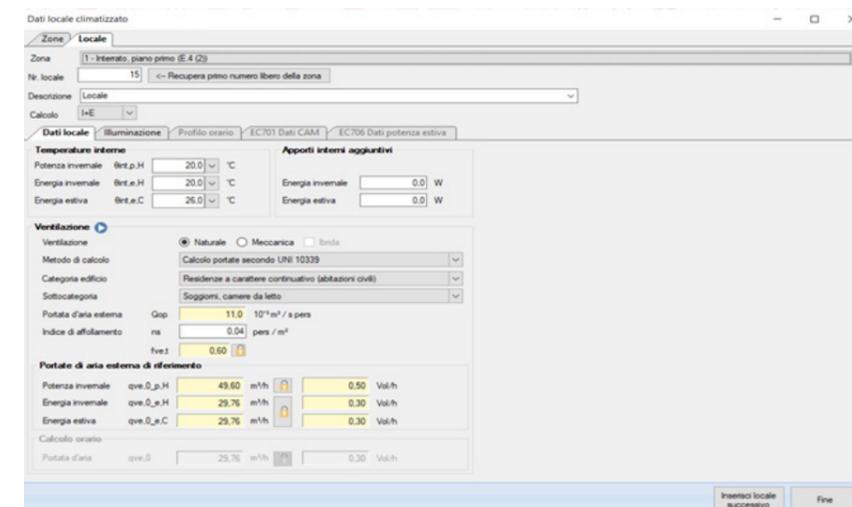
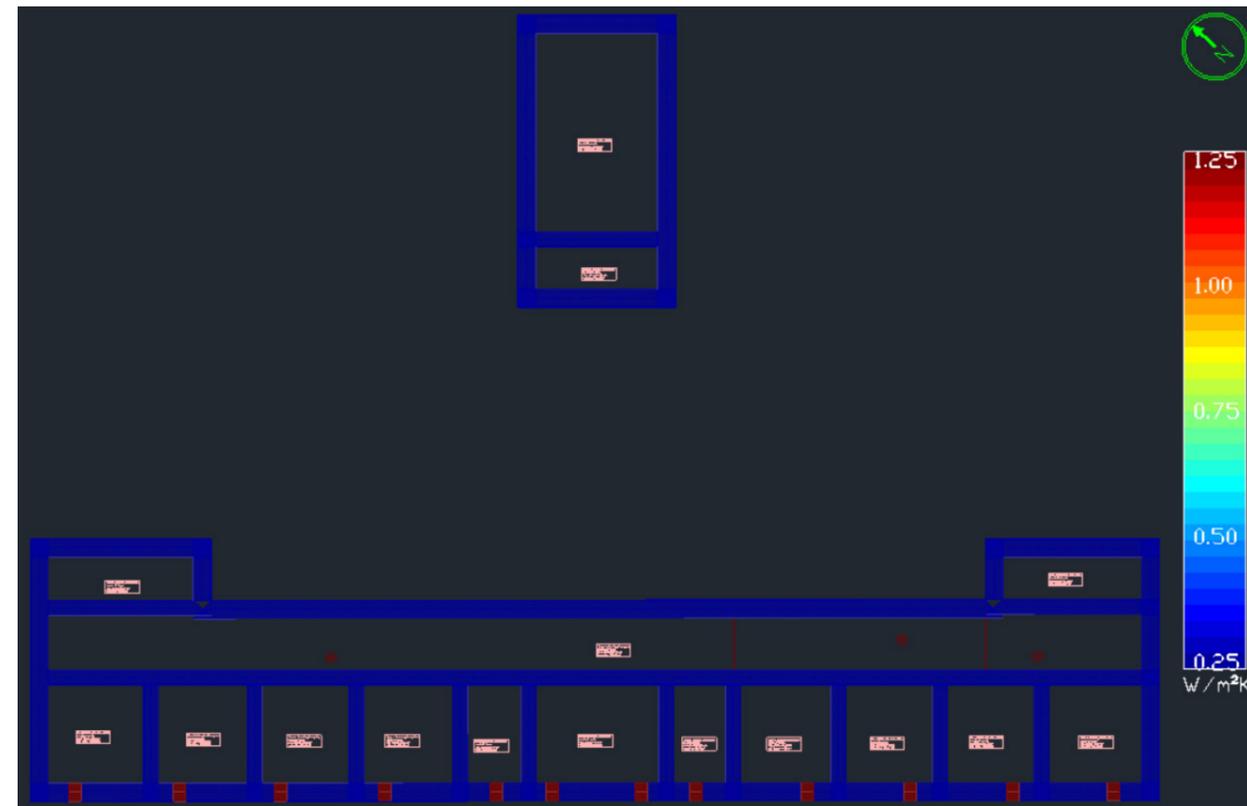


Immagine 24: Finestra dati locali climatizzati: locali

Di seguito verranno riportate le piante di ogni piano e il modello 3D risultante dall'intera modellazione:

- Piano interrato



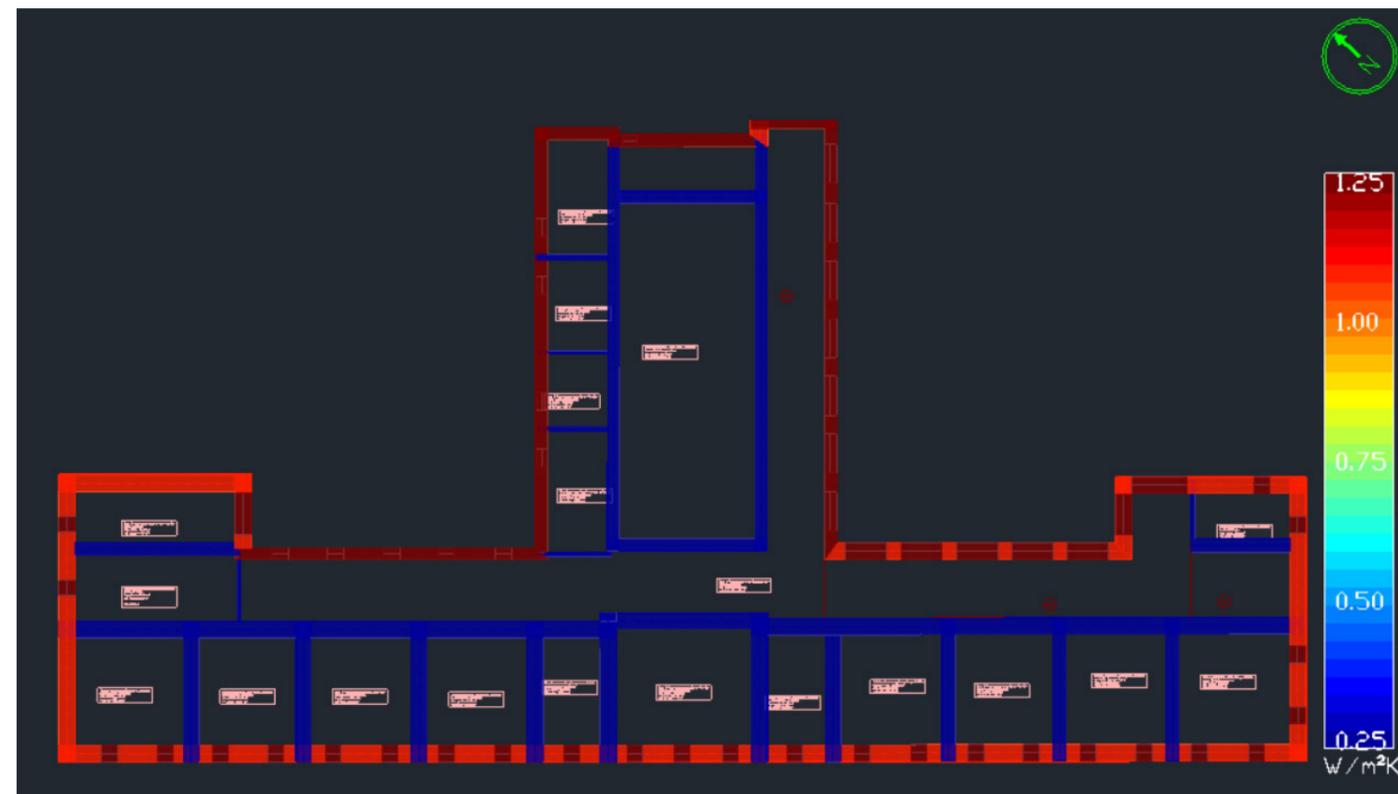
- Piano terra



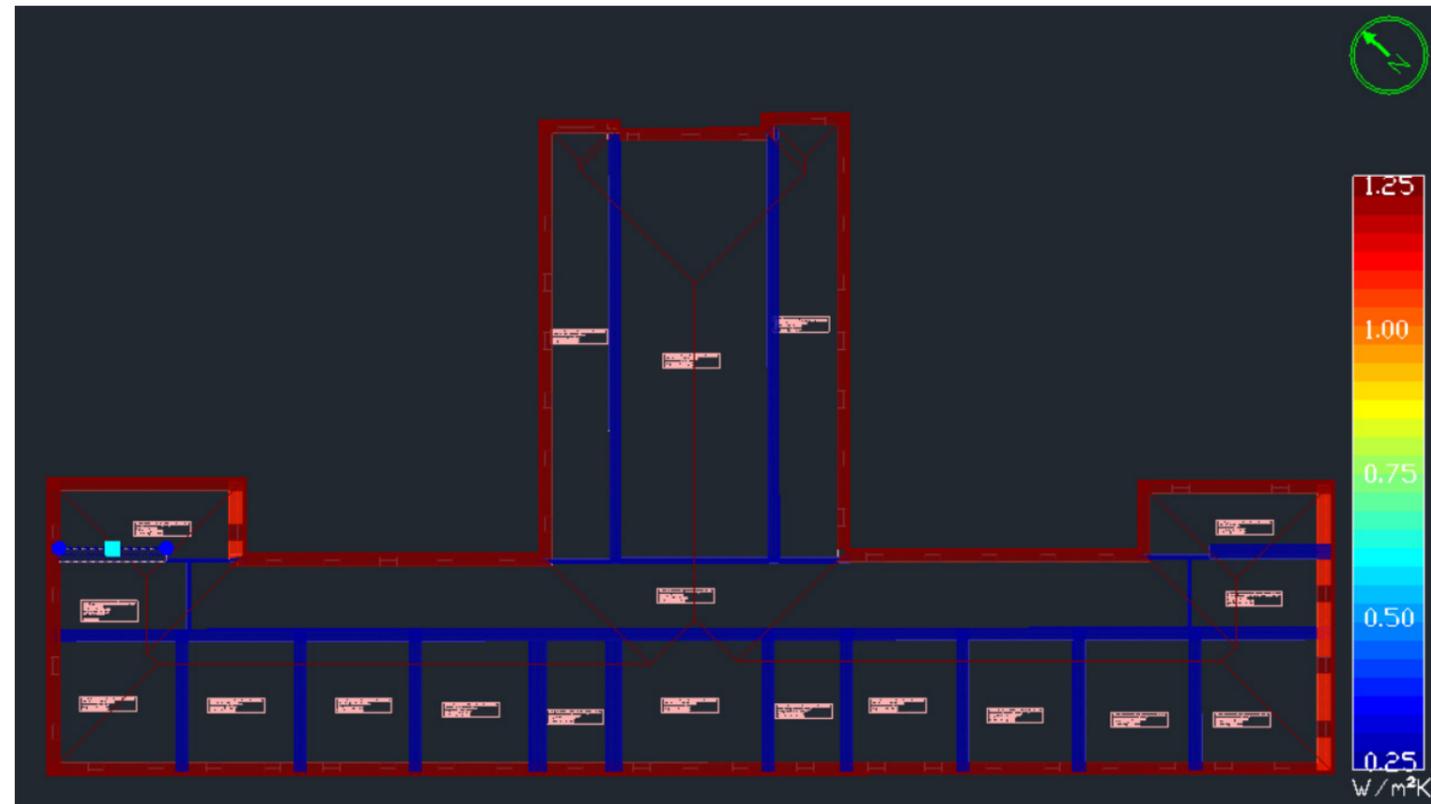
- Piano mezzanino



- Piano primo

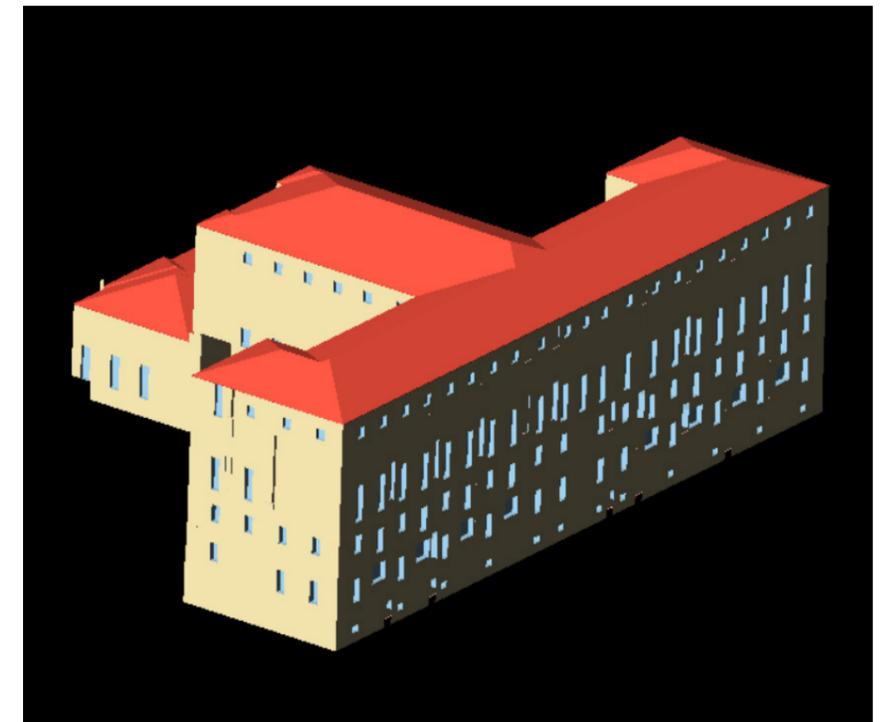
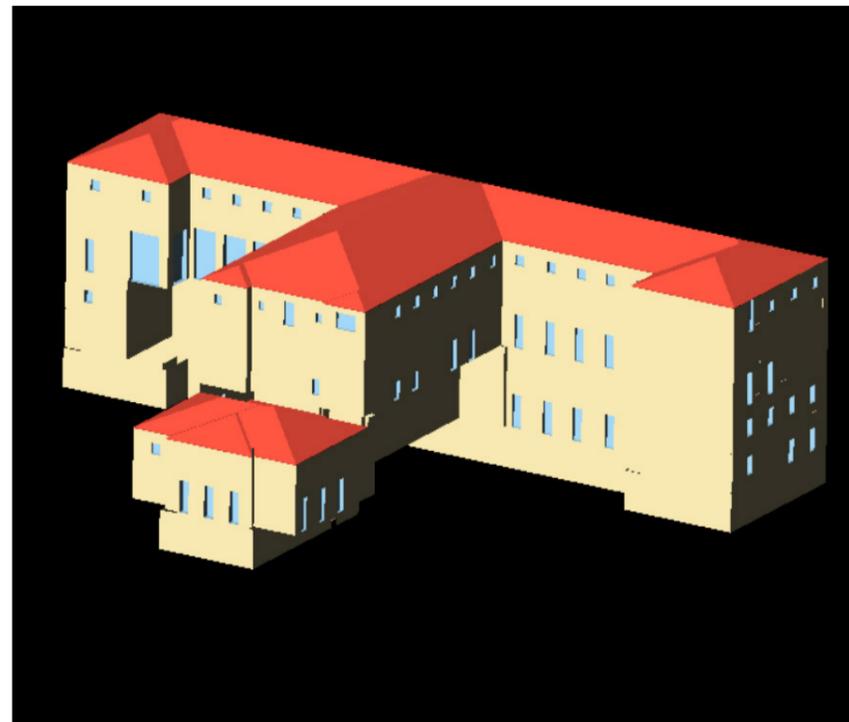
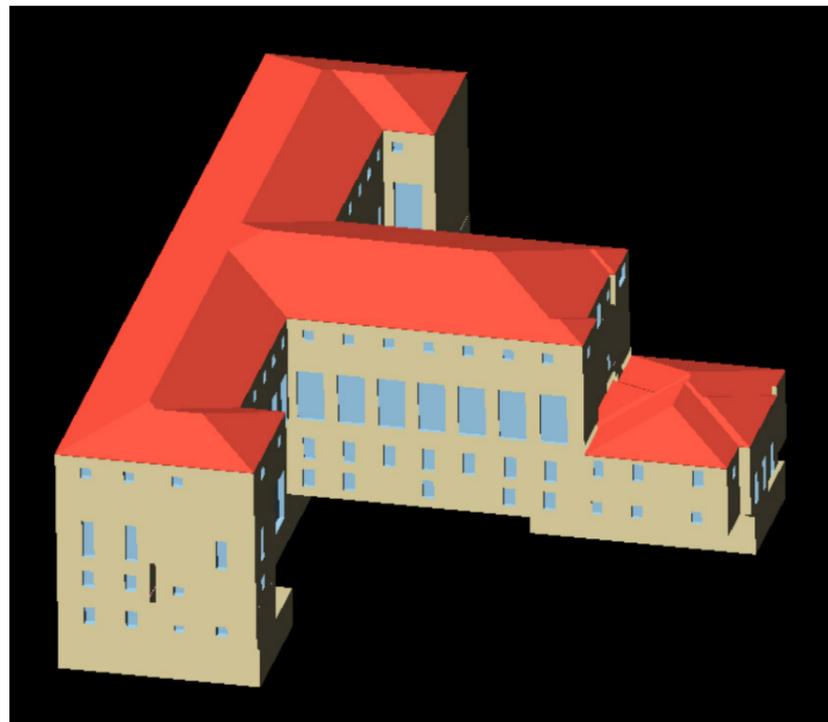


- Piano sottotetto



- Modello 3D

Dopo aver completato l'input grafico dell'intero edificio si procede con l'esportazione dei dati di tutti i locali climatizzati e delle strutture disperdenti che permetterà di attivare, nella barra laterale, la configurazione degli impianti.



7.2.1.4 Impianti

A seguito di una serie di sopralluoghi nell'edificio si è potuto constatare come all'interno di esso siano presenti due differenti tipologie di terminali impiantistici:

- Nell'interrato e nel piano terra, che sono gli unici piani attualmente in uso adibiti a mostre, sono predisposti rispettivamente ventilconvettori a parete e a soffitto;

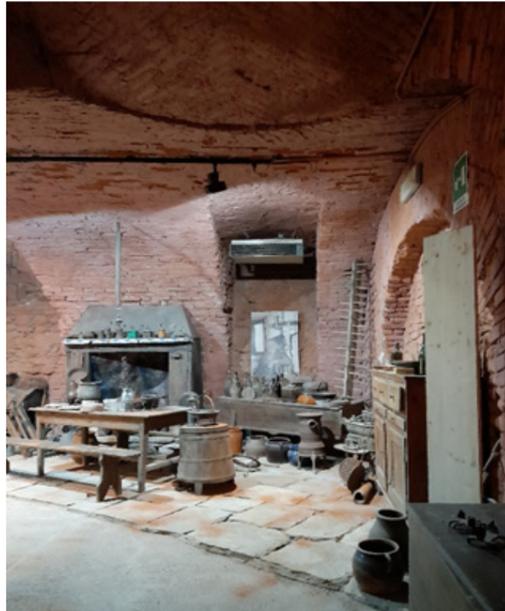


Immagine 25: Terminali ventilconvettori posizionati a soffitto, piano interrato



Immagine 26: Dettagli tecnici terminali ventilconvettori



Immagine 27: Piano interrato dettagli tubazioni



Immagine 28: Piano interrato dettagli tubazioni



Immagine 29: Terminali ventilconvettori posizionati a soffitto, piano interrato

- Nel piano ammezzato, primo e sottotetto sono predisposti due radiatori per locale e lungo i corridoi. Gli ultimi due piani, che fino a qualche anno fa erano destinati ad uso scolastico, attualmente sono in disuso proprio per questo motivo i radiatori sono inattivi.



Immagine 30: Terminali radiatori posizionati su parete esterna non coibentata, piano sottotetto



Immagine 31: Terminali radiatori posizionati su parete esterna non coibentata, piano primo



Immagine 32: Terminali radiatori posizionati su parete esterna non coibentata, piano primo

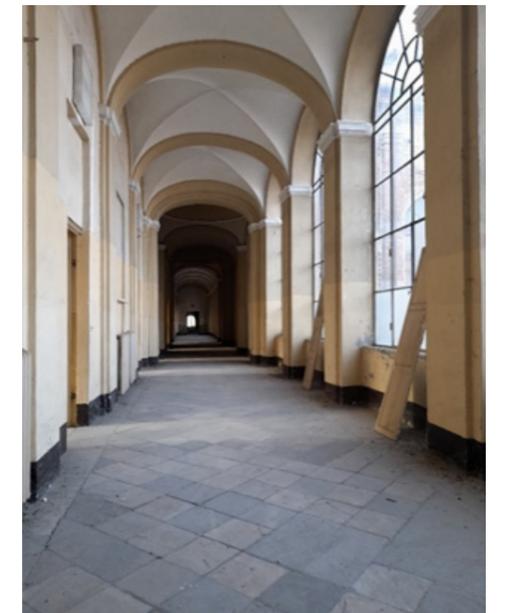


Immagine 33: Terminali radiatori posizionati su parete esterna non coibentata, piano secondo

Dai sopralluoghi non è stato possibile accedere alla centrale termica situata al livello interrato nel giardino posteriore perciò, non avendo dati a sufficienza per la modellazione dell'impianto in Edilclima, non sarà possibile definire la classe energetica dell'edificio, ma per la presente tesi ai fini dello studio energetico verranno analizzate nella maschera "RISULTATI EDIFICIO" le dispersioni e i fabbisogni totali ottenuti.

Di seguito vengono riportate in tabella le dispersioni termiche delle strutture opache, dei componenti finestrati e dei ponti termici analizzate prima per singolo componente e poi nella loro totalità per ciascuna categoria:

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ_e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
M2	T	Muro esterno 120cm	0,993	-8,8	1281,58	41278	10,4
M3	T	Muro esterno 48cm	1,942	-8,8	35,02	2350	0,6
M4	T	Muro esterno 70 cm	1,511	-8,8	1710,75	84659	21,3
M5	T	Muro esterno 100cm	1,161	-8,8	940,13	34658	8,7
P5	G	P_Interrato	0,246	-8,8	1638,86	11607	2,9
P6	T	P_primoT	2,080	-8,8	248,98	14916	3,8
S5	T	P_Mezzanino_T	2,435	-8,8	13,45	943	0,2
S7	T	P_Sottotetto	1,914	-8,8	1944,10	120519	30,3
S8	T	P_Interrato verso esterno	2,197	-8,8	90,39	5719	1,4
Totale:						316648	79,7

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ_e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
W1	T	NO_I_1	2,162	-8,8	5,88	366	0,1
W2	T	NO_T_1	2,209	-8,8	21,45	1433	0,4
W3	T	NO_T_2	2,245	-8,8	26,80	1820	0,5
W4	T	NO_M_1	2,101	-8,8	18,72	1189	0,3
W5	T	NO_M_2	2,122	-8,8	16,48	1057	0,3
W6	T	NO_P_1	2,125	-8,8	65,73	4224	1,1
W7	T	NO_S_1	2,188	-8,8	19,53	1292	0,3
W9	T	SE_T_1	4,879	-8,8	8,85	1492	0,4
W10	T	SE_T_2	3,980	-8,8	12,44	1711	0,4
W11	T	SE_M_1	3,942	-8,8	1,19	162	0,0
W12	T	SE_M_2	3,822	-8,8	2,24	296	0,1
W13	T	SE_M_3	3,758	-8,8	0,99	129	0,0
W14	T	SE_P_1	4,117	-8,8	18,12	2578	0,6
W15	T	SE_P_2	4,988	-8,8	15,67	2701	0,7
W16	T	SE_P_3	4,896	-8,8	82,74	13749	3,5
W17	T	SE_P_4	4,162	-8,8	1,26	181	0,0
W20	T	SE_S_1	3,564	-8,8	12,48	1527	0,4
W21	T	SE_S_2	3,561	-8,8	0,74	91	0,0
W22	T	SE_S_3	3,445	-8,8	1,04	124	0,0
W24	T	SE_S_5	4,421	-8,8	2,53	387	0,1
W25	T	SE_S_6	4,300	-8,8	3,39	504	0,1
W26	T	SO_Int_T_1	4,060	-8,8	9,33	1255	0,3
W28	T	SO_Int_P_1	3,822	-8,8	3,74	473	0,1
W29	T	SO_Int_P_2	3,853	-8,8	6,10	778	0,2
W30	T	SO_Int_S_1	3,545	-8,8	5,88	690	0,2
W31	T	SO_Est_T_1	3,991	-8,8	1,48	196	0,0
W32	T	SO_Est_T_2	3,725	-8,8	3,70	456	0,1
W33	T	SO_Est_M_1	3,590	-8,8	4,20	499	0,1
W35	T	SO_Est_P_1	3,755	-8,8	2,65	330	0,1
W37	T	SO_Est_S_1	3,755	-8,8	2,65	330	0,1
W38	T	SO_Est_S_2	3,801	-8,8	1,88	237	0,1
W40	T	NE_Int_T_1	3,884	-8,8	8,85	1089	0,3
W41	T	NE_Int_T_2	4,006	-8,8	3,33	423	0,1
W42	T	NE_Int_M_1	3,704	-8,8	15,19	1782	0,4
W43	T	NE_Int_M_2	3,927	-8,8	4,47	556	0,1
W44	T	NE_Int_P_1	4,670	-8,8	77,77	11507	2,9
W45	T	NE_Int_S_1	3,545	-8,8	6,86	770	0,2
W47	T	NE_Est_T_1	3,545	-8,8	3,20	359	0,1
W49	T	NE_Est_T_3	3,648	-8,8	0,90	104	0,0
W50	T	NE_Est_M_1	3,602	-8,8	3,16	361	0,1
W52	T	NE_Est_P_1	3,966	-8,8	7,14	897	0,2
W53	T	NE_Est_P_2	3,539	-8,8	2,63	295	0,1
W54	T	NE_Est_S_1	3,535	-8,8	2,79	312	0,1

Dispersioni ponti termici:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	Ψ [W/mK]	L_{Tot} [m]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,176	2051,68	11527	2,9
Z2	-	R - Parete - Copertura	-0,918	246,50	-7328	-1,8
Z3	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,021	594,31	369	0,1
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,387	1262,61	15557	3,9
				Totale:	20125	5,1

Legenda simboli

- U Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
- Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico
- θ_e Temperatura di esposizione dell'elemento
- S_{Tot} Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
- L_{Tot} Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
- Φ_{tr} Potenza dispersa per trasmissione
- % Φ_{Tot} Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il Φ_{tr} totale dell'edificio

Dai risultati ottenuti è possibile notare come, per il dimensionamento del nuovo impianto, sarà necessario installare un sistema che copra i fabbisogni totali dell'intero edificio ovvero di potenza pari a 750 kW.

Nr.	Descrizione zona termica	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl,sic}$ [W]
1	Edificio	745141	745141

Legenda simboli:

- Φ_{hl} Potenza totale dispersa
- $\Phi_{hl,sic}$ Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

7.3 Stato di progetto

7.3.1 Interventi di riqualificazione

L'obiettivo della ricerca approfondita di Palazzo Vittone è il progetto della riqualificazione globale di quest'ultimo in tutti i suoi aspetti: architettonico, impiantistico e strutturale.

In particolare, nella presente tesi, verrà analizzata la riqualificazione dal punto di vista impiantistico quindi, attraverso una serie di analisi approfondite, verrà scelta la tipologia di impianto atta a soddisfare gli specifici fabbisogni dell'edificio al fine di migliorarne le prestazioni energetiche e di ridurre i consumi minimizzando al massimo le dispersioni termiche. Inoltre, anche a seguito di una preventiva analisi sismica, verranno effettuate delle modifiche alla composizione attuale delle piante smantellando determinati componenti verticali opachi e andando a ripristinare l'originaria distribuzione dell'edificio al fine di riprendere l'idea originaria dell'edificio pensata da Vittone facendo anche quadrare in modo più regolare la distribuzione del museo.

L'ultima miglioria che verrà apportata riguarda la sostituzione di tutti i componenti finestrati dell'edificio, ad esclusione di quelli della facciata principale esterna rivolti su Piazza Vittorio Veneto ed esposti a Ovest poiché sono già stati sostituiti di recente.

7.3.1.1 Modifiche impiantistiche

Attualmente l'edificio è alimentato da una centrale di teleriscaldamento posta nel giardino interno dell'edificio che alimenta le strutture in prossimità dell'edificio ovvero il municipio, il teatro e la scuola superiore. Il teleriscaldamento è gestito da ACEA un polo ecologico integrato che gestisce le reti di distribuzione dei fluidi termovettori per la produzione di acqua calda che, una volta arrivata ai terminali degli edifici ritorna alla rete principale di teleriscaldamento a temperatura maggior o minore rispetto a quella di arrivo.

Nell'ambito delle risorse rinnovabili questa azienda svolge un ruolo importante nella prospettiva dello sviluppo della "Green energy" pinerolese, e su più larga scala anche piemontese, trattando un terzo dei rifiuti organici nella provincia di Torino. In effetti l'ACEA è la prima azienda in Italia che produce biometano da fonti rinnovabili, oltre alle altre due principali fonti del teleriscaldamento quali geotermia e solare termico. Nello stato di progetto l'attuale centrale di teleriscaldamento verrà sostituita e, in collaborazione con ACEA, ne verrà installata una nuova posta però all'esterno del complesso edilizio di Palazzo Vittone che andrà sempre ad alimentare gli edifici situati in prossimità. La nuova centrale di teleriscaldamento trarrà la sua fonte di alimentazione da pozzi geotermici producendo energia termica che convergerà poi ai generatori del nuovo impianto installato nell'edificio.

Il progetto prevede l'installazione di un impianto di cogenerazione centralizzato con produzione di acqua calda sanitaria combinata con il riscaldamento integrato con una pompa di calore a sonda geotermica che

fungerà da alimentazione per il sistema radiante.

I terminali, radiatori e ventilconvettori, attualmente presenti nel fabbricato verranno rimossi e al posto di essi verrà installato per ogni piano un sistema di pannelli radianti annessi a pavimento con potenza nominale pari a 700 kW. Si tratta di un impianto costituito principalmente da tubature che svolgono le dinamiche di termoregolazione, posti sotto il pavimento ad una certa profondità dalla superficie calpestabile, che dipende principalmente da fattori come l'altezza del soffitto nel locale e la larghezza dello stesso. Le tubazioni confluiranno in un collettore che ha il compito di distribuire il fluido termovettore alle varie sezioni dell'impianto. Questo tipo di sistema, funzionando a basse temperature e riscaldando in poco tempo, garantisce un notevole risparmio energetico. Inoltre, essendo "invisibile" è a vantaggio dell'estetica, consentendo un maggior sfruttamento degli spazi.



Immagine 34: Esempio pannelliradianti annessi a pavimento

Modalità di funzionamento

Circuito Riscaldamento

Intermittenza

Regime di funzionamento: Continuo

SERVIZIO RISCALDAMENTO

Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	96,0	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	94,0	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	94,0	%
Rendimento di generazione (risp. a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,gen,p,nren}$	792,4	%
Rendimento di generazione (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{H,gen,p,tot}$	225,2	%
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	672,3	%
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{H,g,p,tot}$	191,1	%

CENTRALE TERMICA

Elenco sistemi di generazione in centrale termica:

Priorità	Tipo di generatore	Metodo di calcolo
1	Pompa di calore	secondo UNI/TS 11300-4
2	Cogeneratore	Metodo del contributo frazionale

Modalità di funzionamento: Contemporaneo

Dati per circuito

Circuito Riscaldamento

Caratteristiche sottosistema di emissione:		
Tipo di terminale di erogazione	Pannelli annessi a pavimento	
Fattore correttivo f_{emb}	1,00	
Potenza nominale dei corpi scaldanti	700000	W
Fabbisogni elettrici	0	W
Rendimento di emissione		
	96,0	%

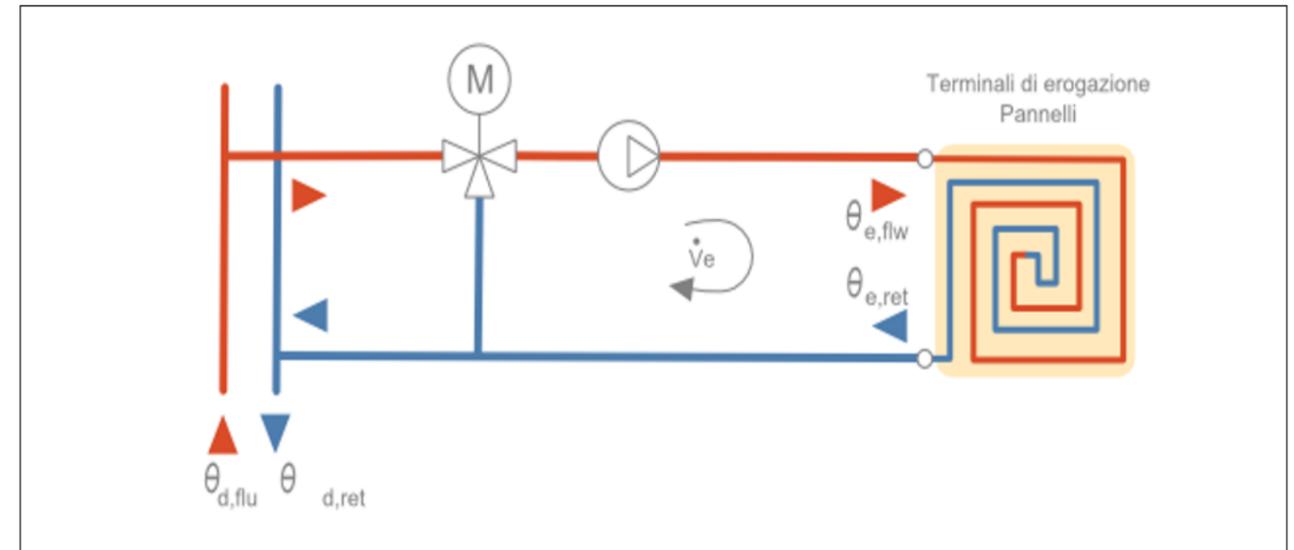
Caratteristiche sottosistema di regolazione:	
Tipo	Per zona + climatica
Caratteristiche	On off

Rendimento di regolazione	94,0	%
---------------------------	------	---

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:		
Metodo di calcolo	Semplificato	
Tipo di impianto	Centralizzato a distribuzione orizzontale	
Posizione impianto	Impianto a piano terreno, su ambiente non riscaldato o terreno con distribuzione a collettori	
Posizione tubazioni	-	
Isolamento tubazioni	Isolamento con spessori conformi alle prescrizioni del DPR n. 412/93	
Numero di piani	5	
Fattore di correzione	1,00	
Rendimento di distribuzione utenza	94,0	%
Fabbisogni elettrici	0	W

Temperatura dell'acqua - Riscaldamento

Tipo di circuito **ON-OFF, valvola a due vie**



Maggiorazione potenza corpi scaldanti	10,0	%
ΔT nominale lato aria	15,0	$^{\circ}C$
Esponente n del corpo scaldante	1,10	-
ΔT di progetto lato acqua	5,0	$^{\circ}C$

Portata nominale **132530,13** kg/h

Criterio di calcolo	Temperatura di mandata variabile
Sovratemperatura di mandata	10,0 °C
Sovratemperatura della valvola miscelatrice	5,0 °C

Legenda simboli:

$\theta_{d,avg}$: Temperatura media della rete di distribuzione
 $\theta_{d,flw}$: Temperatura di mandata della rete di distribuzione
 $\theta_{d,ret}$: Temperatura di ritorno della rete di distribuzione

Mese	giorni	EMETTITORI		
		$\theta_{e,avg}$ [°C]	$\theta_{e,flw}$ [°C]	$\theta_{e,ret}$ [°C]
ottobre	17	31,3	33,2	29,4
novembre	30	33,1	35,3	30,8
dicembre	31	34,6	37,1	32,1
gennaio	31	35,1	37,7	32,5
febbraio	28	34,2	36,7	31,8
marzo	31	32,1	34,2	30,1
aprile	15	30,9	32,8	29,1

Legenda simboli:

$\theta_{e,avg}$: Temperatura media degli emettitori del circuito
 $\theta_{e,flw}$: Temperatura di mandata degli emettitori del circuito
 $\theta_{e,ret}$: Temperatura di ritorno degli emettitori del circuito

Dati comuni

Temperatura dell'acqua:

Mese	giorni	DISTRIBUZIONE		
		$\theta_{d,avg}$ [°C]	$\theta_{d,flw}$ [°C]	$\theta_{d,ret}$ [°C]
ottobre	17	37,1	38,2	36,1
novembre	30	38,6	40,3	36,9
dicembre	31	39,9	42,1	37,7
gennaio	31	40,3	42,7	38,0
febbraio	28	39,6	41,7	37,5
marzo	31	37,8	39,2	36,5
aprile	15	36,9	37,8	35,9

7.3.1.2 Modifiche involucro

Al fine di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio e di ricreare la configurazione che era stata pensata originariamente da Bernardo Vittone, nel progetto verranno apportate delle modifiche all'involucro:

1. Per ridurre al minimo le dispersioni termiche, la soluzione migliore sarebbe quella di adottare un sistema di isolamento termico a cappotto coibentando le pareti perimetrali verticali opache. Tuttavia l'edificio oggetto di studio, secondo il DPR 412/93, rientra nella categoria E.4 (2) "Edifici adibiti ad attività ricreative: quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto" quindi verrà effettuato solamente un intervento di coibentazione della copertura tramite un pannello sotto tegola isotetto. Quest'ultimo si adatta perfettamente all'orditura primaria, posata a 80 cm, inoltre, tutte le giunte risultano a centro trave, scomparendo alla vista. Il sistema isotetto impiega il poliuretano espanso che, grazie alla sua maggiore densità rispetto alle schiume poliuretaniche, comporta una variazione radicale dei valori di resistenza alla compressione, alla trazione e alla flessione, pur mantenendo costante il potere isolante.

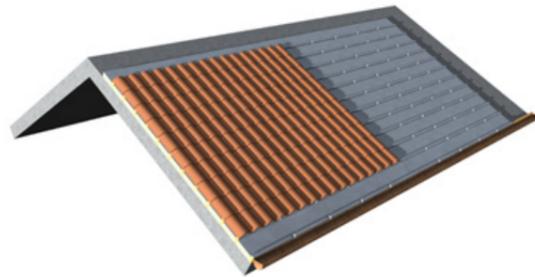


Immagine 35: Copertura isotetto

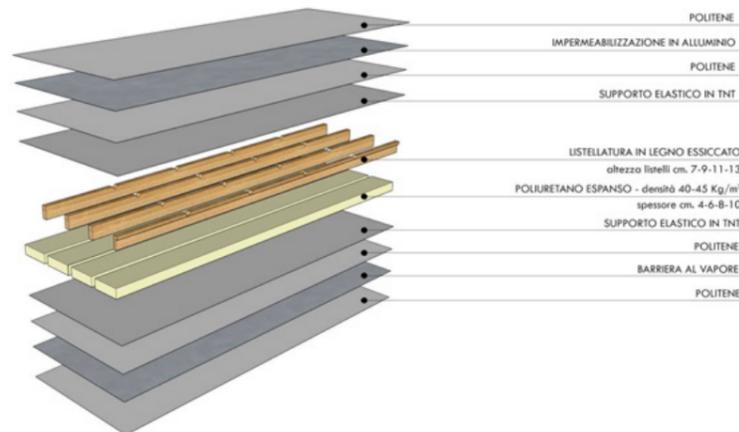
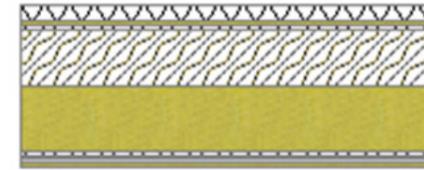


Immagine 36: Stratigrafia isotetto

Di seguito verrà riportata la stratigrafia della copertura inserita nel programma EC700 studiata rispettando i limiti di trasmittanza termica imposti



N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,071	-	-	-
1	Copertura in tegole di argilla	20,00	0,9900	0,020	2000	0,84	1
2	Polietilene (per THERMO 2R)	5,00	0,0370	0,135	30	0,95	1776
3	Calpestop Super 5 TNT	5,00	0,0370	0,135	30	1,40	12918
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	70,00	0,1400	0,500	800	1,70	72
5	Poliuretano espanso rigido imperm. ai gas	80,00	0,0230	3,478	35	1,40	60
6	Calpestop Super 5 TNT	5,00	0,0370	0,135	30	1,40	12918
7	Polietilene (per THERMO 2R)	5,00	0,0370	0,135	30	0,95	1776
8	Barriera vapore in fogli di polietilene	5,00	0,3300	0,015	920	2,20	100000
9	Polietilene (per THERMO 2R)	5,00	0,0370	0,135	30	0,95	1776
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

s	Spessore	mm
Cond	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

dalla normativa:

2. Sostituzione di tutti i componenti finestrati, ad eccezione di quelli esposti ad ovest, con serramenti in acciaio a doppio vetro, con prospetto frontale sottile, ad alto isolamento termico e acustico di trasmittanza termica pari a $U = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$:

3. Demolizione delle tamponature per il ripristino dei porticati al piano terra e conseguente installazione di facciate vetrate:

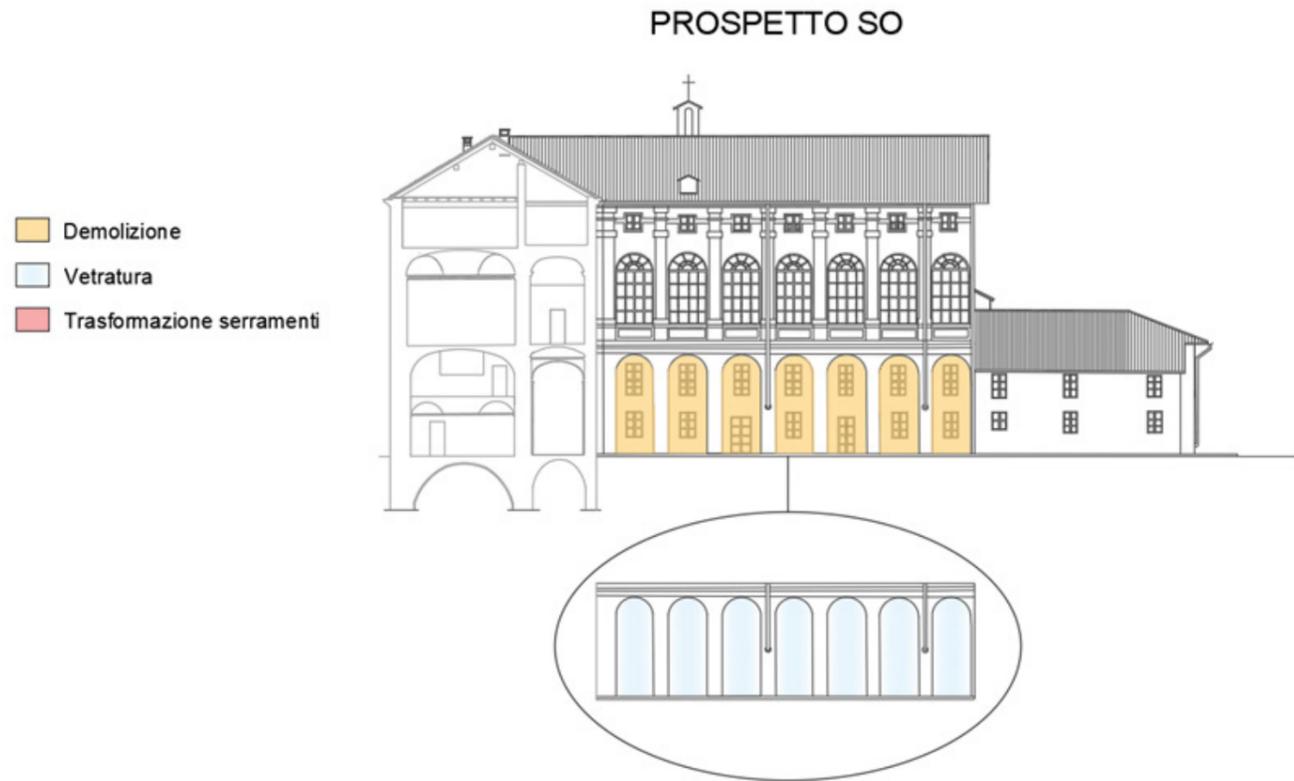


Immagine 37: Modifiche recupero prospetto Sud Ovest



Immagine 38: Modifiche recupero prospetto Sud Est



Immagine 39: Modifiche recupero prospetto Nord Est

7.3.2 Risultati ottenuti

Possiamo adesso focalizzarci sui risultati ottenuti a seguito della riqualificazione impiantistica e dell'involucro analizzando prima di tutto i dati ottenuti nella sezione "risultati del fabbricato" su Edilclima, ovvero i risultati inerenti alle dispersioni termiche totali dell'edificio dipendenti dalla temperatura di progetto, dalle superfici e dalle stratigrafie dei componenti dell'involucro. È da precisare che i risultati ottenuti in questa sezione prescindono dalla tipologia di impianto installato, bensì riguardano le caratteristiche proprie dell'edificio.

Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θe [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
M2	T	Muro esterno 120cm	0,993	-8,8	1281,58	41278	15,6
M3	T	Muro esterno 48cm	1,942	-8,8	35,02	2350	0,9
M4	T	Muro esterno 70 cm	1,511	-8,8	1710,75	84659	32,1
M5	T	Muro esterno 100cm	1,161	-8,8	940,13	34658	13,1
P5	G	P_Interrato	0,246	-8,8	1638,86	11607	4,4
P6	T	P_primoT	2,080	-8,8	248,98	14916	5,7
S5	T	P_Mezzanino_T	2,435	-8,8	13,45	943	0,4
S7	T	P_Sottotetto	0,207	-8,8	1944,10	13039	4,9
S8	T	P_Interrato verso esterno	2,197	-8,8	90,39	5719	2,2
Totale:						209168	79,2

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θe [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W1	T	NO_I_1	2,162	-8,8	5,88	366	0,1
W2	T	NO_T_1	2,209	-8,8	21,45	1433	0,5
W3	T	NO_T_2	2,245	-8,8	26,80	1820	0,7
W4	T	NO_M_1	2,101	-8,8	18,72	1189	0,5
W5	T	NO_M_2	2,122	-8,8	16,48	1057	0,4
W6	T	NO_P_1	2,125	-8,8	65,73	4224	1,6
W7	T	NO_S_1	2,188	-8,8	19,53	1292	0,5
W9	T	SE_T_1	0,860	-8,8	8,85	263	0,1
W10	T	SE_T_2	0,860	-8,8	12,44	370	0,1
W11	T	SE_M_1	0,860	-8,8	1,19	35	0,0
Totale:						21098	8,0

W12	T	SE_M_2	0,860	-8,8	2,24	67	0,0
W13	T	SE_M_3	0,860	-8,8	0,99	29	0,0
W14	T	SE_P_1	0,860	-8,8	18,12	539	0,2
W15	T	SE_P_2	0,860	-8,8	15,67	466	0,2
W16	T	SE_P_3	0,860	-8,8	82,74	2415	0,9
W17	T	SE_P_4	0,860	-8,8	1,26	37	0,0
W20	T	SE_S_1	0,860	-8,8	12,48	369	0,1
W21	T	SE_S_2	0,860	-8,8	0,74	22	0,0
W22	T	SE_S_3	0,860	-8,8	1,04	31	0,0
W24	T	SE_S_5	0,860	-8,8	2,53	75	0,0
W25	T	SE_S_6	0,860	-8,8	3,39	101	0,0
W26	T	SO_Int_T_1	0,860	-8,8	9,33	266	0,1
W28	T	SO_Int_P_1	0,860	-8,8	3,74	107	0,0
W29	T	SO_Int_P_2	0,860	-8,8	6,10	174	0,1
W30	T	SO_Int_S_1	0,860	-8,8	5,88	167	0,1
W31	T	SO_Est_T_1	0,860	-8,8	1,48	42	0,0
W32	T	SO_Est_T_2	0,860	-8,8	3,70	105	0,0
W33	T	SO_Est_M_1	0,860	-8,8	4,20	120	0,0
W35	T	SO_Est_P_1	0,860	-8,8	2,65	75	0,0
W37	T	SO_Est_S_1	0,860	-8,8	2,65	75	0,0
W38	T	SO_Est_S_2	0,860	-8,8	1,88	54	0,0
W40	T	NE_Int_T_1	0,860	-8,8	8,85	241	0,1
W41	T	NE_Int_T_2	0,860	-8,8	3,33	91	0,0
W42	T	NE_Int_M_1	0,860	-8,8	15,19	414	0,2
W43	T	NE_Int_M_2	0,860	-8,8	4,47	122	0,0
W44	T	NE_Int_P_1	0,860	-8,8	77,77	2119	0,8
W45	T	NE_Int_S_1	0,860	-8,8	6,86	187	0,1
W47	T	NE_Est_T_1	0,860	-8,8	3,20	87	0,0
W49	T	NE_Est_T_3	0,860	-8,8	0,90	25	0,0
W50	T	NE_Est_M_1	0,860	-8,8	3,16	86	0,0
W52	T	NE_Est_P_1	0,860	-8,8	7,14	195	0,1
W53	T	NE_Est_P_2	0,860	-8,8	2,63	72	0,0
W54	T	NE_Est_S_1	0,860	-8,8	2,79	76	0,0
Totale:						21098	8,0

Dispersioni dei ponti termici:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	Ψ [W/mK]	L_{Tot} [m]	Φ_{tr} [W]	% Φ_{Tot} [%]
Z1	-	IF - Parete - Solaio interpiano	0,176	2051,68	11527	4,4
Z2	-	R - Parete - Copertura	0,083	246,50	661	0,3
Z3	-	GF - Parete - Solaio controterra	0,028	594,31	479	0,2
Z4	-	W - Parete - Telaio	0,522	1262,61	21012	8,0
Totale:					33679	12,8

Legenda simboli

U: Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
 Ψ : Trasmittanza termica lineica del ponte termico
 θ_e : Temperatura di esposizione dell'elemento
 S_{Tot} : Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
 L_{Tot} : Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
 Φ_{tr} : Potenza dispersa per trasmissione
 $\% \Phi_{Tot}$: Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il Φ_{tr} totale dell'edificio

Analizzando i risultati si è subito notato come la componente di energia dispersa per trasmissione sia nettamente maggiore rispetto alla componente dispersa per ventilazione e intermittenza, questo è dovuto a due fattori: la temperatura esterna e i materiali da cui è composto l'involucro edilizio ovvero, essendo un edificio storico, i materiali utilizzati non hanno prestazioni energetiche elevate.

Nr.	Descrizione zona termica	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl,sic}$ [W]
1	Edificio	611600	611600

Legenda simboli

Φ_{hl} : Potenza totale dispersa
 $\Phi_{hl,sic}$ Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza pari a 1

A seguito della sostituzione di tutti i componenti finestrati e della coibentazione sotto tegola della copertura, la potenza totale dispersa, che dall'analisi dello stato di fatto risultava pari a 745141 W, risulta adesso pari a 611600 W, quindi si è ottenuta una conseguente riduzione del fabbisogno termico dell'edificio circa pari al 20%.

Dagli ultimi risultati ottenuti è stato possibile dimensionare l'impianto, precedentemente analizzato più nello specifico, in modo tale da ridurre al minimo i fabbisogni e massimizzarne il suo rendimento. Si nota come i fabbisogni siano maggiori nei mesi in cui la temperatura media esterna è minore e in accordo a questo il rendimento dell'impianto, ovvero il rapporto fra l'energia termica fornita dal sistema nella stagione di riscaldamento ed il relativo fabbisogno di energia primaria, sarà minore nei mesi in cui la temperatura è maggiore.

RISULTATI DI CALCOLO MENSILI

Risultati mensili servizio riscaldamento

Edificio: Edificio storico

Fabbisogni termici:

Mese	gg	Fabbisogni termici							
		$Q_{H,nd}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out}$ [kWh]	$Q'_{H,sys,out}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out,int}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out,cont}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out,corr}$ [kWh]	$Q_{H,gen,out}$ [kWh]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh]
gennaio	31	248372	248372	248331	248331	248331	248331	292755	13796
febbraio	28	191862	191862	191825	191825	191825	191825	226141	12353
marzo	31	126797	126797	126757	126757	126757	126757	149432	13315
aprile	15	39384	39384	39364	39364	39364	39364	46406	6325
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	51365	51365	51343	51343	51343	51343	60528	7207
novembre	30	159370	159370	159331	159331	159331	159331	187834	13054
dicembre	31	228752	228752	228711	228711	228711	228711	269625	13734
TOTALI	183	1045902	1045902	1045663	1045663	1045663	1045663	1232721	79782

Legenda simboli

gg: Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
 $Q_{H,nd}$: Fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (ventilazione naturale)
 $Q_{H,sys,out}$: Fabbisogno di energia termica utile dell'edificio (ventilazione meccanica)
 $Q'_{H,sys,out}$: Fabbisogno ideale netto
 $Q_{H,sys,out,int}$: Fabbisogno corretto per intermittenza
 $Q_{H,sys,out,cont}$: Fabbisogno corretto per contabilizzazione
 $Q_{H,sys,out,corr}$: Fabbisogno corretto per ulteriori fattori
 $Q_{H,gen,out}$: Fabbisogno in uscita dalla generazione
 $Q_{H,gen,in}$: Fabbisogno in ingresso alla generazione

Dettagli impianto termico

Mese	gg	$\eta_{H,rg}$ [%]	$\eta_{H,d}$ [%]	$\eta_{H,s}$ [%]	$\eta_{H,dp}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]	$\eta_{H,g,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,g,p,tot}$ [%]
gennaio	31	94,0	94,0	100,0	100,0	1088,2	318,4	923,2	270,2
febbraio	28	94,0	94,0	100,0	100,0	938,8	271,1	796,5	230,0
marzo	31	94,0	94,0	100,0	100,0	575,5	160,2	488,3	135,9
aprile	15	94,0	94,0	100,0	100,0	376,3	102,4	319,3	86,9
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	94,0	94,0	100,0	100,0	430,7	118,0	365,5	100,1
novembre	30	94,0	94,0	100,0	100,0	737,9	208,9	626,1	177,3
dicembre	31	94,0	94,0	100,0	100,0	1006,8	292,5	854,2	248,2

Legenda simboli

gg: Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento

$\eta_{H,rg}$: Rendimento mensile di regolazione

$\eta_{H,d}$: Rendimento mensile di distribuzione

$\eta_{H,s}$: Rendimento mensile di accumulo

$\eta_{H,dp}$: Rendimento mensile di distribuzione primaria

$\eta_{H,gen,p,nren}$: Rendimento mensile di generazione rispetto all'energia primaria non rinnovabile

$\eta_{H,gen,p,tot}$: Rendimento mensile di generazione rispetto all'energia primaria totale

$\eta_{H,g,p,nren}$: Rendimento globale medio mensile rispetto all'energia primaria non rinnovabile

$\eta_{H,g,p,tot}$: Rendimento globale medio mensile rispetto all'energia primaria totale

7.3.3 Prestazione energetica globale

La certificazione energetica degli edifici viene ufficialmente approvata con il decreto legislativo 192/05 per poi essere completato con il D.M. 162/15 a seguito di successive modifiche.

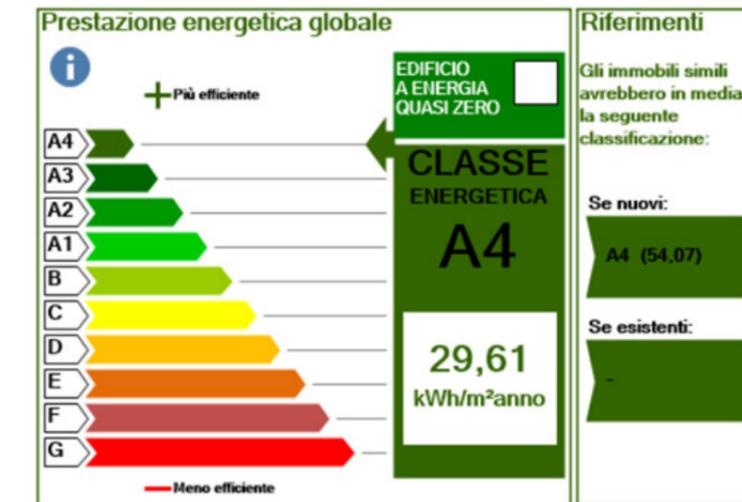
Secondo il decreto sono state create 10 classi energetiche al fine di classificare gli edifici in funzione di parametri funzionali e strutturali valutando così l'impatto sull'ambiente in termini di consumi.

	Classe A4	$\leq 0,40 EP_{g,ren,standard}$
$0,40 EP_{g,ren,standard} <$	Classe A3	$\leq 0,60 EP_{g,ren,standard}$
$0,60 EP_{g,ren,standard} <$	Classe A2	$\leq 0,80 EP_{g,ren,standard}$
$0,80 EP_{g,ren,standard} <$	Classe A1	$\leq 1,00 EP_{g,ren,standard}$
$1,00 EP_{g,ren,standard} <$	Classe B	$\leq 1,20 EP_{g,ren,standard}$
$1,20 EP_{g,ren,standard} <$	Classe C	$\leq 1,50 EP_{g,ren,standard}$
$1,50 EP_{g,ren,standard} <$	Classe D	$\leq 2,00 EP_{g,ren,standard}$
$2,00 EP_{g,ren,standard} <$	Classe E	$\leq 2,60 EP_{g,ren,standard}$
$2,60 EP_{g,ren,standard} <$	Classe F	$\leq 3,50 EP_{g,ren,standard}$
	Classe G	$> 3,50 EP_{g,ren,standard}$

L'indice di prestazione energetica serve per stimare la prestazione energetica di un edificio in riferimento alla climatizzazione invernale, considerando il rapporto tra l'energia necessaria per portare l'ambiente a 18 °C e il suo volume lordo (per locali non residenziali) o la sua superficie netta calpestabile.

L'EPI esprime il consumo totale di energia primaria per il riscaldamento invernale in regime continuo degli impianti su 24h riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo, dunque esso coincide con l'energia consumata per metro quadro di superficie annualmente.

Viene dunque di seguito riportato l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti:



BIBLIOGRAFIA

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

Bernard F. Kolanowski, *Small-scale Cogeneration*, 2003

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

Decreto legislativo 192/2005

ENEA, *Analisi teorico – sperimentale di sistemi di micro-cogenerazione*

Manuale d'uso Edilclima: Calcolo prestazioni energetiche degli edifici

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

Normativa UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici”

Normativa UNI EN ISO 6946: 2018

Normativa UNI EN ISO 10077-1: 2018

Normativa UNI EN 12831

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

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

<https://www.statale11.it/classe-energetica-da-a4-a-g-tutte-le-classi-energetiche/>

Guida alla cogenerazione, <https://www.gruppoab.com/it/>

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

<https://www.forster-profile.ch/it-it/soluzioni/systemapplication/fine-stre-e-vetrate-straordinariamente-sottili.html>

<https://www.comunirinnovabili.it/acea-pinerolese/>

https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/rapp_tlr_2014_web.pdf

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