

POLITECNICO DI TORINO
A.A. 2018 - 2019



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
ARCHITETTURA PER IL RESTAURO E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO

LA CHIESA DI SAN MICHELE ARCANGELO DI PROVONDA

IL PROGETTO DI RESTAURO COME APPROCCIO INTERDISCIPLINARE

Relatore
PROF. CESARE TOCCI

Correlatori
PROF. EDOARDO PICCOLI
PROF. FRANCESCO FASSI

Candidati
FEDERICO ROSSI
DEBORAH ROSSO



POLITECNICO DI TORINO
A.A. 2018 - 2019



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
ARCHITETTURA PER IL RESTAURO E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO

LA CHIESA DI SAN MICHELE ARCANGELO DI PROVONDA

IL PROGETTO DI RESTAURO COME APPROCCIO INTERDISCIPLINARE

Relatore
PROF. CESARE TOCCI

Correlatori
PROF. EDOARDO PICCOLI
PROF. FRANCESCO FASSI (POLITECNICO DI MILANO)

Candidati
FEDERICO ROSSI s210283
DEBORAH ROSSO s226784

*“Là, tra gli ombrosi castagni,
tra l’ombre che sanno di pace ed anche di un’era che fu,
rivolta al radioso meriggio che ferve di opre e di messi,
sta la bianca chiesuola del borgo sperduto di Provonda”*

A. Gerardi



INDICE

Introduzione	VII
PARTE I. Il contesto di riferimento	
Capitolo 1. La Valle del Romarolo	5
1.1 Inquadramento	7
1.2 Storia	12
1.3 Sistema socioeconomico	16
Capitolo 2. Gli insediamenti	27
2.1 L'istruzione sui monti di Giaveno	34
2.1.1 La scuola a Provonda	37
2.2 Il consorzio Elettrico	40
APPENDICE I	41
PARTE II. La Conoscenza del manufatto	
Capitolo 3. La Chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda	49
Capitolo 4. Il rilievo	71
4.1 Rilievo dell'interno	73
4.1.1 Tecnologia TLS	73
4.1.2 Rilievo diretto	76
4.2 Rilievo dell'esterno	79
4.2.1 Rilievo topografico	79
4.2.2 Rilievo fotogrammetrico	81
APPENDICE II	89
Capitolo 5. Conoscenza architettonica	
5.1 Sviluppo storico del complesso	103
5.2 La chiesa: descrizione architettonica	111
5.3 La chiesa: caratteristiche strutturali e costruttive	114
5.3.1 La muratura	114
5.3.2 Le volte	120
5.3.3 Le Coperture	124
5.3.4 Le connessioni – i tiranti metallici	127
Capitolo 6. Verifiche sismiche	
6.1 Storia sismica locale	131
6.2 Analisi del quadro fessurativo	134

6.3 Interpretazione del quadro fessurativo e previsione dei danni sismici	136
6.3.1 Individuazione dei <i>macroelementi</i> e dei meccanismi locali di danno	138
6.3.2 I modo di danno	139
6.3.3 II modo di danno	144
APPENDICE III	145
III.1 Valutazione del peso proprio	146
III.2 Verifica di resistenza al ribaltamento – I modo di danno	149
III.3 Verifica di resistenza a taglio – II modo di danno	159
PARTE III. Il progetto di consolidamento e restauro	
Capitolo 7. Interventi di consolidamento strutturale	167
7.1 Il progetto della nuova copertura	169
7.1.1 I controventi	171
7.1.2 Il cordolo in muratura armata	172
7.2 Miglioramento delle connessioni murarie	175
7.3 Risanamento del muro controterra	176
7.4 Fattibilità economica del progetto della nuova copertura	177
APPENDICE IV	183
IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo	184
IV.2 Travetti	193
IV.3 Trave di colmo	208
IV.4 Terzere	213
IV.5 Tabella riassuntiva delle verifiche di progetto	221
IV.6 Capriata	222
Capitolo 8. Interventi di restauro di finiture e rivestimenti	
8.1 Analisi materica	229
8.2 Analisi del degrado	236
8.2.1 Interno	237
8.2.2 Esterno	239
8.3 Filosofia d'intervento e unità di progetto	241
Conclusioni	249
Ringraziamenti	251
Bibliografia	253
Sitografia	261
Regesto documentario	263
APPENDICE TAVOLE	281

INTRODUZIONE

La Tesi di Laurea affronta il progetto di restauro della chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, appartenente all'omonimo complesso ecclesiastico situato nella Valle del Romarolo (comune di Giaveno), nella Città Metropolitana di Torino.

Il complesso rappresenta uno dei molteplici esempi di architettura religiosa di montagna, attualmente sottoutilizzata o abbandonata in seguito allo spopolamento delle valli alpine occidentali e alla conseguente soppressione di numerose parrocchie della Diocesi torinese nel corso degli anni '80 del Novecento.

Appartenente alla media alta valle, posto in posizione dominante su un terrazzo naturale, nacque nella prima metà dell'Ottocento in seguito ad un significativo aumento demografico, ricoprendo un ruolo fondamentale nella vita sociale e religiosa dei valligiani fino agli ultimi decenni del XX secolo. La chiesa, parrocchia autonoma per circa 150 anni, è oggi utilizzata sporadicamente per la celebrazione di alcune messe annuali.

Il manufatto, non essendo caratterizzato da particolari valenze artistiche ha destato, nel corso degli anni, poco interesse da parte delle istituzioni politiche e religiose locali, le quali non hanno stanziato fondi per una maggiore fruizione e valorizzazione dello stesso. Il mediocre stato di conservazione in cui si trova e la curiosa distribuzione planimetrica dei corpi di fabbrica, che seguono la morfologia del terreno, ha suscitato in noi un notevole interesse, presentandosi come un oggetto su cui poter affrontare un progetto di restauro nella sua interdisciplinarietà andando ad affrontare in modo puntuale le varie fasi che lo compongono.

L'oggetto in esame, sinora poco indagato a livello architettonico (materico – costruttivo) e storico, causa anche la perdita e lo smembramento dell'archivio parrocchiale avvenuto negli anni '90, ha richiesto un'approfondita fase di conoscenza diretta e indiretta. Al fine di giungere ad una lettura sistematica dell'organismo architettonico nelle sue componenti geometriche, costruttive e culturali, il percorso d'indagine è stato affrontato con l'ausilio di differenti tecniche di rilievo correlate alla ricerca storica, basata sulla consultazione di diverse fonti archivistiche e documentarie.

La successiva fase diagnostica ha visto lo studio della componente materica e l'interpretazione del quadro fessurativo, quale supporto fondamentale per svolgere le verifiche sismiche, giungendo così ad una conoscenza complessiva della staticità dell'edificio.

La sintesi critica delle conoscenze acquisite ha permesso di elaborare, secondo un approccio critico – conservativo, interventi progettuali di consolidamento strutturale antisismico e di restauro materico degli interni della chiesa.

Il fine della tesi è quindi la difesa dell'autenticità dell'organismo architettonico, prevedendo interventi realmente necessari, compatibili e durevoli, per garantire una maggior fruizione, conservazione e *prolungamento dell'esistenza dell'opera*.

PARTE I
IL CONTESTO DI RIFERIMENTO



CAPITOLO 1. LA VALLE DEL ROMAROLO

La Val Sangone è una piccola valle oggi inclusa nel territorio della città metropolitana di Torino, posizionata alle falde delle Alpi Cozie, che si protende tra due ampie direttrici di transito internazionale: la Val Susa a Nord e la Val Chisone a Sud. Il territorio per lo più montano estendendosi per circa 25 km su asse Est – Ovest, è un grande anfiteatro protetto da catene montuose con punte che superano i 2000 m, raggiungendo i 2.778 m del Monte Rocciavrè. Dall’altipiano di Giaveno, capoluogo della Val Sangone, si diramano quattro valli minori: Valle del Romarolo, Tauneri, Sangone, che in alto si divide in Balma e Rocciavrè, e Sangonetto.

Il piccolo vallone del Romarolo o *Armirolo*, situato all’estremo Sud della Val Sangone, si estende per circa 7 km su asse NE - SO, dalla piana di Giaveno sino alle scoscese pendici del monte Cristetto (1612 m s.l.m.), spartiacque con il Gran Dubbione (Val Chisone).

L’omonimo torrente che solca la valle, raccogliendo i numerosi ruscelli a monte e immettendosi nel Sangone a valle del capoluogo, ha subito nel corso dei secoli differenti declinazioni linguistiche. Indicato come *Ri Miroglio* nel XIV sec.¹, *Ramairoletto*, *Rimairolo* e *Rimarolo* nel XVIII – XIX sec.², si giunge all’attuale denominazione *Romarolo*. L’altra accezione *Armirolo* deriva dal patois locale di origine franco – provenzale³ *Armour*, che significa rumore continuo attutito dalla lontananza; così viene chiamato dallo scrittore Augusto Monti⁴ nell’opera letteraria del 1966 “*Val d’Armirolo, ultimo amore*”⁵.

¹ Sciolotti G. C., Giai Via F., *A lezione sui sentieri*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 1998/1999, p. 30.

² Archivio di Stato di Torino, catasto Sabauda, catasto Francese, catasto Rabbini, cft. *Appendice Documentaria*.

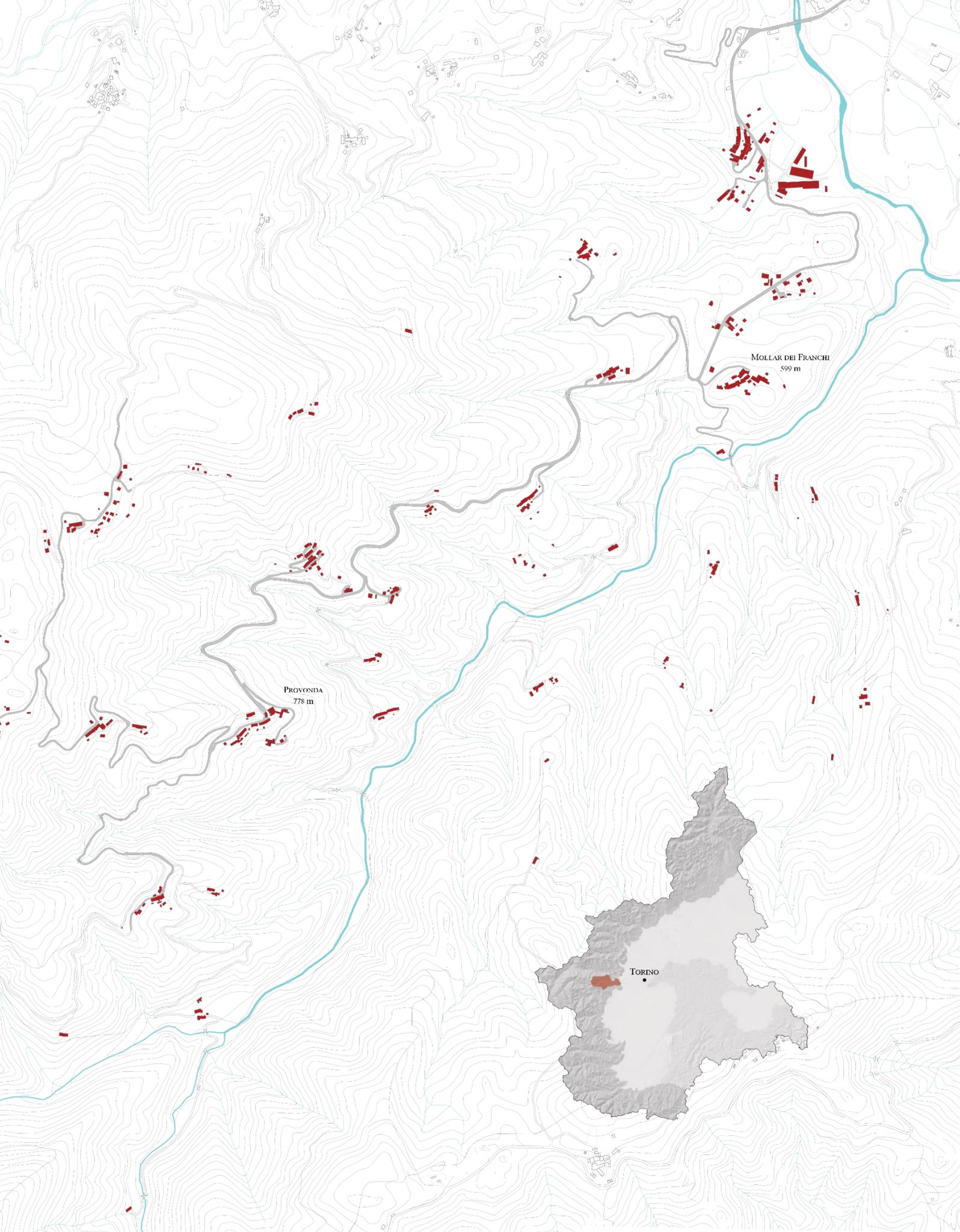
³ L’alta Val Sangone rappresenta l’estremo margine meridionale dell’area linguistica franco-provenzale cisalpina; nel 2001 è stata inserita nell’area di tutela e valorizzazione delle minoranze linguistiche. Nelle borgate montane della Valle del Romarolo e Tauneri sopravvive la parlata franco-provenzale, con influenze piemontesi e occitane.

In Vai P., *Le Borgate Montane di Giaveno*, Alzani Editore, Pinerolo, 2013, pp. 195 – 196.

⁴ Augusto Monti nato a Monastero Bormida nel 1881, dopo la laurea in lettere ha insegnato al Liceo classico D’Azeglio a Torino negli anni ’20, dove è stato professore di importanti scrittori ed intellettuali piemontesi, come: Cesare Pavese, Massimo Mila, Giulio Einaudi, Leone Ginzburg. Nel secondo dopoguerra di dedicò all’attività di scrittore e opinionista. Morì a Roma nel 1966.

Trascorse le estati dal ’31 al ’36 nella Valle del Romarolo, scandite dai lenti ritmi di vita contadina nella borgata Cordria. Oggi un itinerario che compie un anello tra le principali borgate della valle porta il nome dello scrittore, arricchito da bacheche informative riportanti passi delle sue opere più illustri: *Val d’Armirolo, ultimo amore* (1996), *La corona sulle ventitré* (1947), *Lettere a Luisotta* (1997).

⁵ Opera pubblicata nell’anno della sua morte dalla figlia Luisotta, riordinando gli appunti del padre.



1.1 INQUADRAMENTO

GEOLOGICO

Per poter comprendere la litologia caratterizzante la Valle del Romarolo è opportuno volgere lo sguardo ad un contesto più ampio. Nonostante le sue ridotte dimensioni, la Val Sangone possiede evidenze geologiche e geomorfologiche riferibili alla maggior parte dei processi legati sia ai principali fenomeni orogenetici delle Alpi Occidentali sia all'impronta glaciale impressa dall'ultima glaciazione. Ad eccezione delle coltri deposizionali nella parte inferiore del bacino del torrente Sangone, è possibile affermare che l'intera ossatura della valle è costituita da rocce di tipo metamorfico, prevalentemente di tipo continentale ed in parte di tipo oceanico.⁶ Alla destra orografica del torrente i metagraniti porfirici sono sovrastati dal Complesso Grafitico del Pinerolese e dalla consistente presenza di ortoderivati costituiti da gneiss occhiadini del Monte Freidur; questi rappresentano l'apparato geologico della Valle del Romarolo.

Sul versante opposto del Sangone si riscontrano altri gneiss occhiadini e granitoidi con evidente tessitura magmatica. Nei pressi di Forno di Coazze, interposti ai metagraniti e micascisti a granato, sono presenti alcuni livelli di marmi saccaroidi. Tutte queste unità appartengono al Massiccio del Dora – Maira, che assieme al Monte Rosa e Gran Paradiso rappresenta una porzione del margine europeo dell'antico Oceano Tetide.⁷ L'alta Val Sangone è caratterizzata dalla presenza di meta – ofioliti della Falda Piemontese; chiamate serpentini o “pietre verdi”, sono originarie dal metamorfismo di preesistenti rocce eruttive costituenti il fondale del Tetide.

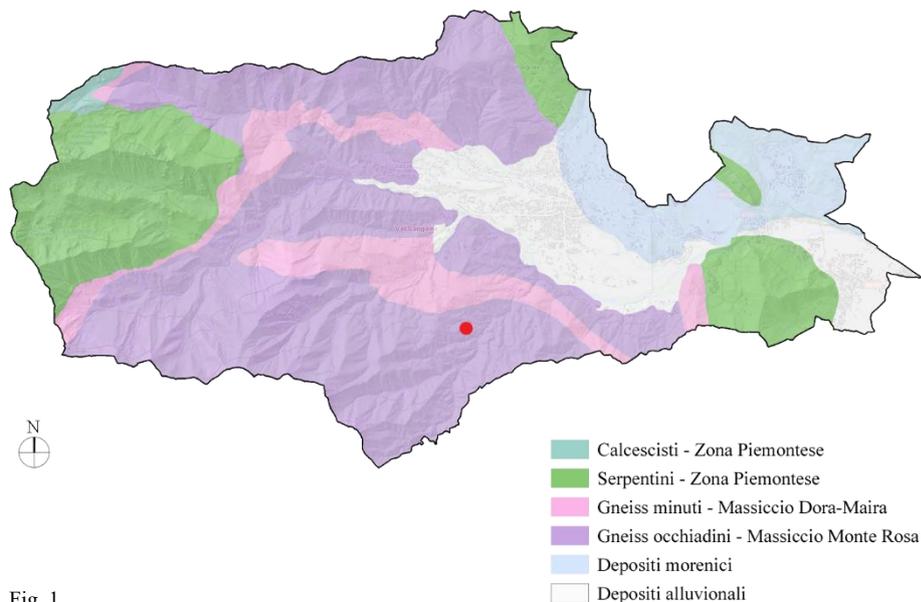


Fig. 1
Elaborazione della Carta Geologica dell'Arpa Piemonte

⁶ Pane V., *Geologia e archeologia mineraria in Val Sangone*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 2015/2016, p. 78.

⁷ AA.VV., *I monti di Giaveno, Escursioni nelle valli del Romarolo e del Tauneri tra natura, memoria, storia*, C.A.I. sezione di Giaveno, Tipografica Commerciale s.n.c., Giaveno, 2002, pp. 65 – 66.

AMBIENTALE

*“Le montagne di Giaveno salgono a tre scaglioni: il primo ha l’aspetto quasi di colline, sebbene l’ossatura ne sia di granito e la vegetazione quasi tutta di castagne. Nel secondo compaiono i pini; il verde, per via della lontananza, prende tinte più cupe; tratto fra le radure, un tappeto di smeraldo o una chiazza rossiccia, del colore dell’ambra appannata, indicano i prati ed i campi. Il terzo scaglione chiude l’orizzonte: la vegetazione appare quasi violacea; alla sera ed alla mattina fumano alcune nubi randagie, sorvolando sui gruppi di pini che appena si scorgono dal basso, e perdendosi dietro il Picco dei Tre Denti”.*⁸

Il paesaggio della Valle del Romarolo si presenta prevalentemente boschivo: nella media-bassa valle la specie arborea più diffusa è il castagno, mentre l’alta valle si distingue per la presenza di faggi e ampi pascoli.

I castagneti di origine antropica, che caratterizzano l’area fin dal XIV secolo, sono ormai in stato di abbandono; spesso si trovano in purezza a ceduo o individui da frutto monumentali, in altri casi si presentano misti a latifoglie pioniere, come frassini, robinie, tigli e betulle.

A partire dai 1000 m di altitudine il castagno lascia completamente spazio alle vaste faggete in purezza che si estendono sino a circa 1300 m, costituendo il limite superiore del bosco; al di sopra, la vista si apre sui pascoli d’altura e sulle pietraie a ridosso delle cime.

L’intero territorio del Romarolo è inserito nell’*Area Omogenea 28 Pinerolese Pedemontano – Val Sangone* del PFT (Piano Forestale Territoriale) e nell’*Ambito 42 Val Sangone* del PPR (Piano Paesaggistico Regionale).

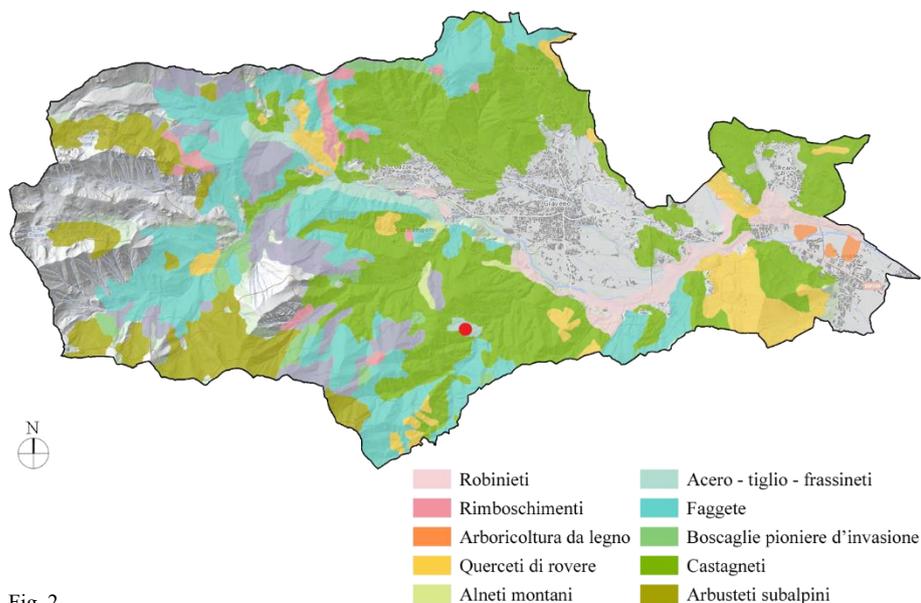


Fig. 2

Elaborazione della Carta Forestale della Regione Piemonte

⁸ Molineri G. C., articolo di giornale Giaveno Pittoresca, s.d. (seconda metà dell’800), in Memorie storiche di M. C. Siccardi in AA.VV., Res memoria Dignae, diario scritto da R. D. Leone Boriglione, primo Parroco di detta Parrocchia e altri fatti e misure del suo Successore, Provonda, 1840.

CLIMATICO

La Valle del Romarolo presenta il *topoclina*⁹ caratteristico della fascia montana della Val Sangone, che secondo la classificazione climatica di Köppen¹⁰, presenta un clima temperato umido senza stagione secca.

L'analisi climatica è stata condotta utilizzando i dati forniti dalla vicina stazione meteorologica dell'Arpa Piemonte installata presso Forno di Coazze, ad un'altitudine di 1130 m s.l.m., la quale risulta molto simile all'altitudine media della valle in esame pari a 1056 m s.l.m. I valori medi mensili relativi a piovosità, umidità e temperatura sono stati analizzati secondo il periodo di riferimento dal 1994 al 2018.

Un importante supporto per l'elaborazione della citata analisi è stato il volume *Val Sangone: Climi e forme del paesaggio* di Baggio, Giardino, Mercalli.

Precipitazioni

La Val Sangone si presenta piuttosto umida e piovosa rispetto a vallate alpine interne alla catena montuosa come le confinanti Val Susa e Val Chisone, le quali risentono in misura nettamente inferiore delle correnti umide marittime. Questa transazione pluviometrica tra la fascia prealpina e l'interno delle alpi si traduce in un netto cambiamento nel paesaggio. Il territorio analizzato ricade entro un regime pluviometrico definito *sub - litoraneo occidentale*, in cui si evidenzia una piovosità massima primaverile ad aprile e maggio, con valori rispettivamente di 165 mm e 178 mm, e autunnale a novembre, con 151 mm; un minimo invernale nel trimestre dicembre – febbraio, con un valore di 44 mm, ed estivo a luglio, con 60 mm.

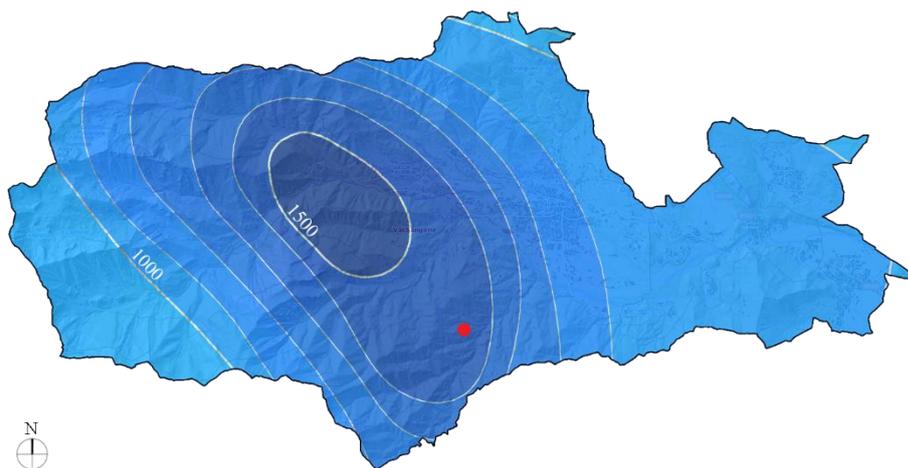


Fig. 3
Elaborazione della Carta delle precipitazioni medie annue del SIMN

⁹ Clima definito dalla topografia locale, secondo zone topograficamente ben individuabili, in una scala da 1-10 km.

¹⁰ Baggio P., Giardino M., Mercalli L., *Val Sangone: Climi e forme del paesaggio*, Società Meteorologica Subalpina, Graficat, Torino, 2003, p. 74.

Umidità

L'umidità è fortemente influenzata dalle precipitazioni, nonché dalle masse d'aria umida provenienti dal mediterraneo. Secondo i valori analizzati si evidenzia un massimo assoluto in autunno nel mese di ottobre, con un valore del 77%, e un minimo assoluto in inverno nel mese di gennaio, con un valore del 52%. In generale, il periodo estivo risulta molto più umido rispetto a quello invernale, poiché le brezze di valle favoriscono la formazione di addensamenti sui rilievi, causando precipitazioni nelle tarde ore pomeridiane.

Temperatura

La distribuzione della temperatura dell'aria è fortemente influenzata dall'orografia, dall'altitudine e dall'esposizione dei versanti. Considerando una diminuzione della temperatura pari a $-0,6\text{ °C}$ ogni 100 m d'altitudine, si evidenzia una differenza di temperatura di circa $6,7\text{ °C}$ tra la bassa valle (500 m s.l.m.) e la punta del Monte Cristetto (1612 m s.l.m.). Le escursioni termiche giornaliere sono più accentuate nel periodo estivo, il cui mese più caldo risulta essere luglio con una temperatura media di $18,3\text{ °C}$, mentre il mese più freddo risulta gennaio con una temperatura media di $1,5\text{ °C}$.



Fig. 4
Campanile di Provonda durante un temporale estivo
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

Vento

Al contrario della vicina Val Susa, la Val Sangone non si distingue per un'elevata ventosità, ma risulta interessata soprattutto dai venti periodici locali. Assumono notevole importanza le *brezze termiche*¹¹ nelle giornate estive, l'aria calda e umida che spira dal fondovalle verso i pendii (brezza di valle) dà origine a cumuli pomeridiani sui rilievi; al contrario il rapido raffreddamento nelle ore serali genera un aumento di densità dell'aria, che inizia a fluire dai pendii verso valle (brezza di monte). La velocità delle brezze nella Valle del Romarolo solitamente non supera i 15 - 30 km/h; durante l'inverno, il ridotto riscaldamento e il moderato delta termico tra pianura e montagna, affievoliscono il fenomeno. L'andamento anemometrico del periodo invernale è caratterizzato dal *föhn*¹², proveniente dalla Val Susa. Si registrano annualmente 35 - 40 giornate di föhn con raffiche che possono raggiungere velocità dell'ordine di 100 - 120 km/h.

Radiazione solare

Così come la temperatura, per l'entità della radiazione solare e del soleggiamento giocano un ruolo fondamentale l'orientamento e la pendenza dei versanti nonché l'orografia del territorio. La stazione climatica purtroppo non fornisce dati relativi alla radiazione solare, ma è possibile tuttavia tracciarne un quadro generale: riguardo agli effetti dovuti all'orografia, i versanti esposti a sud d'inverno ricevono i raggi solari quasi perpendicolarmente, mentre quelli a nord, più sono acclivi e più rimangono in ombra. Considerando un irraggiamento medio a mezzogiorno, in condizioni meteorologiche ottimali, ne deriva una netta differenza della quantità di energia ricevuta:

	21 dicembre	21 giugno
Sud	800 W/m ²	1000 W/m ²
Nord	60 W/m ²	480 W/m ² .

¹¹ In condizioni atmosferiche stabili, la radiazione solare determina un forte divario termico tra la valle e la montagna, generando venti a periodicità diurna che invertono la direzione di provenienza.

¹² Vento a raffiche asciutto e tiepido dovuto a una differenza di pressione tra i due versanti di una catena montuosa.

1.2 STORIA



Fig. 5
Stralcio della Carta topografica per A e B, Susa, 1764 – 1772, Archivio di Stato di Torino.

Il vasto territorio di Giaveno entrò sotto il dominio dell'abbazia di San Michele della Chiusa nel 1103 su donazione del Conte Umberto II; in un'epoca in cui i Savoia vennero quasi estromessi dal suolo italiano, il lungimirante disegno politico del donatore servì per aggraziarsi la maggiore potenza economica e sociale della Val Susa.

Giaveno era allora una borgata agricola di capanne, situata in un'area semi spopolata in cui era appena iniziato un lento processo di ricostruzione. Nel periodo di dominazione abbaziale si ebbero trasformazioni sociali ed economiche della massima importanza ed i siti acquisirono la sistemazione mantenuta sino alla metà del XX secolo.¹³

La lenta introduzione di tecniche agricole più sofisticate e di attrezzature più efficaci permise un considerevole aumento delle rese e delle eccedenze agricole. Le nuove e mutate esigenze del monastero portarono l'abate a nominare dei castellani con il compito di rappresentare ed esercitare in loco il potere giurisdizionale dell'abbazia. Nei secoli XIII e XIV il ruolo di castellano fu esercitato dalla potente famiglia giavenese degli Albezi.¹⁴ Regolarmente l'abate o un funzionario incaricato dallo stesso si recava in Giaveno a controllare l'effettivo operato del castellano.

Alla fine del 1200 si registrò un sovrappopolamento rurale, i terreni utilizzati si rivelarono insufficienti così come gli introiti del monastero.¹⁵ I Clusini

¹³ Giai Via F., *Il potere temporale clusino in Giaveno*, in Muntagne Noste C.A.I. Val Susa e Val Sangone, 1993, p. 54.

¹⁴ Ruffino C., *Giaveno entro il dominio degli abati di San Michele della Chiusa*, tesi di Laurea in Storia Medievale, Università degli Studi di Torino, Facoltà di Lettere e Filosofia, A.A. 1971 – 1972, relatore: prof. Tabacco G.

¹⁵ Giai Via F., *Il potere temporale clusino in Giaveno*, op. cit., p. 55.

incentivarono l'insediamento di nuovi siti di manodopera rurale al fine di aumentare i censi e la produzione: inizialmente si misero a coltura le aree prossime all'imbocco delle valli laterali, ma ben più impegnativo fu il popolamento delle aree montuose poste sulla destra orografica del Sangone, nei primi anni del secolo successivo. Tra il castellano di Giaveno e i coloni intercorsero accordi per la partizione delle terre nelle valli che prevedendo l'affrancamento dei diritti signorili¹⁶ per un certo periodo, assegnarono i terreni in pieno titolo di proprietà.

La scarsa produttività dei terreni boschivi e i ripidi pendii con mediocre esposizione al sole, rese necessarie opere di adattamento dei siti con lavori di disboscamento e terrazzamento che modificarono in modo irreversibile l'ambiente montano. Si formarono delle comunità autosufficienti, spesso in contrasto con il borgo, con produzioni agricole che si diversificavano dal fondovalle, quali la coltura del castagno, i prodotti del sottobosco e l'allevamento del bestiame.

Alla fine del XIV secolo, con una popolazione stanziata sul territorio di circa tremila persone, Giaveno si presentava come il borgo economicamente più importante del dominio abbaziale, da cui provenivano le maggiori entrate del Cenobio attraverso la concessione di terre e l'esercizio dei diritti di pesca, caccia, pascolo ed erezione di luoghi pii¹⁷.

Le prime notizie storiche sulla Valle del *Ri Miroglio* (Romarolo) sono riportate in un documento del '300, in cui l'abate commendatario cedette i diritti di caccia e pesca alla comunità in cambio di una cospicua somma di denaro (mille soldi), oltre ai quarti delle fiere.¹⁸

Il potere giurisdizionale autonomo Clusino su Giaveno cessò nel 1375, quando il Conte Amedeo VI venne dichiarato patrono dell'abbazia, mentre il controllo sul territorio venne perso definitivamente nel 1622 con la soppressione dell'ordine di San Michele della Chiusa tramite la bolla papale emessa dal pontefice Gregorio XV.¹⁹

La valle del Romarolo confinando con la vicina Val Chisone rappresentò per secoli una zona d'interesse e controllo militare, soprattutto tra il '600 e il '700 in cui lo spartiacque tra i due versanti segnò il confine tra il ducato Sabauda e il Regno transalpino. Dal 1631, con il Trattato di Cherasco, la città di Pinerolo e la sinistra orografica della Val Chisone divennero territorio francese. Fino al 1713, anno in cui vennero riannessi al Piemonte, i valichi meridionali della Val Sangone dal Colle La Roussa al Colle del Besso, dal Colle Ceresera al Pra l'Abbà assunsero importanza strategica.

¹⁶ Queste intese sono riscontrabili in alcuni toponimi nella Valle del Romarolo: Mollar dei Franchi, la Franza, le Sort, le Tese e le Partie. In AA.VV., *I monti di Giaveno, Escursioni nelle valli del Romarolo e del Tauneri tra natura, memoria, storia*, C.A.I. sezione di Giaveno, Tipografica Commerciale s.n.c., Giaveno, 2002.

¹⁷ Ruffino C., *Giaveno entro il dominio degli abati di San Michele della Chiusa*, op. cit.

¹⁸ Sciolotti G. C., *Giai Via F., A lezione sui sentieri*, in *Bollettino del C.A.I. di Giaveno*, 1998/1999, p. 30.

¹⁹ Ruffino C., *Giaveno entro il dominio degli abati di San Michele della Chiusa*, op. cit.

Sul Colle del Besso (1466 m s.l.m.), il più frequentato poiché metteva in collegamento con il Gran Dubbione, sono ancora visibili i trinceramenti²⁰ posti lungo la dorsale, risalenti agli anni 1690 - 93, ad opera delle truppe francesi comandate dal generale Nicolas de Catinat. Dopo le incursioni nel borgo di Giaveno, nei giorni tra il 16 e il 19 febbraio 1693 saccheggiarono la regione di Provonda, dove *“le cantine erano rimaste per lungo tempo allagate dal vino, poiché i francesi dopo essersene satollati a sufficienza, avevano tolto persino i turaccioli dalle botti”*²¹.



Fig. 6
Vista del trinceramento sul Colle del Besso dal Monte Cristetto
Fonte: fotografia scattata dagli autori nel 2017.

Nel corso del secondo conflitto mondiale, durante il periodo della resistenza, le valli giavenesi furono teatro di violenti e dolorosi episodi di repressione nazista. La posizione strategica della Val Sangone, prossima alle grandi vie di comunicazione, caratterizzata da un territorio prevalentemente montuoso e ricco di boschi, fu luogo ideale d’insediamento dei soldati “sbandati” che fuggirono ai reclutamenti tedeschi in seguito all’armistizio dell’8 settembre 1943.

La Resistenza partigiana a Giaveno prese avvio con il maggiore Luigi Milano che operò prevalentemente tra Coazze e il vallone del Sangonetto; nelle valli laterali si formarono numerosi gruppi armati. Nella Valle del Romarolo si pose

²⁰ Si tratta di un trinceramento campale di frontiera, costituito da un parapetto in terra battuta alto in media 1,40 m, con scarpa esterna inclinata ricoperta da una cotica erbosa.
In Minola M., *Il trinceramento francese al Colle del Besso*, in *Segusium*, n. 40, Società di Ricerche e Studi, Susa, ottobre 2001, pp. 69 – 82.

²¹ Claretta G., *Cronistoria del Municipio di Giaveno*, Stabilimento Giuseppe Civelli, Torino, 1875, p. 412.

al comando della divisione operante nelle borgate attorno a Provonda il Marchese Felice Cordero di Pamparato, il cui nome di battaglia era “Campana”. Ucciso nell’agosto del ’44 a seguito di un’imboscata, la banda “Campana” aumentò di popolarità con azioni e iniziative.

Le pattuglie tedesche programmarono un attacco dall’alto, al fine di accerchiare i fuggitivi nel fondovalle, attraverso i colli del Besso e dell’Asino penetrarono nella valle di Provonda sconfiggendo le bande operanti. Il rastrellamento durò cinque giorni (27 novembre - 2 dicembre 1944); il bilancio finale fu di circa 40 vittime oltre a numerosi saccheggi e incendi alle borgate. I reduci della banda Campana riuscirono a fuggire in pianura ed a riorganizzarsi sulla collina torinese, prossimi alla liberazione scesero in Torino e occuparono il palazzo Littorio da allora chiamato Palazzo Campana.

“Nel mese di marzo le truppe tedesche lasciarono la vallata: era l’epilogo della resistenza armata in Val Sangone”²²

²² Cugno G., *Un paese della provincia di Torino tra Fascismo e Resistenza: il caso di Giaveno*, tesi di Laurea, Università degli Studi di Torino, A.A. 1990/1991, p. 190.

1.3 SISTEMA SOCIOECONOMICO

L'economia della Valle del Romarolo ha rispettato fino ai primi decenni del '900 un modello di economia di sussistenza mista a sistemi differenziati di integrazione delle risorse locali.²³

Il lavoro era organizzato sulla verticalità dello spazio e le varie produzioni erano dislocate a diversi livelli altimetrici; la frammentazione e la dispersione delle terre coltivate e dei pascoli costituiva una strategia economica necessaria alla sopravvivenza in ambiente montano.

In una carta topografica²⁴ del 1802, riportante la destinazione d'uso dei vari terreni, è chiaramente visibile come in prossimità degli insediamenti ci fossero le *terre labour* e i *prés*, campi e prati in cui si coltivavano i cereali e la patata, prodotto orticolo introdotto nel territorio alpino verso la fine del '700. Attorno alle borgate della bassa valle era facile trovare terreni adibiti a *vigne*, alcune presenti ancora negli anni '90 del Novecento.

Tra le frazioni il paesaggio si caratterizzava di *chataignairie* o *chategners*, castagneti, coltura essenziale nell'economia agraria che, oltre ad assicurare un modesto reddito con la vendita dei frutti, rappresentava la principale fonte alimentare. Inoltre, questi numerosi appezzamenti boschivi permisero la diffusione del *carbonaio*, mestiere stagionale che attraverso la costruzione di aie carbonili produceva carbone da legna, molto più leggero da trasportare per i ripidi pendii.



Fig. 7
Stralcio della Carta topografica per A e B, 1802, Archivio di Stato di Torino

²³ Vai P., *op. cit.*, p. 43.

²⁴ Archivio di Stato di Torino, *Carte topografiche per A e B*, Giaveno, mazzo 1, parte II, 1802.

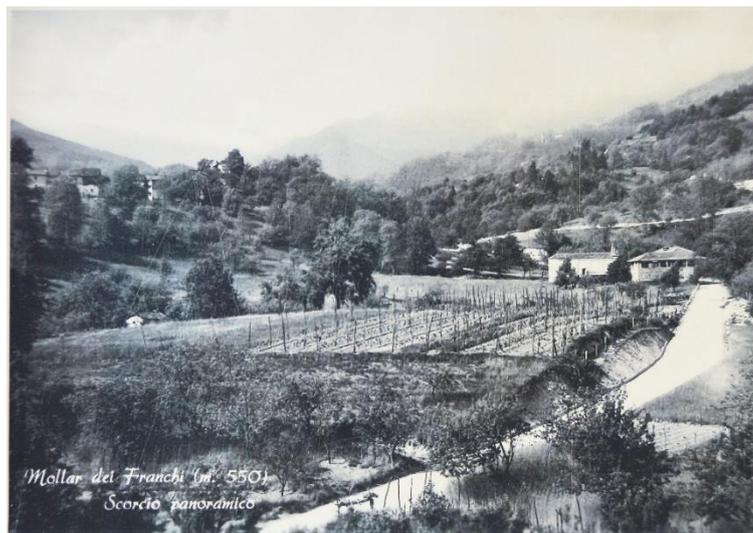


Fig. 8
Scorcio panoramico dall'imbocco della valle, Mollar dei Franchi, stampa, 1950.

L'allevamento del bestiame²⁵, praticato ad integrazione delle attività agricole, era specialmente diretto alla produzione di latte, burro e formaggio, garantendo inoltre la produttività dei terreni più poveri o in posizioni sfavorevoli. I *pré* in alta quota si trovavano in zone limitrofe agli insediamenti, chiamati appunto *prese*, ed erano impiegati per i pascoli estivi, i cui alpeggi venivano gestiti autonomamente dalle singole famiglie proprietarie del fondo, appartenenti alle borgate di alta valle.

Lo stile di vita agro – pastorale era cadenzato dal ciclo delle produzioni agricole e dal calendario sacro delle ricorrenze religiose.

Il suono delle campane della borgata principale scandiva le attività nel corso della giornata, comunicando anche con gli insediamenti più lontani; solitamente nel giorno festivo chiamava i fedeli alla messa all'alba, nel pomeriggio i ragazzi e gli adulti al catechismo, ed infine ai vesperi.

È noto, infatti, come la chiesa abbia avuto, soprattutto nelle valli alpine, un'importanza fondamentale come stimolo per l'organizzazione delle genti in comunità. L'aspetto mistico che da sempre ha accompagnato la dura vita dei montanari, li ha spinti a cercare un rifugio spirituale costruendo chiese nei centri maggiori e opere minori anche nelle borgate più lontane.

I valligiani, gente dotata di un fortissimo spirito religioso, esprimevano la loro fede attraverso l'erezione di piloni votivi presso le borgate, su cui venivano dipinte immagini di Santi protettori. Nella frazione di Provonda prevalevano invece le croci in metallo, presso le quali venivano fatte le rogazioni²⁶ secondo l'uso delle confinanti valli occitane.

²⁵ "Il Priore tiene presso di sé [...] una figlia di anni sedici al servizio della madre e per condurre al pascolo e custodire il bestiame." In Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.14, foglio 389, Relazione sullo stato delle chiese, L. G. Boriglione., 1845.

²⁶ AA.VV., I monti di Giaveno, op. cit., p. 72.

Le borgate montane di Giaveno fondavano la propria organizzazione economica e sociale su varie forme di *mobilità spaziale*: il periodico movimento stagionale agli alpeggi, che coinvolgeva anziani, donne e bambini, permettendo di sfruttare razionalmente le risorse foraggiere; la mobilità verso il fondovalle, che dalla seconda metà dell'800 e per circa un secolo interessò le ragazze impiegate all'interno dell'industrie tessili; l'emigrazione stagionale, che nel periodo estivo impegnava uomini e ragazzi della Valle del Romarolo, esperti taglialegna e carbonai, a produrre carbone di legna nella regione francese Vaucluse.²⁷

A tale proposito, nei primi anni del '900, il parroco di Provonda scrisse in merito alle confessioni dei ragazzi: *"I Giovani è somma grazia che facciano la S. Pasqua, poiché a 14 anni emigrano in Francia, dove passano mezzo l'anno attendendo per fortuna a tagliar legna e far carbone nei boschi lontani dai centri. Ritornati però in patria, [...] difficilmente mancano alla Messa festiva e frequentano pure le prediche."*²⁸

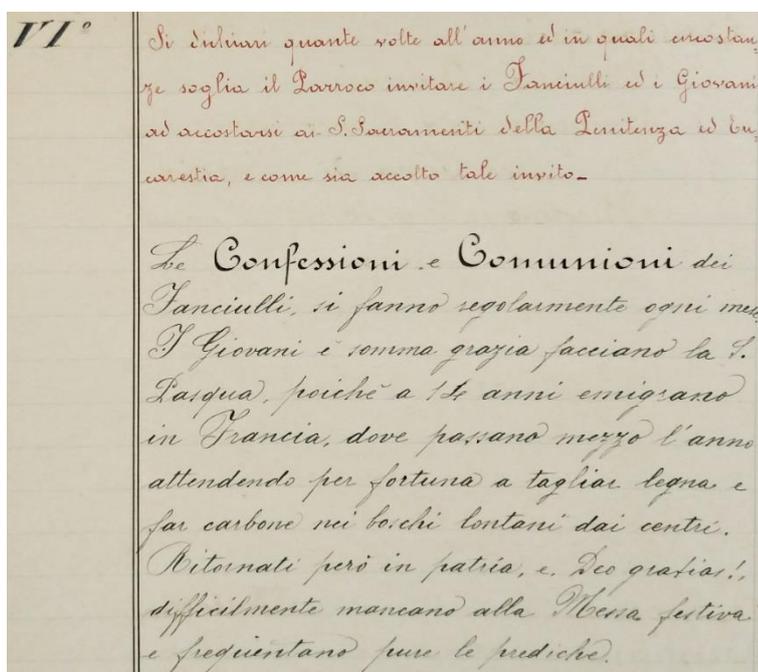


Fig. 9
Stralcio della Relazione sullo stato delle chiese scritta dal Sac. E. Frasca nel 1918, Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.47bis.

Gli spostamenti stagionali svolgevano un ruolo di complementarità non soltanto all'interno della comunità di appartenenza, offrendo un reddito aggiuntivo e necessario ad un'economia di sussistenza, ma anche nelle zone di destinazione, deficitarie di manodopera.²⁹

²⁷ Vai P., *op. cit.*, pp. 68 – 70.

²⁸ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.47bis, foglio 72, Relazione sullo stato delle chiese, E. Frasca, 1918, par. VI.

²⁹ Vai P., *op. cit.*, p. 71.

Il fenomeno dell'emigrazione divenne così una costante della vita dei valligiani, costituendo pratica essenziale fino al periodo tra i due conflitti mondiali ed estinguendosi nel secondo dopoguerra.

L'inizio del XX secolo fu caratterizzato da un'altra tipologia di movimento, l'assenza di energia elettrica, acquedotto e soprattutto di una strada carrabile, causò "*l'esodo continuo di intere famiglie verso il suolo francese*"³⁰.

La valle servita fino a Provonda da una strada in terra battuta sino al 1956, spesso resa impraticabile dalle piogge, portava annualmente a Giaveno 2000 quintali di legna, 2000q di carbone, 1000q di patate, 1500q di frutta e 500q di bestiame.³¹ La stessa parrocchia di San Michele Arcangelo aveva come fonte di reddito³² principale la vendita di carbone e castagne prodotte nelle diverse proprietà terriere.

La mancanza di strade carrozzabili che conducessero al fondovalle rendeva il transito dei colli più agevole ed usuale, privilegiando le relazioni longitudinali tra aree alpine diverse. La popolazione del Romarolo strinse stretti legami di natura commerciale e sociale con il confinante Gran Dubbione in Val Chisone; divenne tradizione scambiarsi prodotti, quali bestiame, formaggi, utensili e carbone da legna, e condividere ricorrenze religiose.

I valichi tra le due valli furono per secoli confine religioso e politico³³, come testimoniano i resti del trinceramento sul Colle del Besso, ma ciò non impedì alle popolazioni di instaurare un legame d'amicizia, secolare e durevole che giunse alla sua disgregazione con il progressivo spopolamento della montagna.

³⁰ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria X, classe 1, faldone n.1292, 1896 – 1962.

³¹ Ibidem.

³² Memoriale d'uscita anni diversi in Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952.

³³ "Il Gran Dubbione, valle di lingua occitana, di religione valdese almeno fino al XVII secolo e territorio rivendicato dal regno transalpino con il Trattato di Cherasco; Giaveno, ubicato all'estremo lembo dell'area franco – provenzale, da sempre di religione cattolica, possedimento dell'Abbazia di San Michele della Chiusa e della dinastia sabauda." In Vai P., op. cit., p. 186.

IL MESTIERE DEL CARBONAIO

Nella Valle del Romarolo, ricca di castagneti e faggete, si diffuse la produzione e la commercializzazione del carbone di legna, attività che fino alla metà del XX secolo caratterizzò l'economia locale.

L'ambiente boschivo, nel corso degli anni, subì una variazione delle essenze arboree, privilegiando le latifoglie a danno delle resinose, e una regolamentazione di taglio, precise disposizioni di legge prevedevano un diradamento delle piante e non un esbosco, preferendo l'impiego di tronchi dal diametro ridotto (massimo 15 cm). Dall'imbocco della valle sino a circa 1300 m di altitudine, lungo i pendii, si costruirono le *aie carbonili*: spazi pianeggianti, ricavati con scavo e riporto del terreno, trattenuto a valle da muri a secco semicircolari.

Il carbone, ottenuto da un processo di combustione controllata del legname, mantenendo lo stesso potere calorifico, pesava un settimo della legna e quindi era facilmente trasportabile.³⁴

Il mestiere del carbonaio era limitato ad un arco di tempo relativamente breve. Nel tardo autunno si eseguiva il taglio degli alberi, che una volta sbrancati e segati in pezzi uniformi, lunghi poco più di un metro, venivano trasportati alle aie carbonili con l'utilizzo di slitte o più spesso a spalle.



Fig. 10
Aia carbonile nell'alta Valle del Romarolo
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

³⁴ Gai Via F., *Il mondo dei carbonai*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 2015/2016, p. 91.

In primavera, dopo un periodo di essiccazione del legname, si allestivano le *carbonaie*: si iniziava creando un camino di areazione, dove avveniva la combustione, piantando nel terreno tre pali poco distanti tra loro e legati insieme da rami di castagno selvatico. Attorno a questa parte centrale si disponevano i tronchi in posizione quasi verticale in due strati sovrapposti e diverse file concentriche, cercando di limitare al massimo gli interstizi d'aria. La catasta infine, veniva ricoperta prima con uno strato di foglie umide e muffa, poi con un livello di terra. Praticati alcuni fori di areazione nella parte superiore, si buttavano nel camino palate di rami incendiati dando avvio al processo di cottura, che durava circa due settimane ed era costantemente sorvegliato da almeno una persona.³⁵

Quando il fumo cessava di uscire, si smontava rapidamente la carbonaia spargendo il prodotto sul terreno per evitare l'autocombustione. In molti si occupavano del trasporto del carbone, donne comprese, ma le figure emblematiche erano i "*purtandin*" persone che, sorreggendosi con un bastone, portavano a spalle carichi di circa un quintale. Si realizzò così una fitta rete di sentieri, collegati tra loro, che dai boschi portavano al fondovalle, dove venivano pesati i carichi e remunerati l'equivalente di 1 kg di pane ogni 10 kg di carbone. Dai depositi temporanei presso la borgata Tetti Via³⁶, due volte a settimana, i carri trainati da muli caricavano il prodotto e lo portavano a Torino.

Nel vallone si facevano circa 20/30 carbonaie all'anno con una produzione di circa 50 tonnellate, pari a 350 tonnellate di legna trattata; tra proprietari terrieri, taglialegna, carbonai, trasportatori e commercianti venivano impegnati circa 350 persone su un migliaio.³⁷

³⁵ Ibidem pp. 92 – 93.

³⁶ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria X, classe 1, faldone n.1292, 1896 – 1962.

³⁷ Giài Via F., Il mondo dei carbonai, op. cit., p. 94.

LA STRADA CARROZZABILE

Per la stesura del paragrafo si è fatto riferimento ai documenti contenuti nel faldone 1292, sezione IV conservato presso l'Archivio Storico della città di Giaveno.

*“Non si può e non si deve pretendere dalle popolazioni uno sforzo troppo violento e superiore alle loro forze, che, cioè per esempio si continui a portare la gerla a spalle, mentre si potrebbero usare i carri, che si continui ad andare a piedi e sempre e solamente a piedi, mentre altrove si usa la bicicletta, la moto e l'automobile, che si continui il sistema antiquato del petrolio ad uso illuminazione, mentre in altri posti si usa la luce elettrica e così si dica di tutto il comfort moderno, di cui ignoriamo persino l'esistenza.”*³⁸

La valle del Romarolo, dalla frazione di Provonda al fondovalle, fu per secoli servita da un'antica mulattiera, resa impraticabile per circa 7 mesi l'anno dalle piogge autunnali e primaverili e dalla neve e gelo durante l'inverno; non essendoci manutenzione il trasporto dei prodotti locali restava sovente arenato, rendendone difficile la valorizzazione rispetto ad altre valli ormai ben servite da infrastrutture viarie. Tra il XIX e il XX secolo l'isolamento e le difficili condizioni di vita causarono l'esodo continuo di intere famiglie verso le valli francesi. Tale situazione venne denunciata dal Cappellano del Mollar dei Franchi, in una lettera scritta all'inizio degli anni '30, in cui esortava l'Amministrazione comunale alla realizzazione della strada carrabile, che dall'imbocco della valle conducesse fino alla parrocchia di Provonda.

*“... questa vallata fu da tutte le passate amministrazioni lasciata nel più completo abbandono: manca la luce, l'acqua potabile, a Provonda si fa scuola in una cappella abbandonata [...] al Mollar manca un secondo edificio scolastico per poter addivenire allo smistamento della numerosa scolaresca. È intuitivo il dovere [...] di costruire per ora almeno la strada.”*³⁹

Nel 1933 venne presa la decisione di realizzare la strada carrabile, la quale però non avrebbe seguito il naturale tracciato della mulattiera, ma sarebbe passata per Monterossino⁴⁰, entrando così nella vallata del Romarolo ad una quota troppo elevata, lasciando isolate la maggior parte delle borgate di media e bassa valle, e non apportando alcun cambiamento alla loro situazione socioeconomica. L'amministrazione comunale, spinta dalle pressioni subite dalla popolazione, esortò la Regia Prefettura di Torino ad invitare l'Ufficio del Genio Civile ad eseguire un sopralluogo in valle; in seguito al quale risultò che le due frazioni (Provonda e Monterossino), essendo separate da tre profondi valloni boschivi costituivano due zone a sé stanti, perciò si rendeva necessaria la realizzazione di due tracciati distinti.

³⁸ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria X, classe 1, faldone n.1292, data documento 30/04/1931.

³⁹ Ibidem.

⁴⁰ Borgata posta sulla dorsale tra la Valle del Romarolo e la Valle del Tauneri, appartenente a quest'ultima.

Nel settembre del '35 venne incaricato l'Ing. G. Baldizzone di Torino alla stesura del progetto di massima della strada che da Giaveno tendeva a Provonda, passando per il Mollar dei Franchi, con una lunghezza di circa 4,2 km e una spesa preventivata di L. 663.000. I borghigiani, animati dalla speranza di una regolare viabilità, decisero di cedere gratuitamente i terreni di loro proprietà, sui quali sarebbe passata la nuova strada, e di offrire la loro mano d'opera. Il comune, nonostante ciò, non era in grado di sostenere economicamente il progetto, poiché in quel periodo stava finanziando con ingenti somme la tramvia Giaveno – Orbassano.

Nel 1927, l'allora sindaco promise *“che non appena sarà possibile, la strada Giaveno – Mollar – Provonda sarà una delle prime opere pubbliche che si eseguiranno”*⁴¹; 24 anni dopo, il comune non era nuovamente in grado di investire in tale opera. Nell'ottobre del 1951 fu finalmente la Provincia ad assumersi l'onere della realizzazione della strada sulla base dei progetti redatti nel '36, la cui spesa ammontò a 40 milioni di Lire.

Il primo tratto di strada, fino al Mollar dei Franchi, venne inaugurato nell'estate del 1954 ed i lavori proseguirono, grazie al contributo dei *cantieri scuola*⁴² statali, fino a Provonda, concludendosi a metà maggio '56. L'anno successivo la Provincia si prese l'incarico della manutenzione ordinaria e a metà degli anni '60 venne asfaltata.



Fig. 11
Inaugurazione del tratto di strada fino Provonda, 1956, Archivio Storico della città di Giaveno.

⁴¹ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria X, classe 1, faldone n.1292, data documento 30/04/1931.

⁴² Legge 29/04/1949, n.264 (Provvedimenti in materia di avviamento al lavoro e assistenza ai lavoratori involontariamente disoccupati), prevedeva la possibilità di istituire cantieri scuola a favore di disoccupati per attività forestali e vivaistica, rimboscimento, sistemazione montana e costruzione di opere di pubblica utilità.



CAPITOLO 2. GLI INSEDIAMENTI

A partire dai primi anni del XIV secolo, gli abati Clusini favorirono il popolamento delle aree montane di Giaveno affidando terreni a pieno titolo di proprietà a famiglie di contadini, affrancando i diritti signorili per lunghi periodi.

Il territorio prevalentemente boschivo della Valle del Romarolo rese necessarie opere di adattamento dei pendii per renderli coltivabili e produttivi. Ben presto sorsero i primi nuclei abitati organizzati in comunità autosufficienti, che spesso prendevano il nome della famiglia che li aveva realizzati.

La maggior parte degli insediamenti si sviluppò a mezza costa¹ sul versante più soleggiato esposto a Sud – Est, presentando un impianto con andamento in linea seguendo le curve di livello, la cui cortina muraria a monte risultava spesso unica e con poche aperture. Sebbene tale posizione determinasse alcune problematiche come la difficoltà di costruzione dell'edificio, il pericolo di frane e il non facile raggiungimento dal fondovalle; allo stesso modo la buona esposizione garantiva la coltivazione dei terreni adiacenti e un rapido scioglimento delle nevi.

¹ Pozzo Figliomeni G., *Architettura Alpina e paesaggio*, Alzani Editore, Pinerolo, 2008, pp. 46 – 47.

Il vallone del Romarolo si compone di numerose borgate sparse per il suo territorio; oggi come allora si suddividono in due macro - gruppi, identificate secondo i centri principali: la *regione* di Mollar dei Franchi e la *regione* di Provonda.

Si riporta un elenco di tutte le borgate presenti in valle, ponendo attenzione a quelle abitate stabilmente oppure solo in alcuni periodi dell'anno, quelle abbandonate e alpeggi.

Borgata	m s.l.m.	Abitata stabilmente	Abitata periodicamente	Abbandonata
Mollar dei Franchi	590	•		
Tetti Via	500	•		
Case Via	510	•		
Merlo	564	•		
Case Nanot	611	•		
Pian Paschetto	612	•		
Prudente	620		•	
Gentina	623		•	
Case Barone	625	•		
Case Governatore	636			•
Giasinet	637			•
Cordia	647	•		
Case Rosa	660			•
Case Clin	681			•
Case Tita	700			•
Case Ciom	750	•		
Levra	756			•

Tab. 1

Elenco delle borgate della *regione* di Mollar dei Franchi in ordine di altitudine.

Fonte: dati elaborati a seguito di rilevamenti effettuati dagli autori.

Borgata	m s.l.m.	Abitata stabilmente	Abitata periodicamente	Abbandonata	Alpeggio
Provonda	778	•			
Case Giuè	655			•	
Case Galletto	670		•		
Case Mador	673		•		
Case Per	694		•		
Madorera	701	•			
Benna	760	•			
Franza	763	•			
Case Serre	765			•	
Case Nanot	803		•		
Giai	825	•			
Merlera	855		•		
Case Ceca	868	•			
Volera	871		•		
La Presa	875			•	
Girella	895	•			
Fusero	906		•		
Budin	955		•		
Tora	990	•			
Prese della Franza	1020		•		•
Prese Minetti	1237			•	•
Prese Rocca Gallore	1320			•	•
Prese Fiacià	1354			•	•

Tab. 2

Elenco delle borgate della *regione* di Provonda in ordine di altitudine.

Fonte: dati elaborati a seguito di rilevamenti effettuati dagli autori.



Fig. 1
Chiesa di S. Pietro e Paolo, Mollar dei Franchi.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 2
Cappella della Beata Vergine della Neve, Fusero.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

Nella bassa valle il centro maggiore è il Mollar dei Franchi, situato ad un'altitudine di 590 m s.l.m., sulla cima di una collina al centro della valle. Il borgo, d'impianto tardo medievale, è caratterizzato dalla presenza di due chiese: una ottocentesca posta nel centro dello stesso, l'altra, ai piedi della collina, risale al 1664² dedicata inizialmente a S. Antonio da Padova e attualmente ai Santi Pietro e Paolo. La regione di Mollar dei Franchi conta in totale 17 borgate, di cui la metà stabilmente abitate, situate sia sulla destra che sulla sinistra orografica del torrente Romarolo.

Nella media-alta valle il centro più importante è Provonda, situato a mezza costa ad un'altitudine di 778 m s.l.m. La distribuzione dell'edificato a nuclei sparsi è ben visibile già nella prima carta del territorio della valle risalente al catasto Sabaud³ del 1785. L'impianto attualmente visibile, che presenta uno sviluppo in linea, è il risultato degli ultimi ampliamenti della fine del XIX secolo. La regione di Provonda conta in totale 23 borgate situate tutte sulla sinistra orografica del torrente, di cui quattro erano alpeggi, utilizzati soltanto nel periodo estivo. Nella frazione si trova un complesso ecclesiastico che si sviluppa in parte sul pendio addossato all'abitato e in parte su un terrazzo naturale che domina la valle. Esso è costituito dall'antica Cappella eretta nel 1753 e dalla Chiesa parrocchiale del 1824, entrambe dedicate a San Michele Arcangelo.

² Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.283, libro 3, 1653 – 1664, Ordinati.

³ Archivio di Stato di Torino, Catasto Sabaud, Allegato C, Circondario di Susa, Mandamento di Giaveno, mazzo 27, immagine 2, telaio 4, 1785.

Una nota curiosa, ma quasi priva di fonti documentarie, è l'esistenza di una Cappella nelle vicinanze della Chiesa parrocchiale, risalente al XIII secolo e fatta ampliare dall'abate Pietro III, essendo Provonda in quel periodo ancora sotto la giurisdizione della Sacra di San Michele della Chiusa.⁴

Nella media alta valle, inoltre, sono presenti altri tre edifici religiosi: una cappella dedicata alla Beata Vergine della Neve eretta al Fusero nel 1802; una dedicata alla Madonna delle Lacrime di Siracusa in borgata Merlera, risalente al secondo dopoguerra; e una piccola cappella, ora in stato di rudere, a Case Gioè, di cui non è nota l'epoca di erezione.

Il massimo sviluppo delle borgate è stato nel corso dell'800, con un progressivo aumento demografico, che raggiunse l'apice nel 1901 con 1125 persone⁵, dettato da un lieve miglioramento delle condizioni di vita, dallo sfruttamento del territorio con tecnologie più all'avanguardia e la coltivazione di nuovi terreni.

Fin dal XVIII secolo Giaveno fu tra i più importanti centri industriali del Piemonte, subì un ulteriore incremento dopo la metà dell'800 con la nascita di stabilimenti per la lavorazione di juta e cotone ad opera dei Prever e dei Rolla, che ebbero il merito di essere tra i primi a portare in Italia tale lavorazione.⁶ La manodopera proveniva principalmente dalle valli giavenesi, con spostamenti giornalieri lungo i sentieri, dando forma al fenomeno della *mobilità spaziale*⁷.

Il calo demografico iniziò nei primi decenni del '900, in particolare nel primo dopoguerra, in cui si assistette alla progressiva disgregazione del sistema socioeconomico locale, accelerato anche dal rapido sviluppo industriale del fondovalle e della pianura torinese.

L'assenza di una strada carrabile, di servizi (acquedotto ed energia elettrica), e il duro periodo della Resistenza furono la causa del consistente spopolamento che si verificò successivamente al secondo conflitto mondiale. Nel censimento⁸ della popolazione del 1961 si registrarono solo più 181 persone nella media – alta valle (regione di Provonda).

Parallelamente all'andamento demografico registrato nella valle, il complesso ecclesiastico di Provonda ebbe il suo periodo più fiorente a cavallo tra il XIX e XX secolo, andando in contro ad un progressivo declino durante il secondo dopoguerra, sino alla soppressione della parrocchia nel 1988.

⁴ Rolla P., Giaveno e Dintorni, Guida illustrata della Valle del Sangone, La Palatina Tipografia, Torino, 1935, p. 123.

⁵ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1483, 1901, IV Censimento generale della popolazione.

⁶ Rolla P., *op. cit.*, pp. 96 – 98.

⁷ Cft. § 1.3 Sistema socioeconomico

⁸ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1546, 1961, X Censimento generale della popolazione.



Fig. 3
Borgata Provonda.
Stralcio del Catasto
Sabauda, 1785,
Archivio di Stato di
Torino.



Fig. 4
Borgata Provonda.
Stralcio del Catasto
Francese, 1802-14,
Archivio di Stato di
Torino.

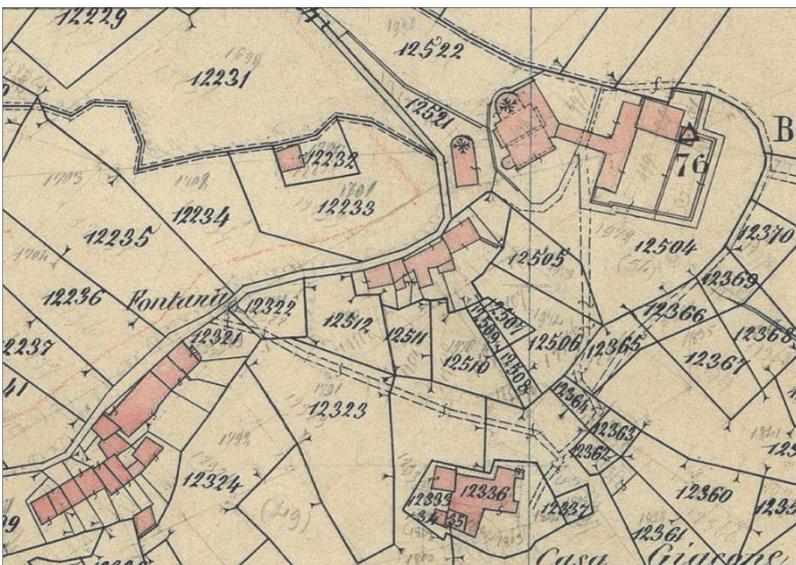


Fig. 5
Borgata Provonda.
Stralcio del Catasto
Rabbini, 1858-70,
Archivio di Stato di
Torino.

■ nuovo edificato
 ■ esistente

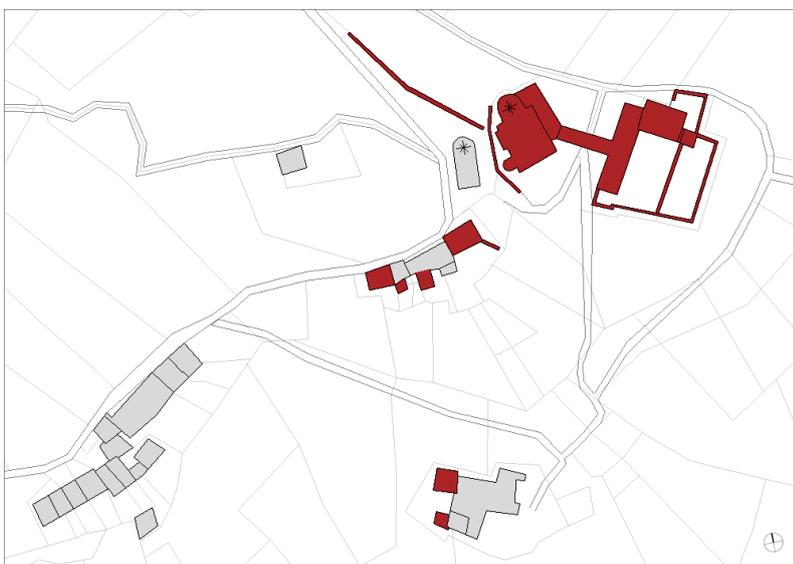
Fig. 6
 Elaborazione del
 Catasto Sabaudò
 (sinistra), 1785.
 In questo caso si è
 rappresentata tutta
 la borgata in rosso
 poiché la carta
 rappresenta la prima
 fonte iconografica.



Fig. 6
 Elaborazione del
 Catasto Francese
 (sinistra), 1802-14.



Fig. 8
 Elaborazione del
 Catasto Rabbini
 (sinistra), 1858-70.



2.1 L'ISTRUZIONE SUI MONTI DI GIAVENO

La nascita delle scuole elementari nell'arco alpino occidentale anticipò di diversi decenni l'intervento dello Stato; il processo di alfabetizzazione si diffuse, nel corso del Settecento, grazie all'impegno del clero, di confraternite ed istituzioni religiose che destinarono piccole rendite all'educazione dei giovani. Sebbene non si possa stabilire con certezza, si può supporre che le prime scuole rurali nell'area montana giavenese, risalgono agli anni precedenti la fondazione delle parrocchie di Provonda e Maddalena.⁹

Queste primitive forme scolastiche, dette anche '*scuole di catechismo*'¹⁰, sorsero dall'esigenza di trasmettere i valori religiosi della dottrina cristiana, impegnando le giornate dei bambini nel periodo invernale, nel quale non si svolgevano i lavori nei campi. In questi mesi le inclementi condizioni climatiche obbligavano spesso i giovani delle borgate più lontane a ore di marcia nella neve.

Apprendere i fondamenti di lettura e scrittura risultava anche un utile strumento di lavoro, oltre ad un modo per conservare i legami famigliari attraverso la corrispondenza, durante l'emigrazione stagionale all'estero.

Nelle antiche cappellanie l'attività del maestro era solitamente svolta dai vicecurati o cappellani, i quali svolgendo il ruolo di coadiutori del Parroco, oltre ad avere la facoltà di celebrare messa, potevano insegnare nella scuola della frazione, ricevendo un ulteriore salario.¹¹ Oppure venivano incaricati membri della comunità, spesso senza alcun titolo di studio, ma rigorosamente di provata fede e buoni costumi.

Il dominio ecclesiastico sull'istruzione primaria cessò in parte dalla metà dell'800: l'intervento diretto dello Stato regolamentò e laicizzò la figura del maestro¹², sottraendo progressivamente la nomina all'autorità del parroco, per affidarla ai consigli comunali¹³.

In Piemonte e nelle altre provincie del Regno di Sardegna non esistevano istituti preposti alla formazione dei maestri e per poter accedere all'insegnamento era sufficiente possedere l'abilitazione o "patente". A partire dall'agosto 1845, presso l'Università di Torino, venne istituita la Scuola provinciale di metodo, nella quale in seguito ad un corso trimestrale ed un modesto esame, si otteneva il titolo di "maestro normale" essenziale per poter

⁹ Vai P., *Le Borgate Montane di Giaveno*, Alzani Editore, Pinerolo, 2013, p. 172.

¹⁰ Cuaz M., *Il maestro di scuola*, in *L'uomo e le Alpi*, Vivalda Editori, Torino, 1993, p. 313.

¹¹ "Il Parroco amministra la Parrocchia coll'aiuto di un Cappellano, [...] che ha lo stipendio annuale di L. 300, [...] solitamente poi prende anche lo stipendio di L. 300 annue, se fa da maestro nella Borgata ed a tale oggetto vien nominato dal Municipio."

In Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.20, foglio 387, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1872.

¹² Ibidem.

¹³ Cuaz M., *op.cit.*, p. 314.

svolgere la professione. Otto anni dopo venne trasformata in Scuola magistrale.¹⁴

In una lettera¹⁵ scritta nel dicembre del 1850 dal priore di Provonda, Don G. Boriglione, all'Amministrazione comunale, si evince la difficoltà di poter disporre a quell'epoca di un maestro patentato, nonostante le disposizioni di legge. Il parroco, in qualità di direttore della scuola invernale, proponeva l'assunzione per 100 Lire annue, del giovane Giacomo Gilli del Talucco, sufficientemente colto per insegnare le basi di lettura e scrittura, ma sprovvisto di patente, affinché “*i fanciulli di questi montanari non rimanessero privi della tanto necessaria istruzione*”.

Solo nei primi del '900, per tutelare le condizioni economiche e morali dei maestri, costantemente sottoposti ad abusi e ricatti da parte delle autorità comunali, le pressioni sindacali del corpo insegnante spinsero il Parlamento italiano ad approvare nel 1911 la legge Daneo – Credaro, ponendo l'istruzione primaria a carico dello Stato. La gestione delle scuole elementari divenne di competenza delle province, le quali attraverso il Consiglio provinciale scolastico nominavano i maestri.¹⁶

L'istituzione della scuola pubblica scalfì il tradizionale sistema di trasmissione culturale e di controllo sociale delle piccole realtà montane, in cui il giudizio del parroco e dei capi famiglia in materia di educazione era imprescindibile tanto quanto un'istruzione vincolata all'educazione ai valori cristiani. Questo provvedimento interessò dapprima le grandi città, si diffuse poi nei piccoli centri ed infine nelle borgate delle valli minori.



Fig. 7
Scuola della Borgata Merlera.
Fonte: fotografia scattata dagli autori

¹⁴ Di Pol R. S., *La formazione del maestro italiano tra istanze pedagogiche e scelte politico – sociali. Un profilo storico*, in *Insegnare ad insegnare*, FrancoAngeli, Milano, 2014, pp. 13 – 16.

¹⁵ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.118.

¹⁶ Cuaz M., *op.cit.*, p. 315.

Sui monti giavenesi l'istruzione primaria, per la natura stessa degli insediamenti abitativi, isolati e poco consistenti dal punto di vista demografico, avveniva in piccole ma numerose scuole, sparse nelle borgate più popolose.

Nella bassa Valle del Romarolo vi era un'unica scuola al Mollar dei Franchi, nell'edificio antistante la cappella seicentesca dedicata a San Pietro e Paolo. Nel distretto parrocchiale di Provonda che comprendeva la media e alta valle, oltre la scuola della frazione, ce n'erano altre due: al Fusero le lezioni erano tenute in una stanza dietro l'abside della cappella dedicata alla B. V. della Neve, sino al 1927, anno in cui per mancanza di alunni la scuola venne chiusa; mentre alla Merlera si svolgevano in un piccolo edificio situato tra i prati attorno alla borgata.

Alcuni Registri Mensuali¹⁷ della scuola della Merlera risalenti agli anni '60 dell'Ottocento, conservati presso l'Archivio Storico comunale, documentano che già all'epoca erano presenti tre classi miste dalla prima alla terza. La scuola durava da novembre alla primavera inoltrata, sebbene la maggior parte degli alunni smettesse nel mese di aprile, costretti a riprendere i lavori nei campi interrotti nel periodo invernale. Il registro dell'a. s. 1865-66 riporta il numero di 31 alunni (10 maschi e 21 femmine) all'inizio dell'anno, e di 18 alunni (7 maschi e 11 femmine) alla fine dello stesso.

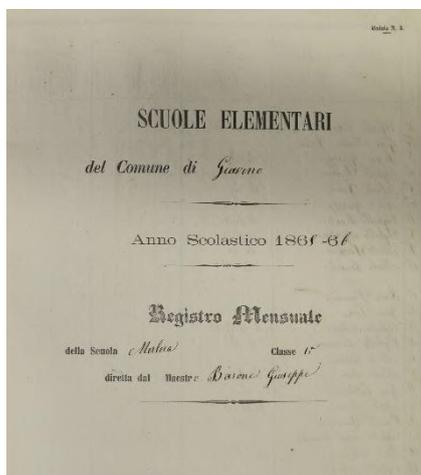


Fig. 8
Stralcio del Registro Mensuale della scuola della Merlera, Archivio Storico della città di Giaveno.

Dal secondo decennio del '900 vennero normati e regolarizzati il calendario e gli orari scolastici: la scuola iniziava il primo di ottobre e si concludeva a fine giugno, le lezioni si svolgevano dal lunedì al sabato, facendo pausa il giovedì.¹⁸ A seguito delle trasformazioni che, dal primo dopoguerra, hanno modificato la struttura sociale ed economica della valle causandone la graduale disgregazione, le scuole iniziarono inevitabilmente a ridursi e nei primi anni '70 anche la scuola mista di Provonda fu costretta a chiudere.

¹⁷ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.119, libro 1, 1865 – 1867.

¹⁸ Vai P., *op. cit.*, p. 176.

2.1.1 LA SCUOLA A PROVONDA

Per la stesura del paragrafo si è fatto riferimento ai documenti contenuti nel faldone 1280, sezione IV conservato presso l'Archivio Storico della città di Giaveno.

La scuola pubblica a Provonda nacque nel 1850 grazie alla dedizione del parroco Don L. G. Boriglione, già maestro di latinità per le scuole pubbliche e private a Torino.

Nel corso del 1867, ottenuto un sussidio¹⁹ comunale di L. 200, si realizzò una stanza ad uso scolastico nella manica di collegamento e da allora si cessò di fare scuola nella Casa della Cappellania. Al locale principale, sufficientemente ampio, vi erano affiancati due piccoli stanzini adibiti a servizi igienici e deposito del legname. Gli arredi erano ridotti all'essenziale: appesa al muro una lavagna quadrettata, in fondo alla stanza una vecchia madia, dove riporre il materiale didattico e una stufa in ghisa.²⁰ Vi erano poi i pesanti banchi in legno, in cui il piano di lettura, il sedile e la pedana erano in un solo blocco, ai lati del piano di scrittura c'erano i fori circolari che contenevano i calamai di metallo con l'inchiostro.

Nel 1889 il Consiglio Scolastico Provinciale, in seguito alla classificazione delle scuole elementari, decise l'istituzione di una scuola mista nella frazione Maddalena. Il Sindaco, data l'esistenza di tre scuole nella suddetta frazione, chiese che tale scuola mista venisse istituita a Provonda, in quanto risultava più necessaria. Tra la primavera e l'autunno dello stesso anno venne così adattata una parte dell'antica Cappella di S. Michele Arcangelo ad uso scolastico.

L'ampio spazio interno venne diviso da una tramezza in mattoni, posta tra la nuova aula scolastica e il retrostante deposito mortuario; si rese necessario separare i due ingressi con la conseguente apertura di una nuova porta esterna d'accesso posta nell'abside della cappella. Venne inserita una bussola in legno di castagno alla porta d'accesso principale e nuove grate in ferro vennero applicate alle finestrelle in facciata e alle due nuove finestre aperte sul lato est. Le opere svolte, riportate nei computi metrici estimativi redatti dal perito civico Geom. N. Fontana, ammontavano ad un importo di L. 435, cifra interamente finanziata dal Comune di Giaveno.

Dal 1904 il parroco di Provonda Teol. E. Frasca iniziò a pretendere un affitto annuo per la concessione al Comune dei locali adibiti a scuola di Provonda e Fusero; inizialmente gli venne concesso un canone di L. 20.

Nell'autunno 1927, in seguito alla soppressione della scuola del Fusero, venne ampliata la scuola di Provonda: due classi miste, 1°- 2° e 3°- 4°, delle quali

¹⁹ In un verbale del 27 ottobre 1867 il Consiglio Comunale deliberò di erogare un sussidio alle scuole di Mollar dei Franchi, Merlera e Provonda al fine di apportarvi degli interventi di recupero. Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.120, foglio 9, 1867.

²⁰ Viretto Truto G., *Ricordi di scuola*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 1997/1998, p. 41.

una già esistente (la quinta venne istituita nel 1937). Data la carenza di spazio nell'antica Cappella, venne affittata una camera nella casa del Sig. Gillia Giacomo, per l'anno scolastico 1927-28 e si provvide all'allestimento dell'aula con gli arredi provenienti dalla scuola del Fusero. Il Comune si trovò così a dover corrispondere una somma pari a L. 300 annue, per ogni locale ad uso scolastico sito nella borgata.

La situazione rimase invariata sino alla fine degli anni '50, quando gli alunni delle cinque classi tornarono a far lezione all'interno del locale nella manica di collegamento. La casa degli eredi di Gillia G. e l'antica Cappella non erano più in grado di soddisfare le disposizioni di legge riguardo gli ambienti scolastici, necessitavano quindi di numerosi interventi di ammodernamento.

L'Ufficio tecnico comunale si occupò di realizzare un nuovo progetto nel 1964, quello precedente del '49 non venne mai realizzato, per il rinnovo e adeguamento della Cappellania in scuola. Esso consisteva nella riapertura dell'antica porta laterale della cappella come finestra (fino ad allora utilizzata come armadio) e nella suddivisione del locale esistente in due stanze: una

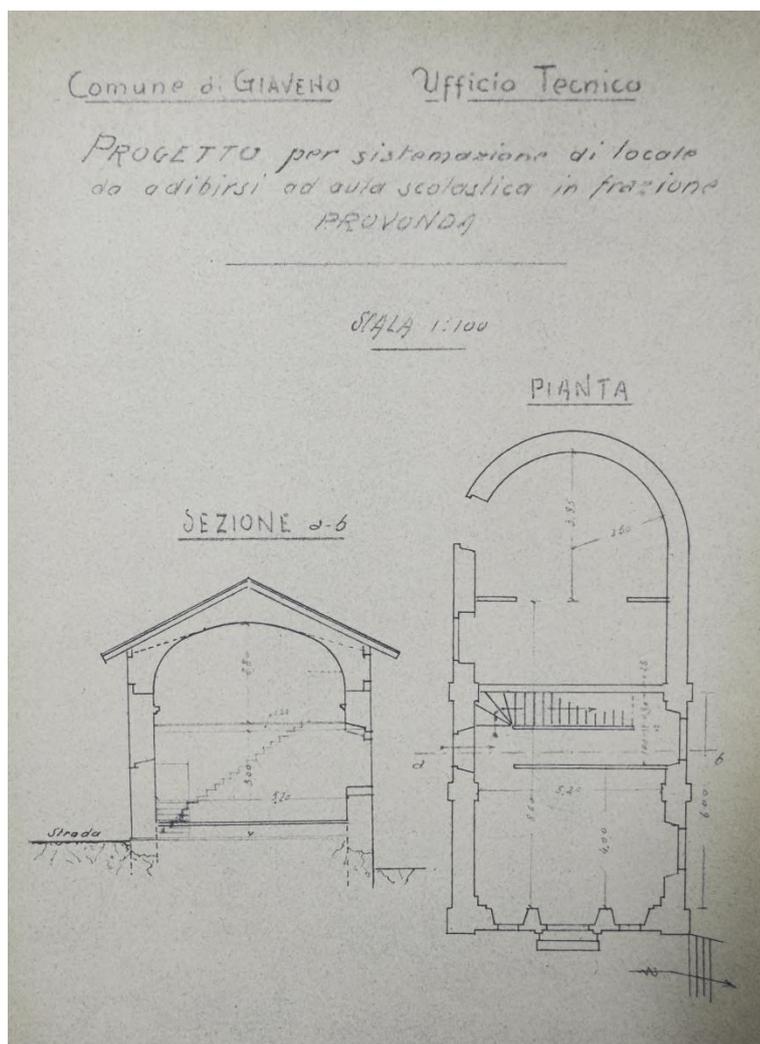


Fig. 9
Disegno per la sistemazione della Cappella ad uso scolastico, progetto mai realizzato redatto dall'Ufficio Tecnico comunale, 1949, Archivio Storico della città di Giaveno.

piccola per l'abitazione dell'insegnate e l'altra quadrata destinata ad aula scolastica; lo spazio destinato al deposito mortuario assunse la funzione di legnaia. I lavori furono realizzati dall'impresa Ughetti Felice di Giaveno per un importo totale di L. 1.248.000, somma che gravò sul bilancio comunale.

Come ricorda l'ultima maestra di ruolo a Provonda, si riprese l'insegnamento didattico nella Cappella nell'a. s. '64/65; la scuola mista venne chiusa definitivamente nel '71/72 e gli ultimi tre anni restò aperta come scuola sussidiata dal comune.

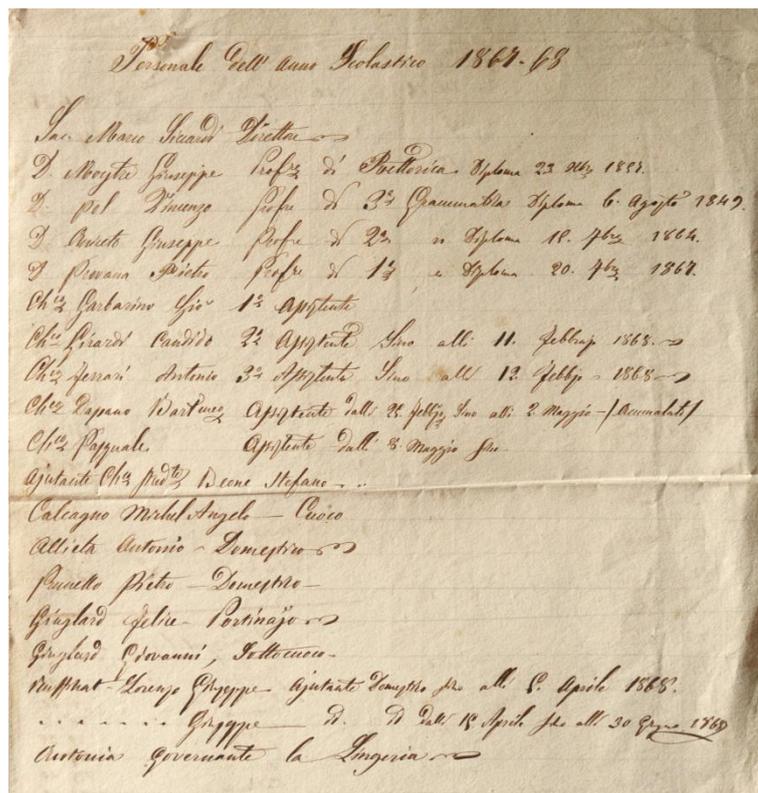


Fig. 10
Elenco del personale scolastico della scuola Provonda nell'a.s. 1867-68. Tratto dalle Memorie storiche del Sac. M. C. Siccardi, Archivio privato A. L. Bergeretti.

2.2 IL CONSORZIO ELETTRICO

Per la stesura del paragrafo si è fatto riferimento ai documenti contenuti nel faldone 1326, sezione IV conservato presso l'Archivio Storico della città di Giaveno.

Nel gennaio 1962 venne costituito il Consorzio Elettrico della Frazione Provonda, ad opera di un numeroso gruppo di borghigiani, i quali elessero il Consiglio d'Amministrazione e il Collegio dei Sindaci, in cui vi era anche il parroco Don Audero.

Ottenuta l'approvazione del progetto dall'Ispettorato Regionale delle Foreste di Torino e un contributo statale pari all'87,5% della spesa totale ammontante a circa 15 milioni di Lire, si iniziarono i lavori di costruzione della linea elettrica soltanto a marzo del 1964.

Nonostante la buona volontà dei borghigiani che prestarono la loro opera gratuitamente, con il rincaro dei materiali e della mano d'opera, la somma preventivata nel '62 risultava insufficiente per portare a termine il lavoro. Il presidente del Consorzio Elettrico della Frazione Provonda anticipò ingenti somme per l'acquisto dei materiali, in attesa dei contributi Provinciali, Assessorato alla Montagna (L. 700.000), e Comunali (L. 1.500.000) concessi l'anno successivo.

Le linee ad alta e bassa tensione raggiunsero ogni frazione della Valle del Romarolo, per una lunghezza di 13,2 km e una spesa complessiva di quasi 19 milioni di Lire. La corrente elettrica giunse nelle case il 23 dicembre 1965.

APPENDICE I

L'intento di tracciare l'andamento demografico della Valle del Romarolo nel corso dei secoli ha portato ad effettuare una meticolosa ricerca d'archivio. Essendo la parrocchia di San Michele Arcangelo di Provonda oggetto del lavoro di tesi, appartenente all'omonima regione e situata nella media - alta valle, si è deciso di approfondire l'analisi demografica solo su quest'ultima, ponendo in secondo piano la regione di Mollar dei Franchi (bassa valle).

Seppur la Valle del Romarolo sia stata popolata a partire dal XIV secolo, il primo censimento risale al 1735, appartenente al Fondo dell'abbazia di San Michele della Chiusa e della collegiata di Giaveno, conservato presso l'Archivio Arcivescovile di Torino. Il manoscritto "*Status animarum de Monti di Provunda*" riporta per ogni borgata un elenco dettagliato delle famiglie indicando l'età, lo stato sociale e la presenza o meno in valle. Dall'analisi del documento si è venuti a conoscenza della presenza di 335 persone con un'età media di circa 25 anni; nella borgata di Provonda vi erano già 47 abitanti, con un'età media di 29,5 anni.

Nel corso del XIX secolo sono stati effettuati cinque censimenti della popolazione da parte dei primi due parroci di Provonda. I censimenti del 1845, '69 e '79 riportano esclusivamente il totale della popolazione presente; soltanto nel 1894, ben 159 anni dal primo censimento (1735), nel *Registro dei Censimenti* redatto dal Sac. M. C. Siccardi, viene indicato il dettaglio di ogni singola borgata.

Nei primi 60 anni del Novecento i sei censimenti redatti in parte dal Comune di Giaveno 1901, '51, '61 e in parte dai parroci di Provonda fino agli anni '30, riportano la popolazione suddivisa in borgate ponendo attenzione a quelle abitate esclusivamente nel periodo estivo.

I dodici censimenti storici analizzati ricoprono un arco temporale di circa 230 anni, registrando un massimo demografico a cavallo tra il XIX e il XX secolo, ed un minimo nel 1961, dovuto al rapido spopolamento della valle in seguito ai conflitti mondiali.

Seguono due tabelle in cui si indicano i censimenti analizzati in ordine crescente di anno e le borgate in ordine di altitudine, lasciando in primo piano la frazione di riferimento. Per le fonti analizzate sono state utilizzate delle abbreviazioni, in alcuni casi associate ai parroci che si sono succeduti a Provonda, autori degli scritti.

<i>Fonte</i>	<i>AAT</i>	<i>RSC Boriglione</i>	<i>RC Siccardi</i>	<i>RC Siccardi</i>	<i>RC Siccardi</i>	<i>RSC Siccardi</i>
Borgate \ anni	1735	1845	1869	1879	1894	1896
Provonda	47	-	-	-	61	63
Case Giuè	31	-	-	-	10	10
Case Galletto	-	-	-	-	26	28
Case Mador	-	-	-	-	9	9
Case Per	-	-	-	-	22	23
Madorera	23	-	-	-	34	34
Benna	-	-	-	-	23	25
Franza	39	-	-	-	81	81
Case Serre	9	-	-	-	-	-
Case Nanot	9	-	-	-	39	40
Giai	39	-	-	-	15	15
Merlera	24	-	-	-	50	51
Case Ceca	-	-	-	-	17	17
Volera	-	-	-	-	27	28
La Presa	-	-	-	-	42	42
Girella	20	-	-	-	49	52
Fusero	72	-	-	-	95	94
Budin	22	-	-	-	62	62
Tora	-	-	-	-	11	11
Abitanti totali	335	563	609	667	673	685

Tab. 1

Legenda:

AAT Archivio Arcivescovile di Torino

ASG Archivio Storico della città di Giaveno

RC Registro dei Conti

RSC Relazione sullo Stato delle Chiese

n. dato incerto

- dato mancante

e. permanenza durante la stagione estiva

<i>Fonte</i>	<i>ASG</i>	<i>RSC Frasca</i>	<i>RSC Frasca</i>	<i>RC Tabacco</i>	<i>ASG</i>	<i>ASG</i>
<i>Borgate \ anni</i>	<i>1901</i>	<i>1911</i>	<i>1918</i>	<i>1930</i>	<i>1951</i>	<i>1961</i>
Provonda	69	64	72	46	32	34
Case Giuè	13	e. 5	e. 5	-	-	-
Case Galletto	30	25	25	19	11	9
Case Mador	11	19	19	13	4	4
Case Per	21	24	24	12	10	11
Madorera	29	23	23	15	14	7
Benna	28	24	24	19	7	5
Franza	127	78	78	58	27	18
Case Serre	-	-	-	-	-	-
Case Nanot	46	52	52	33	21	15
Giai	20	22	22	-	22	15
Merlera	57	63	63	55	11	8
Case Ceca	21	10	10	8	2	2
Volera	29	24	24	19	5	5
La Presa	1	18	18	4	1	1
Girella	46	36	36	30	10	11
Fusero	89	92	92	51	35	27
Budin	53	64	64	38	19	9
Tora	-	e. 30	e. 30	-	-	-
Abitanti totali	690	638	646	420	231	181

Tab. 2

PARTE II
LA CONOSCENZA DEL MANUFATTO



3. LA CHIESA DI SAN MICHELE ARCANGELO DI PROVONDA

La principale emergenza architettonica nella Valle del Romarolo è la chiesa di Provonda, che fu parrocchia dal 1839 al 1988, anno in cui morì l'ultimo parroco e per scarsità di sacerdoti fu unita alla Collegiata di San Lorenzo di Giaveno. Gli alti costi di gestione del complesso ecclesiastico portarono nel 1994 a stipulare una convenzione di comodato d'uso con la Parrocchia di S. Alfonso di Torino, con l'impegno di ristrutturare e provvedere alla manutenzione ordinaria della casa parrocchiale e della cappellania.

Tuttora la chiesa viene utilizzata per la celebrazione di poche funzioni all'anno e durante il periodo estivo dagli scout o dai ragazzi della Parrocchia torinese, che soggiornano nella casa parrocchiale per i campi animatori.



Fig. 1
Il complesso ecclesiastico di Provonda.
Fonte: fotografia aerea scattata da M. Rosa Clot.

ORIGINE – 1840

La borgata di Provonda, la cui etimologia potrebbe derivare dal latino *prope undam* (vicino alle acque) per i vari rii e sorgenti d'acqua che la circondano, faceva anticamente parte della cappellania del Mollar dei Franchi, dove gli abitanti delle borgate limitrofe accorrevano nei giorni festivi per soddisfare i loro doveri religiosi e assistere alla S. Messa.

Le vicende storiche sull'origine della prima Chiesa di Provonda sono note oggi grazie ad un importante manoscritto¹ redatto a partire dal 1840 da Leone G. Boriglione² e dai suoi successori: nel 1753 gli abitanti della borgata, vista la grande distanza dalla Chiesa Parrocchiale di Giaveno, fecero ricorso all'Abate Gabriele Ignazio Bogino, allora Vicario Generale dell'Abbazia di San Michele della Chiusa, *'supplicandolo a permettere loro di costruire a proprie spese una Cappella campestre sotto l'invocazione di S. Michele Arcangelo [...], con l'obbligo di mantenervi un sacerdote cappellano per la celebrazione della S. Messa e per l'insegnamento del Catechismo ne' giorni festivi'*.³

Nel corso dello stesso anno furono stilati due atti pubblici firmati dal notaio Sclopis: il primo del 12 luglio riportava che un certo Francesco Viretto – Cèca cedette in dote alla Cappella da erigersi una casa per l'abitazione del cappellano pro tempore, un prato ed un castagneto; il secondo, del 23 settembre, riportava che un certo Francesco Moschietto Mea cedette un terreno di 3 tavole circa per la costruzione della stessa Cappella. In quest'ultimo strumento è noto anche che il suddetto Francesco Viretto – Cèca e Michele Dematteis, in seguito al rescritto favorevole dell'Abate Bogino dell'11 settembre, si obbligarono ad iniziare e portare a conclusione l'opera, interamente a loro spese. Un decreto del 12 ottobre sancì l'approvazione del Real Senato.

Terminati i lavori di costruzione della Cappella, la Collegiata di S. Lorenzo di Giaveno si occupò di incaricare un cappellano, per lo più residente sul luogo, o un Sacerdote provvisorio che vi si recasse nei giorni festivi per la celebrazione della S. Messa.

I documenti rinvenuti all'Archivio Parrocchiale della Collegiata di S. Lorenzo Martire di Giaveno, indicano una permanenza decennale di Don Luigi Alfano presso la Cappellania di S. Michele Arcangelo fino al 31 ottobre 1839. Per supplire all'onorario convenuto il Cappellano veniva pagato L. 440 annue dai particolari⁴ della borgata, somma ricavata dalla rendita dei boschi di proprietà,

¹ Archivio privato A.L.Bergeretti, Res memoria Dignae, diario scritto da R. D. Leone Boriglione, primo Parroco di detta Parrocchia e altri fatti e misure del suo Successore, Provonda, 1840.

² Leone Giacinto Boriglione (1808-1869), fu il primo parroco di Provonda.

³ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie istoriche di L. G. Boriglione in Res memoria Dignae, diario scritto da R. D. Leone Boriglione, primo Parroco di detta Parrocchia e altri fatti e misure del suo Successore, Provonda, 1840.

⁴ Abitanti di una borgata.

dalla metà del prodotto delle filature nei giorni festivi e in parte dalle elemosine⁵.

Alcuni anni prima dell'ampliamento della Cappella avvenuto nel 1797, il piccolo campanile, che "sorgeva da terra e poggiava dalla parte di ponente sul muro di facciata della stessa", crollò in rovina; l'allora Prevosto di S. Lorenzo Teol. Nicola, convocato a far visita all'accaduto dagli abitanti Provonda, "esternò essere suo avviso che si dovesse innalzare un campanile abbastanza alto e forte da poter servire per una parrocchia".⁶ Ottenuta l'approvazione degli abitanti scelse egli stesso il sito, adiacente alla casa della Cappellania e ben visibile da tutta valle, dove venne fondato nel 1815 sul disegno e nella forma che tutt'ora conserva.

Le diverse borgate di media e alta valle dipendenti dalla cappellania di Provonda registrarono un aumento della popolazione tra XVIII e XIX secolo e la notevole distanza dal capoluogo segnarono il destino dell'antica cappella campestre a divenire una parrocchia autonoma.

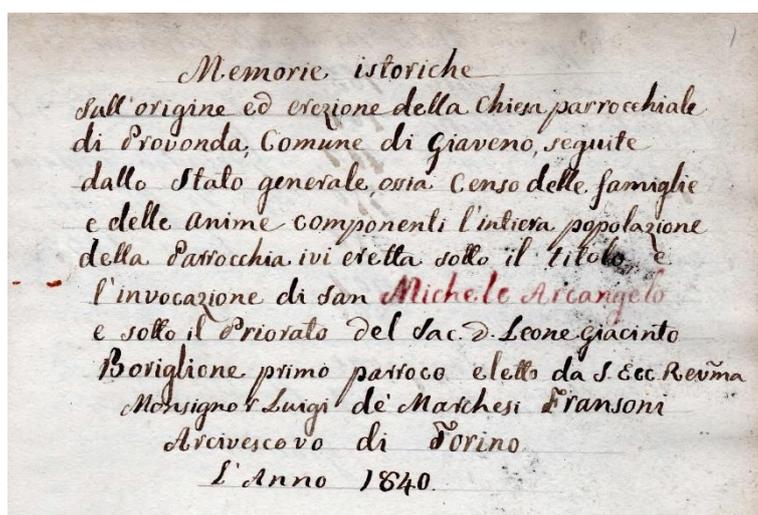


Fig. 2
Stralcio del manoscritto *Memorie istoriche*, in *Res memoria Dignae*, di L. G. Boriglione, 1840, Archivio privato A. L. Bergeretti.

Leone G. Boriglione racconta in modo dettagliato la nascita della nuova Parrocchia, fatti molto probabilmente tramandati oralmente dagli antichi borghigiani: fu negli anni '20 dell'800 che il giavenese Francesco Moschietto, nativo di Provonda e domestico da oltre 36 anni del Teol. Sebastiano Filippo Mo prevosto di Moretta, venuto a conoscenza dell'ingente capitale da destinare ad opere pie da quest'ultimo posseduto, suggerì di impiegarlo per l'erezione di una parrocchia a Provonda, una borgata sperduta sui monti di Giaveno. Il Teol. Mo, dopo essersi recato sul luogo ed aver riconosciuto la

⁵ Archivio Parrocchiale della Collegiata di S. Lorenzo Martire di Giaveno, Fascicolo Provonda, foglio 825, 01/01/1839.

⁶ Archivio privato A.L.Bergeretti, *Memorie istoriche* di L. G. Boriglione in *Res memoria Dignae*, op. cit., Provonda, 1840.

grande necessità di un supporto spirituale, si prodigò nel comunicare il prima possibile le sue intenzioni al Teol. Sodo, allora prevosto della Collegiata di S. Lorenzo, e all'Amministrazione Comunale.

Consenso ottenuto da quest'ultima nell'ordinato comunale del 14 settembre del 1824, nel quale il Teol. Mo espone al Sindaco F. Moda e al Consiglio il *“suo disegno di fondare, e dotare a proprie spese una Parrocchia nel Cantone di Provonda [...] sotto l'approvazione ed autorità del Rev.mo Mons. Arcivescovo, ed il suo vivo desiderio, che questa amministrazione esternasse in forma autentica il suo gradimento a quest'oggetto”*⁷.

Un Atto Capitolare del 15 settembre dello stesso anno sancì il consenso da parte dell'insigne Capitolo della Collegiata di S. Lorenzo.

Il 19 novembre del 1825 morì il fondatore Teol. S. F. Mo, dopo aver quasi concluso la costruzione della casa parrocchiale, iniziata nel mese di maggio del precedente anno; nel testamento del 26 luglio 1819 rogato Rochis, nominò Francesco Moschietto come erede universale di tutti i suoi averi con l'obbligo di eseguire le sue pie intenzioni e portare a compimento l'opera.

Terminati i lavori per la casa parrocchiale, iniziò la costruzione della Chiesa⁸ con l'aiuto degli abitanti del luogo, che prestarono la loro opera e fatica per le provviste e per il trasporto dei materiali.

Il 5 settembre 1829 morì anche il cofondatore Francesco Moschietto, il quale, con precedente testamento del 19 dicembre 1823 rogato Calcagno, nominò la futura Parrocchia erede universale, non solo dei beni ereditati dal prevosto di Moretta, ma anche dei propri suoi beni posseduti in Provonda. In seguito a ciò il 19 ottobre 1829 l'Arcivescovo di Torino Mons. Colombano Chiaverotti, con lettere autentiche, nominò esecutore testamentario di questa eredità Don Stefano Giorda, allora Canonico della Collegiata di Giaveno.

Dai diversi atti giudiziari e dei numerosi scritti che si conservavano nell'Archivio Parrocchiale, allora consultati da Don L. G. Boriglione, si viene a conoscenza dei lunghi travagli e contrasti che ha dovuto affrontare Don S. Giorda, tanto con i debitori quanto con lo stesso demanio per l'eccessiva tassa di successione fissatagli dall'Insinuatore di None; questi fatti rallentarono non poco i lavori d'erezione della Chiesa.

Passarono ben dieci anni dalla morte del cofondatore Moschietto, quando nel 1839 Don S. Giorda si adoperò a portare a compimento l'opera. Il 29

⁷ Archivio Storico della città di Giaveno, sezione II, faldone n. 296, libro 2, *Ordinati 1824 e 1825*, foglio n. 101.

⁸ Il Teologo F. Tabacco durante il suo discorso d'inaugurazione del nuovo Orologio del 28 settembre 1924 racconta: “Era il giugno del 1824, un secolo fa, e questo sito ove ora ci troviamo presentava un aspetto assai diverso: sul suolo roccioso e scosceso alti castagni giacevano abbattuti, da un lato si stava praticando un profondo scavo e poco discosto s'elevava un gran mucchio di pietre, da due mesi si erano con fervore iniziati i lavori di preparazione per la costruzione di questa Chiesa.” Archivio privato A.L. Bergeretti, Tabacco F., *Inaugurazione del nuovo orologio e della lapide ai caduti*, Provonda, 28/09/1924.

settembre, giorno della festa di S. Michele Arcangelo, cadente allora nel dì di domenica, venne celebrata una prima messa nell'Antica Cappella, trasportato il SS. Sacramento e cantata una seconda Messa nella nuova Chiesa, la quale venne benedetta alcuni giorni prima dallo stesso Canonico Giorda, accompagnato da alcuni Sacerdoti e Chierici.

Con una lettera⁹ del 28 novembre 1839 Don Arduino, Can. Prevosto della Collegiata di S. Lorenzo Martire, acconsenti allo smembramento di una parte della propria Parrocchia, riguardante le Cappelle di S. Michele Arcangelo in Provonda e della B. V. della Neve al Fusero¹⁰ con le rispettive doti, e alla successiva loro aggregazione alla nuova Parrocchia sui monti di Provonda.

Affinché la volontà dei testatori Teol. S. F. Mo e F. Moschietto avesse il pieno effetto, il 14 febbraio 1840 Monsignor de' Marchesi Frasoni, allora Arcivescovo di Torino, fece emanare dalla Curia Arcivescovile il Decreto d'erezione.

Al suddetto Mons. Frasoni spettava l'incarico di designazione del primo Parroco, si rivolse così al "*Sig. Teol. Renaldi Sac. Lorenzo, allora Canonico della Collegiata del Corpus Domini in Torino, candidato eletto fin da chierico dallo stesso fondatore a primo Parroco della futura Parrocchiale*", chiedendogli se fosse disposto ad accettare la nomina e riceverne l'investitura, "*ma esso ne fece formale rinunzia e il simile fecero dopo di lui li rispettivi Sacerdoti: Teol. Schioppo e Don Garola, allora Vicecurati della Collegiata di S. Lorenzo*".¹¹

Il 17 febbraio 1840 venne così conferito il Beneficio Parrocchiale di Provonda al Sac. Leone Giacinto Boriglione da Trana, domiciliato a quel tempo a Torino in qualità di maestro di latinità, il quale ne prese pieno possesso il 23 dello stesso mese¹².

⁹ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, Fascicolo Provonda, foglio 815.1, 28/11/1839.

¹⁰ I particolari della borgata Fusero, nell'estate 1819, fecero richiesta all'Arcivescovo di Torino per poter erigere una cappella dedicata alla Beata Vergine della Neve. Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, Fascicolo Provonda, foglio 814 A, 24/07/1819.

¹¹ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie storiche di L. G. Boriglione in *Res memoria Dignae, op. cit.*, Provonda, 1840.

¹² Il Sacerdote, in una lettera del 18 febbraio 1840, invita il Sindaco e l'Amministrazione comunale a prender parte alla cerimonia del suo possesso parrocchiale. Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.39, foglio 128, 18/02/1840.

L. G. BORIGLIONE (1840 – 1869)

La principale documentazione riguardante lo sviluppo storico della nuova Parrocchia di Provonda è costituita dalle numerose *Relazioni sullo stato delle chiese*¹³, fonti ricche di aspetti economici, strutturali e sociali, redatte dai diversi parroci a partire dal 1845 fino al 1935.

Leone G. Boriglione entrato in funzione nella sua qualità di primo parroco di Provonda, si adoperò nel far proseguire e portare a compimento alcune opere di maggior bisogno per la Chiesa e la Casa Parrocchiale.

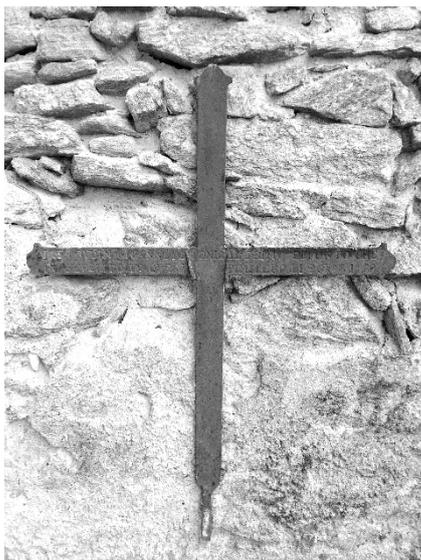


Fig. 3

Croce nel cimitero di Provonda, riporta la scritta: "il primo defunto che fu seppellito in questo cimitero li 26 Xbre 1840".

Fonte: fotografia scattata dagli autori.

In un sito poco distante dalla Chiesa, lungo la strada comunale che porta a Giaveno, gli eredi Giacone donarono alla Parrocchia un terreno, sul quale a partire dall'estate 1840 Don Boriglione diede inizio alla costruzione del cimitero, che benedisse e consacrò il 1° novembre dello stesso anno, su ordine e delegazione dell'Arcivescovo di Torino. Il cimitero di forma quadrangolare è circondato da mura in pietra e nel centro si innalza da un blocco monolitico la Santa Croce. I Sacerdoti non godevano di sepolture privilegiate, mentre era presente un luogo distinto, posto in un angolo, per i bambini di età inferiore ai 7 anni e per quelli non battezzati.

Nei primi anni '40 dell'800 la Chiesa Parrocchiale, orientata verso Sud-Est, si ergeva isolata poco sotto l'Antica Cappella di S. Michele e distante circa 15 metri dalla Casa Parrocchiale; si presentava con una pianta a croce latina semplificata con transetto appena accentuato. L'unica navata terminava nel presbiterio, posto ad una quota più elevata rispetto la stessa, da cui lo separava una balaustra, terminante in un coro semicircolare, il quale posto dietro l'altare maggiore aveva inizialmente la funzione di sacrestia.

Vi erano tre cappelle: una posta sulla sinistra entrando in Chiesa ospitante il Battistero; due situate all'interno dei bracci del transetto, con altari in pietra e dedicati a S. Giuseppe e alla Madonna. La Parrocchia era provvista delle suppellettili essenziali, quali due confessionali lignei, un pulpito posto circa a

¹³ Archivio Arcivescovile di Torino, sezione 8.2. Le Relazioni sullo stato delle chiese ebbero inizio nel 1749 sotto l'episcopato di Giovanni Battista Roero, il quale chiese ai parroci delle varie località di redigere una relazione sulla situazione complessiva della Parrocchia, comprendente aspetti pastorali ma anche economici e strutturali, incluso il clero presente sul territorio parrocchiale; e giunsero fino al 1936.

metà della navata, tra il Battistero e la cappella di S. Giuseppe; alcune panche ed un solo banco, spettante ad un certo benefattore Vittorio Moschietto.¹⁴

Compiuta l'opera del cimitero, Don Boriglione pose ogni sua premura per provvedere la Chiesa Parrocchiale di sacrestia e del piccolo corridoio che dà accesso alla stessa, praticando di conseguenza una nuova entrata, esclusiva per il sesso maschile, mediante la costruzione di una porta esterna, collocata a destra rispetto l'accesso principale. Adiacente alla Chiesa, con accesso dal piccolo corridoio, fece realizzare un camerino detto "stanza degli Archivi", in cui venivano conservate le scritture appartenenti alla Parrocchia, fino ad allora "custodite in uno scrittoio a scannello"¹⁵. Tali opere vennero ultimate nell'anno 1855.

Successivamente nel corso di due o tre anni fece edificare una manica di collegamento, che dal primo piano della casa parrocchiale immetteva nel corridoio di accesso della sacrestia. Questa si sviluppava principalmente sopra la strada che tendeva all'antica Cappella, garantendo un comodo passaggio al coperto, soprattutto per il periodo invernale, evitando così di percorrere all'esterno la ripida scala in pietra che portava al sagrato della Chiesa. Sul fondo di detto fabbricato, vicino alla porta di accesso al corridoio della sacrestia, fece aprire una piccola porta a Nord-Est verso l'esterno con annessa scaletta in pietra per raggiungere agevolmente le due cantine sottostanti la sacrestia.

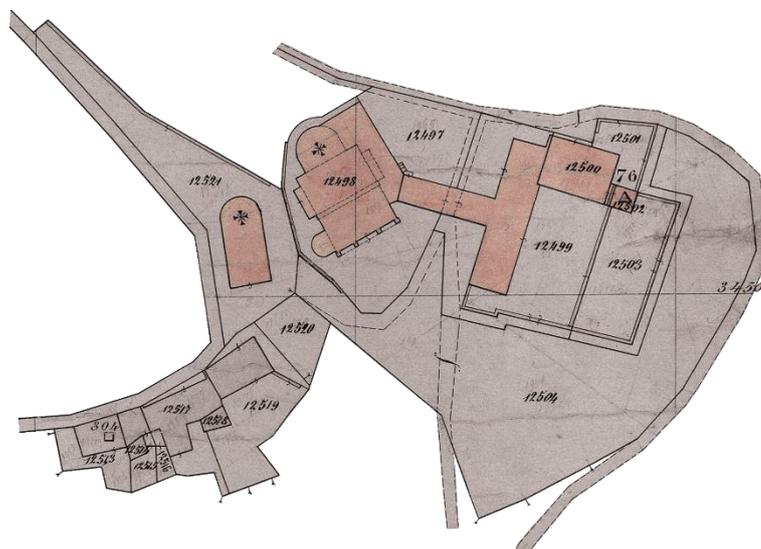


Fig. 4
Il complesso parrocchiale di Provonda nella seconda metà del XIX secolo. Elaborazione del Catasto Rabbini, 1858-70.

¹⁴ Archivio Arcivescovile di Torino, sezione 8.2.14, foglio n. 389, Relazione sullo stato delle chiese, capo I, par. I, L. G. Boriglione, Provonda, 1845.

¹⁵ Ibidem, capo II, par. I.

Il campanile era dotato di una sola campana benedetta di rubbi 14 (~ 129 kg)¹⁶, che si ruppe nel 1858; nel corso dello stesso anno ne vennero acquistate due una più piccola di 66 kg e una più grande di 168 kg, grazie al contributo di due benefattori e del sussidio municipale di L. 200.

L'anno seguente il Parroco scrisse un "*Regolamento sull'uso delle campane*"¹⁷ in sei articoli, nel quale viene designata la figura di un campanaro fisso con stipendio annuo di L. 10 per le Messe correnti, garantito dalle Compagnie Religiose della Parrocchia.

Nell'anno 1860 si acquistarono un'antica porta e bussola lignea, appartenute alla Parrocchia della Motta in Cumiana, le quali vennero adattate nel miglior modo possibile alla Chiesa Parrocchiale; poco dopo venne realizzato il frontone principale della tribuna per l'orchestra, di egual misura alla bussola sottostante. Negli stessi anni si dotò la chiesa di un nuovo pulpito ligneo, che venne collocato nell'angolo Nord – Est della navata, dove si trova tutt'ora.

La Parrocchia era costruita su un territorio di pertinenza di circa 10.800 m² e possedeva diversi boschi e castagneti nella Valle del Romarolo per un totale di circa 146.300 m²; nel territorio di Cumiana possedeva inoltre una cascina con prati, boschi e vigneti, per un totale di circa 198.000 m², acquisite dall'eredità Moschietto – Mo. Oltre ai possedimenti terrieri godeva di un capitale in denaro di L. 7.460,41, di cui L. 3.000 in beni e ricchezze possedute e L. 4.460,41 in crediti; il reddito netto annuo totale della parrocchia ammontava a L.1.157 circa.¹⁸

Anche l'antica Cappella di S. Michele Arcangelo aveva diverse proprietà terriere calcolate in circa 63.200 m², tra boschi e castagneti, donati da diversi benefattori; tra quest'ultimi emerge la figura di Anna Maria Dematteis, che nel 1822 cedette un castagneto con l'obbligo di celebrare tre Messe annue per 50 anni dopo la sua morte. Possiede inoltre un capitale di L. 350, ricavato dalla vendita di un orto ed una carbonaia nel 1844.¹⁹

I redditi provenienti da beni di proprietà della suddetta Cappella, venivano impiegati per il mantenimento di un cappellano, quando si poteva avere, e nella manutenzione della Casa della Cappellania. I beni delle cappelle di Provonda e Fusero erano amministrati dai massari²⁰ pro tempore, i quali venivano nominati ogni anno ed in presenza del parroco, con l'obbligo di riportare ai successori i conti della loro amministrazione.

Il Parroco viveva nella casa parrocchiale con la madre, una sorella e un domestico con la famiglia, che si occupava delle commissioni e faccende di

¹⁶ Ibidem, capo I, par.8.

¹⁷ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.40, foglio 31, 01/03/1859.

¹⁸ Archivio Arcivescovile di Torino, sezione 8.2.14, foglio n. 389, Relazione sullo stato delle chiese, capo I, par.2, L. G. Boriglione, Provonda, 1845.

¹⁹ Ibidem.

²⁰ Nome dato anticamente, a seconda delle zone, a tesoriere, esattori e amministratori delle pubbliche entrate, agli ufficiali preposti alla custodia delle merci nelle dogane o ai gestori degli aspetti economici che in qualsiasi modo coinvolgevano la parrocchia.

campagna. Lo stesso godeva dell'aiuto di un cappellano Vicecurato per l'amministrazione parrocchiale: Don Gioachino Lisa, il quale percepiva un sussidio annuo di L. 100 dall'Arcivescovo Fransoni, oltre che un discreto stipendio procurato dalla rendita dell'antica Cappellania.

Quest'ultima venne soppressa dalla Legge Governativa nell'agosto del 1867²¹ ed i pochi beni di proprietà vennero venduti all'asta pubblica. La liquidazione venne investita dal parroco ottenendo una rendita annua di L. 110, destinata al mantenimento del cappellano. Tale rendita scese nel corso degli anni, sino ad un valore di L. 59 nel 1926. L'unico bene stabile che non venne interessato dalla soppressione fu la casa della Cappellania, poiché unita al corpo della casa parrocchiale. In seguito, l'antica Cappella assunse la funzione di deposito mortuario delle salme in attesa della sepoltura e scuola di borgata.²²

La Messa veniva celebrata una volta al giorno nelle prime ore del mattino: le donne si disponevano principalmente a destra sulle panche di proprietà della parrocchia, mentre gli uomini prendevano posto sul lato sinistro della Chiesa.

Una curiosa lettera non datata, scritta dai parrocchiani di Provonda all'Arcivescovo di Torino, denunciava *“che in tale Parrocchia la Religione va ogni giorno sempre in maggiore decadenza, a motivo che il Sig. Parroco Boriglione non è nelle sue predicazioni, ed esortazioni capace di farsi intendere”*²³, cosicché la Chiesa era frequentata da poche persone anziane, la cui età impediva loro di recarsi a Giaveno.

Don L. G. Boriglione, dopo lunga malattia, morì il 18 giugno 1869.

²¹ D.lgs n. 3036 del 7 luglio 1866, Legge sulla soppressione delle corporazioni religiose e sull'asse ecclesiastico, L. n.3848 del 15 agosto 1867, Legge per la liquidazione dell'asse ecclesiastico, costituiscono il caposaldo della legislazione italiana in materia di soppressioni di enti ecclesiastici e di norme sul patrimonio ecclesiastico.

²² Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.20, foglio 387, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1872.

²³ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, Fascicolo Provonda, foglio 819, s.d.

M. C. SICCARDI (1869 – 1897)

Il Vicario Foraneo di Giaveno propose come successore di L. G. Boriglione il Sac. Marco Carlo Siccardi all'Arcivescovo di Torino Mons. Riccardi dei Conti di Netro, il quale lo nominò secondo parroco di Provonda il 15 settembre 1869.

M. Siccardi, nativo di Racconigi, risiedeva a Giaveno dal 1855 in qualità di Vicecurato della Collegiata di S. Lorenzo, poi Rettore del Seminario locale, carica che cedette al suo successore il 27 novembre 1869; il giorno seguente prese possesso della Parrocchia di Provonda.

Dal giorno della sua nomina si adoperò per far restaurare la casa parrocchiale: vennero scalciate totalmente le due sale al piano terreno, le due stanze al primo piano (soprastanti la cucina e la prima sala) e nuovamente arciate con l'impiego di oltre 300 kg di cemento, infine tappezzate con carta da parati. In seguito, nel 1870, vennero realizzate ed arciate le voltine nei due locali attigui alla stanza "detta della scuola" e si imbiancò la facciata della casa parrocchiale verso il cortile.²⁴

Nell'ottobre del 1871 i particolari di Provonda, con una lettera²⁵ al Sindaco di Giaveno, chiesero un sussidio per l'acquisto di un orologio da posizionarsi sul campanile, sino ad allora sprovvisto; il Consiglio Comunale del 5 novembre dello stesso anno accolse positivamente la richiesta, stanziando una somma di L. 100. Venuti poi a conoscenza della sostituzione dell'orologio di Giaveno,

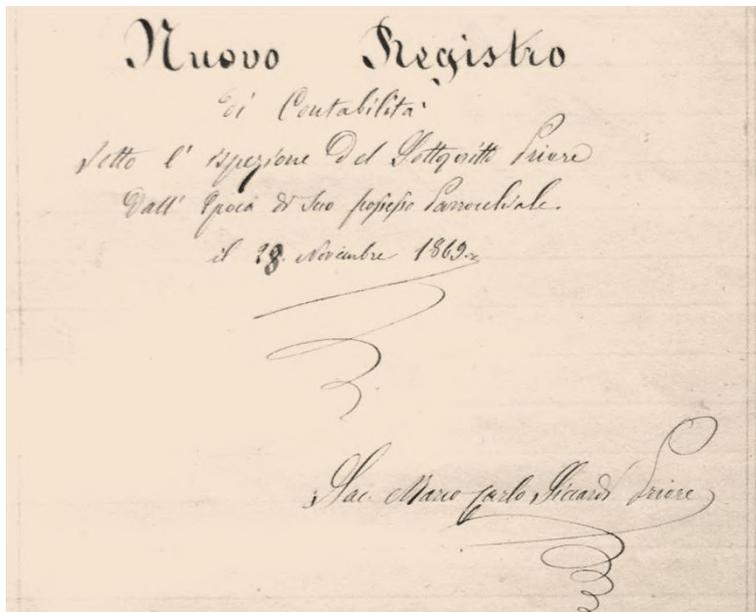


Fig. 5
Stralcio del Registro di Contabilità tenuto dal Sac. M. C. Siccardi, Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno.

²⁴ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie storiche di M. C. Siccardi in *Res memoria Dignae, op. cit.*, Provonda, 1840.

²⁵ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.40, foglio 124, 05/11/1871.

domandarono se quest'ultimo potesse essere loro ceduto, in modo tale da poter ottenere un miglior prezzo, nel momento in cui sarebbero entrati in trattativa con i F.lli Granaglia per l'acquisto di uno nuovo. Si iniziò a beneficiare dell'orologio dall'ottobre 1873, come trovasi scritto nel registro di contabilità²⁶ della parrocchia. Il regolatore dell'orologio veniva retribuito con L. 20 annue prelevate dai fondi della Chiesa, poiché l'allora Sindaco Candido Moda, rifiutò la richiesta di sussidio da parte del Priore Don Marco Siccardi, nella delibera del Consiglio Comunale²⁷ del 19 maggio 1878.

Nel 1895 il Parroco fece realizzare un ampio guardaroba nel corridoio di accesso alla Sacrestia, adatto per ritirare gli oggetti della Chiesa, tra cui le diverse S. Reliquie possedute.

Nella Relazione sullo Stato delle Chiese²⁸ scritta sul finire del 1896, le proprietà terriere della Parrocchia nella Valle del Romarolo erano di circa 163.500 m², che garantivano una rendita annua di L. 221. Inoltre, vi erano diverse Cartelle Nominative depositate in Curia, derivanti da lasciti e donazioni, con una rendita annua pari a L. 1.755. Oltre al reddito parrocchiale il Priore percepiva in denaro alcuni onorari parrocchiali per funzioni particolari, come battesimi, matrimoni e funerali.

Il Parroco viveva nella casa parrocchiale con una sorella e una persona di servizio; godeva inoltre dell'aiuto di un cappellano Don Giacomo Moretti, Diocesano di Mondovì, il quale percepiva uno stipendio annuo di L. 300, di cui L. 150 corrisposte dallo stesso parroco e altre L. 150 provviste dai parrocchiani che si servivano anche della piccola rendita dell'Antica Cappellania. Il suddetto cappellano se avesse svolto il compito di maestro della borgata avrebbe percepito ulteriori L. 300 annue. La gestione della Chiesa parrocchiale era garantita da un tesoriere e due massari, i quali venivano nominati dal parroco e restavano in carica per 3 anni.

In memoria della scarsa capacità “*di farsi intendere*”, causa il lessico troppo forbito di Don L. G. Boriglione, da allora, le Messe festive venivano celebrate in dialetto piemontese per una maggior comprensione dei parrocchiani.²⁹

Gran parte delle notizie sulla parrocchia sono a noi oggi note grazie alla meticolosità di Don M. Siccardi il quale riportò con precisione descrizioni dettagliate sullo sviluppo architettonico, sociale ed economico della stessa. Tenne importanti registri tra cui il memoriale di “*Contabilità Chiesa e Corpus Domini*”, oltre ad aver compiuto tre importanti censimenti della popolazione della media ed alta Valle nella seconda metà del XIX secolo.

Morì il 1° agosto del 1897 e venne seppellito in una tomba ad honorem nel cimitero di Provonda.

²⁶ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita, anno 1873* di M. C. Siccardi in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

²⁷ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione II, faldone n.40, foglio 150, 19/05/1878.

²⁸ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.25, foglio 33, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1896.

²⁹ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.20, foglio 387, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1872.

E. FRASCA (1897 – 1918)

Negli ultimi mesi di vita di Don M. Siccardi, la Parrocchia di Provonda fu tenuta dal Sac. Enrico Frasca, nativo di Grosso Canavese, insegnante già da dieci anni al Seminario Arcivescovile di Giaveno.³⁰

Il 16 agosto del 1897 l'Arcidiocesi di Torino, con decreto del Vicario Capitolare, nominò il Teol. E. Frasca ad Economo Spirituale della Parrocchia di Provonda. Il mese successivo, la suddetta nomina ricevette il Regio Placet da parte della Regia Procura Generale, presso la Corte d'Appello di Torino. Venne poi nominato Titolare della stessa Parrocchia sul finire di gennaio dell'anno seguente.³¹

Considerando la notevole distanza che separava le diverse borgate dalla Chiesa Parrocchiale, impedendo ai fedeli di assistere all'unica Messa festiva, il Priore si rivolse al Regio Economato con la richiesta di poter ricevere un assegno annuo per la celebrazione di una seconda Messa. Concessione ottenuta dalla fondazione della parrocchia sino al 1881, epoca in cui decadde a causa della scarsità di Sacerdoti.³²

Una lettera³³ del 15 maggio 1897 scritta da Don E. Frasca al Sindaco di Giaveno, riportava la richiesta di un sussidio economico di L. 400 da impiegarsi per “riparazioni in parte necessarie ed in parte urgenti da farsi alla Casa Parrocchiale di Provonda”, in seguito alla relazione fatta dal perito Geom. Lorenzo Piana di Giaveno. Il Comune non poteva stanziare nel bilancio dell'anno corrente somme relative alla manutenzione di canoniche, perciò consigliò di rivolgersi al Regio Economato, unico ente in grado di elargire un simile sussidio. Non vi è alcun documento che attesti se tale somma sia stata corrisposta o meno, ma i lavori di manutenzione alla Casa parrocchiale vennero eseguiti tra il 1909 e il 1911, con la realizzazione inoltre del terrazzo verso il cortile. Negli stessi anni il Parroco a sue spese dotò la Chiesa di nuovi altari in marmo, diverse statue lignee e rinnovò il pavimento del presbiterio. Adiacente a quest'ultimo, sul lato opposto alla sacrestia, fece realizzare un'ampia stanza voltata, con accesso anche dall'esterno, che assunse la funzione di nuovo coro.³⁴

Don E. Frasca viveva nella casa parrocchiale con una persona di servizio e con un Vicecurato, il Sac. Cesare Favro, del quale non aveva alcun obbligo, ma assoluta necessità di tenerlo per la gestione della parrocchia e la celebrazione delle S. Messe soprattutto nella Cappella del Fusero.

³⁰ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.36, foglio 78, Relazione sullo stato delle chiese, E. Frasca, 1911.

³¹ Archivio Storico della città di Giaveno, Faldone n.1182, fascicolo 1, 1897 – 1898.

³² Ibidem, 1902 – 1903.

³³ Ibidem, 15/05/1897.

³⁴ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita* di E. Frasca in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

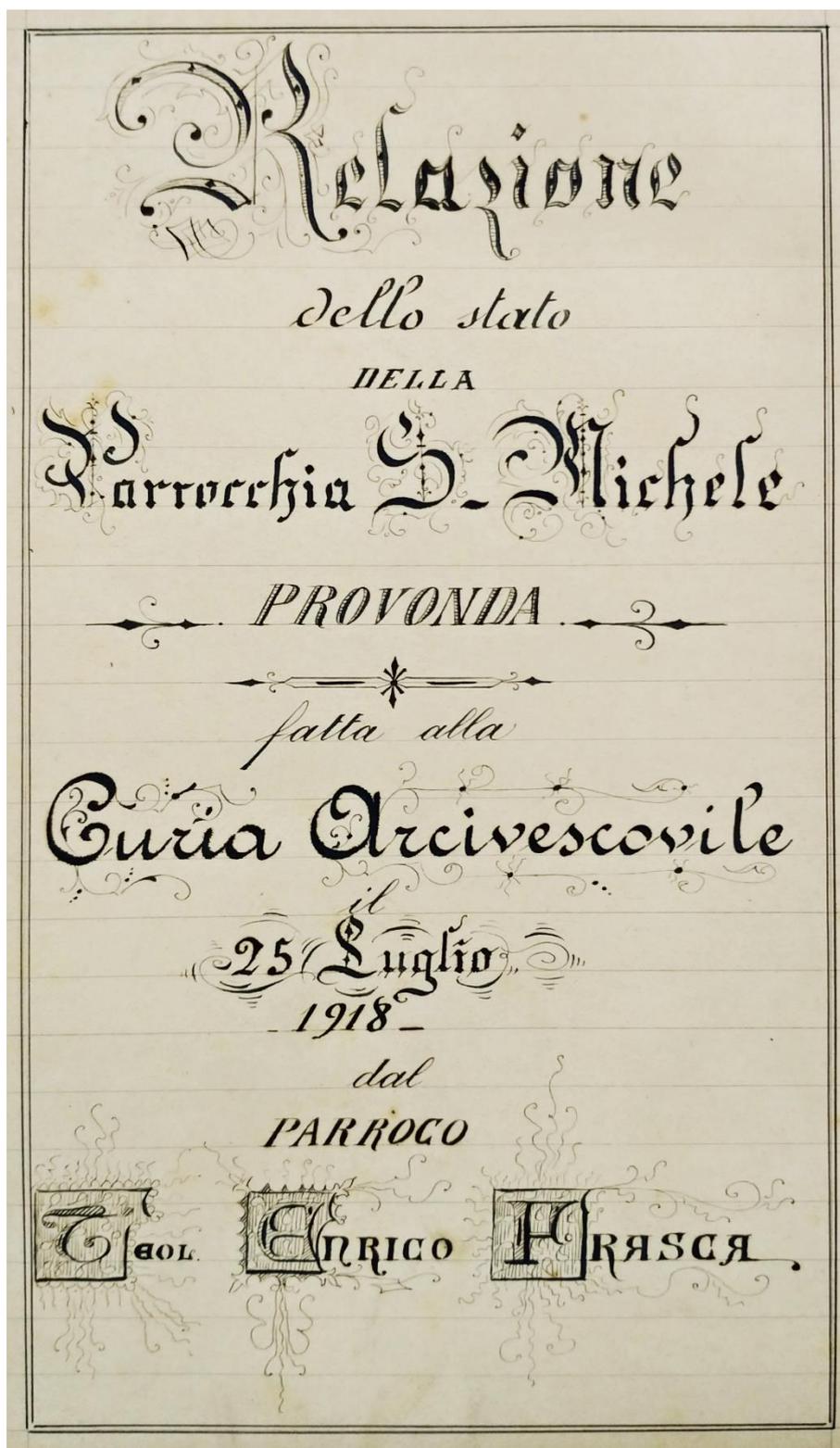


Fig. 6
Copertina della Relazione sullo Stato delle chiese scritta dal Sac. E. Frasca, 1918, Archivio Arcivescovile di Torino.

Nel 1911 il reddito netto annuo percepito dal Parroco ammontava a L. 477,98, questo triplicò nel giro di sette anni sino ad arrivare a L. 1.640,80; ciò fu dovuto soprattutto alla mancanza del Vicecurato che rimase a Provonda fino alla Prima Guerra Mondiale, gravando sul passivo del bilancio parrocchiale per L. 900 tra stipendio, vitto e alloggio.³⁵

La Parrocchia continuava ad avere le stesse proprietà terriere nella Valle, le quali garantivano una rendita annua di L.216, anche le cartelle Nominative depositate in Curia non subirono variazioni, seppur diminuì la rendita annua da L.1755 a L. 1353,50. Il parroco percepiva ancora onorari per la celebrazione di battesimi, matrimoni e funerali oltre ad un annuo affitto di L.40 dal Comune, per l'utilizzo di una parte dell'antica Cappella di San. Michele adibita ad uso scolastico.

Nel ventennio del possesso Parrocchiale a Provonda approfondì i suoi studi letterari, filosofici e scientifici, e conseguì la laurea in Teologia a Roma. Ospitò figure illustri come l'Arcivescovo di Torino il Card. Agostino Richelmy³⁶ nell'agosto del 1902, il quale successivamente lo nominò Vicario Parrocchiale e Foraneo di Lanzo Torinese il 9 luglio 1918.

³⁵ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.47bis, foglio 72, Relazione sullo stato delle chiese, E. Frasca, 1918.

³⁶ Nel presbiterio una targa in marmo ricorda il soggiorno del Card. A. Richelmy.

F. TABACCO (1918 – 1938)

Il Teol. Francesco Tabacco, nativo di Torino, dopo esser stato per circa vent'anni Vicecurato nel Seminario di Giaveno, l'11 dicembre 1918 venne trasferito a Provonda con il titolo di Economo Spirituale. Il 4 maggio dell'anno seguente prese possesso della Parrocchia, in seguito alla nomina ottenuta dall'Arcivescovo Card. A. Richelmy.

Una lettera³⁷ del 21 gennaio 1920 scritta dal Parroco di Provonda al Comune, denunciava come il tetto della Chiesa e della Canonica, in critiche condizioni perché danneggiato dal terremoto³⁸ del 1914, sia stato ulteriormente compromesso dal vento; necessitava quindi di urgenti interventi di manutenzione straordinaria per salvaguardare la decorazione interna e la sua stabilità.

Il Comune, ottenuta la dichiarazione del Regio Subeconomo che la Parrocchia non aveva mezzi sufficienti per affrontare le spese ed in seguito la perizia³⁹, che preventivava una somma di L. 900 per le riparazioni necessarie, accolse la domanda del Parroco, stanziando la suddetta somma da corrispondersi a lavori finiti e collaudati. Alcuni anni dopo occorsero riparazioni anche all'alzata del frontone della Chiesa, avendo già ricevuto un cospicuo contributo municipale per altri interventi, il curato se ne prese carico provvedendo grazie all'aiuto delle elemosine.

Il 28 settembre 1924, vigilia della festa patronale di S. Michele Arcangelo, ricorrendo il centenario dell'inizio dei lavori per l'erezione della Chiesa Parrocchiale, il Teol. Tabacco celebrò una messa solenne in onore all'inaugurazione del nuovo orologio meccanico del campanile e della lapide ai 17 caduti di guerra.⁴⁰ Il costo dell'opera ammontava a circa L. 4.500, di cui L. 3.440 per l'acquisto dell'orologio dalla ditta F.lli Miroglio di Torino⁴¹, L. 600 per la lapide e le restanti per il trasporto e la messa in opera. La suddetta somma si raggiunse principalmente grazie a tre collette⁴² dei borghigiani a partire dal 1919, oltre ad un contributo comunale e ad una cospicua offerta del Cav. Mariani dei Cotonifici Sub alpini.

Il Priore, nel corso del suo possesso, si occupò di provvedere la facciata della Chiesa di un rosone ovale in vetro pitturato a fuoco rappresentante S. Michele Arcangelo⁴³ e di sistemare il terreno adiacente la Casa Parrocchiale, impiantando un vigneto e alberi da frutto.

³⁷ Archivio Storico della città di Giaveno, Faldone n.1182, fascicolo 1, 21/01/1920.

³⁸ Parte II, § 4.1 Storia sismica locale.

³⁹ Archivio Storico della città di Giaveno, Faldone n.1182, fascicolo 1, 23/04/1920.

⁴⁰ Archivio privato A.L.Bergeretti, Tabacco F., *Inaugurazione del nuovo orologio e della lapide ai caduti*, Provonda, 28/09/1924.

⁴¹ Archivio privato A.L.Bergeretti, Fattura di pagamento Fratelli Miroglio, Provonda, 11/12/1924.

⁴² Archivio privato A.L.Bergeretti, Collette per l'acquisto dell'orologio, Provonda, 1919 – 27/04 e 23/11 del 1924.

⁴³ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita, anno 1928* di F. Tabacco in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

I beni stabili⁴⁴ della parrocchia rimasero pressoché invariati, garantendo un reddito annuo di circa L. 500; allo stesso modo le cartelle depositate in Curia con un capitale nominale complessivo di L. 36.100, maturavano un reddito annuo di L. 1.263,50. Il Parroco, oltre agli incerti di stola, percepiva dal Comune L. 300 annue per l'affitto di una parte dell'antica Cappella ad uso scolastico.⁴⁵

Il 15 luglio del 1938, il beneficio parrocchiale di Provonda si rese vacante in seguito alla formale rinuncia del Teol. Tabacco, il quale nel giugno precedente prese l'istituzione canonica della Parrocchia di S. Egidio in Moncalieri.



Fig. 7
Stralcio del preventivo per il nuovo orologio di Provonda, 23 settembre 1924, Archivio privato A. L. Bergeretti.

⁴⁴ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.39, foglio 314, Relazione sullo stato delle chiese, F. Tabacco, 1926.

⁴⁵ Archivio Storico della città di Giaveno, Faldone n.1280, fascicolo 3, 21/11/1927.

A. AUDERO (1938 – 1988)

Il Card. M. Fossati Arcivescovo di Torino, con lo stesso Atto Verbale⁴⁶ di riconsegna delle temporalità del 15 luglio 1938, nominò come nuovo Parroco di Provonda il Sac. Don Antonio Audero, nativo di Villafranca Piemonte, il quale ne prese solenne possesso il 21 agosto dello stesso anno.

Nei primi anni a Provonda Don Audero si prodigò molto per migliorare l'aspetto interno della Chiesa, provvedendo nuovi banchi lignei e il tabernacolo dell'altare maggiore; iniziò a curare il *Bollettino Parrocchiale*, unica testimonianza di vita sociale e religiosa della valle. Inoltre, adattò la vecchia scuola, situata tra i prati della borgata Merlera, in Cappella dedicata alla Madonna delle Lacrime di Siracusa.⁴⁷

Uno scambio di lettere⁴⁸ tra il Priore e il Comune nell'estate del 1941 ebbe come oggetto il rinnovo quasi totale delle lose del tetto della Chiesa Parrocchiale. La perizia eseguita dall'Ufficio Tecnico Comunale, a seguito della richiesta di sussidio, determinò un preventivo di spesa pari a L. 4.560. A fronte di tale somma, data l'impossibilità di contributo da parte dei parrocchiani, il curato si assunse l'onere di far eseguire tale intervento a proprie spese, mediante un modesto contributo di L. 1.500 stanziato sul bilancio dell'anno corrente dal Commissario Prefettizio comunale.

Il 1° maggio 1949 pose una lapide sul lato destro della facciata della Chiesa, in memoria delle venti vittime di guerra di Provonda.

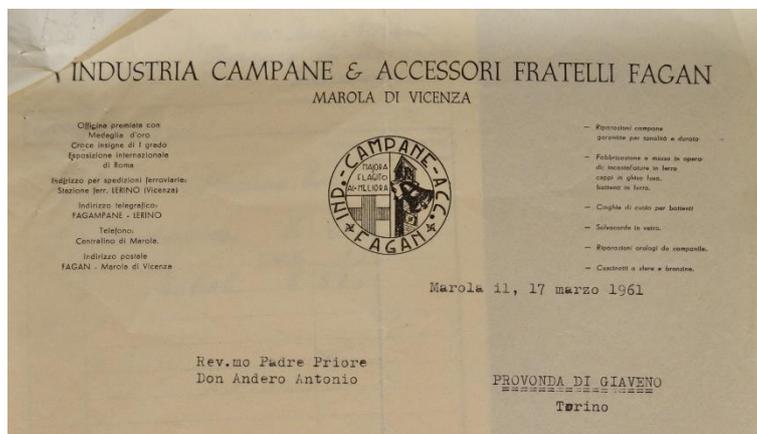


Fig. 8

Stralcio della ricevuta per la riparazione della campana maggiore, 18 marzo 1961, Archivio Storico della città di Giaveno.

⁴⁶ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, Fascicolo Provonda, foglio 826.2.1, 22/06/1939.

⁴⁷ Bergeretti A. L., *Provonda e la Valle del Romarolo*, G. Alzani, Pinerolo, 1966, p. 11.

⁴⁸ Archivio Storico della città di Giaveno, Faldone n.1182, fascicolo 1, 01/07/1941.

Nella seconda metà degli '50, si rese necessario riparare e sostituire le gronde in lamiera zincata della Chiesa e della Casa Parrocchiale⁴⁹, per un costo complessivo di oltre L. 42.500; pochi anni dopo, nella primavera del 1961, il Priore si rivolse al Sindaco al fine di ottenere un contributo per le spese di riparazione della campana, su cui batteva le ore l'orologio del campanile. Il Consiglio Comunale, presa visione della fattura⁵⁰ dell'Industria Campane ed Accessori dei F.lli Sagan di Vicenza ammontante a circa L. 27.800, deliberò di concedere la somma di L. 20.000.

La gradinata d'accesso al piazzale della Chiesa Parrocchiale e all'antica Cappella di S. Michele, costituita da gradoni in acciottolato, era impraticabile e pericolante essendo sorretta da un vecchio muro in pietra a secco. Il 12 settembre 1963 l'Ufficio Tecnico comunale, dopo aver eseguito un sopralluogo in sito, stilò un preventivo di spesa di L. 600.000, per l'esecuzione dei lavori. L'incarico venne affidato all'artigiano edile Ughetto Felice, che con un importo di L. 521.000 saldato interamente dal Comune, realizzò la gradinata in calcestruzzo e dotò di ringhiera metallica il muro del piazzale antistante la Chiesa.⁵¹

Sempre nell'anno 1963, in ricorrenza del 25° anniversario dell'ingresso parrocchiale di Don A. Audero, i parrocchiani raccolsero una somma di L. 238.000, che venne destinata alla realizzazione dell'impianto d'illuminazione della Chiesa, della casa parrocchiale e della Cappella del Fusero.⁵²

Il 7 gennaio 1962 i borghigiani costituirono il *Consorzio Elettrico della Frazione Provonda* ed elessero il Consiglio d'Amministrazione e il Collegio dei Sindaci, di cui prendeva parte anche il Can. A. Audero. L'opera venne ultimata nel dicembre del '65, portando così la corrente elettrica in tutte le borgate della Valle.⁵³

Nei primi trent'anni del suo possesso parrocchiale tutte le domeniche celebrava tre messe: iniziava alle ore 7 a Provonda, poi saliva al Fusero per la seconda funzione delle ore 10 e passando dalla Tora e Budin, scendeva alla Merlera per l'ultima messa delle ore 13.

Una lettera del 14 febbraio 1941 scritta dalla Curia Arcivescovile di Torino a Don A. Audero faceva chiarimento sulle *fondazioni Siccardi*⁵⁴ il cui capitale complessivo di L. 4.500 garantiva un reddito annuo di L. 157,50 da impiegarsi per la celebrazione di 10 messe in onore della famiglia Siccardi.

⁴⁹ Ibidem, 26/12/1956.

⁵⁰ Ibidem, 17 – 18/03/1961.

⁵¹ Ibidem, 09/1963 – 01/1964.

⁵² Bergeretti A. L., *Provonda e la Valle del Romarolo*, G. Alzani, Pinerolo, 1966, p. 11.

⁵³ Parte I, § 2.2. Il Consorzio Elettrico.

⁵⁴ Il primo lascito avvenuto nell'estate del 1897 in seguito alla morte del Priore ammontava a L. 1.000 e il reddito maturato doveva essere impiegato in parte per i poveri della parrocchia ed in parte alla celebrazione di 8 messe. A questo primo deposito fecero seguito due aumenti di L. 500 rispettivamente ad opera della sorella Angela Siccardi nel 1922 e del Teol. Tabacco nel dicembre del 1925 per un totale di L. 2.000 con reddito di L. 70. Un secondo deposito per la celebrazione di 3 messe lette eseguito in parte dal priore Siccardi ed in parte dalla sorella ammontava a L. 3.500 con un reddito di L. 122,50. Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 19.68, Carte sparse, 1926 – 1941.

Dal '72 al '77 soggiornarono a Provonda due monaci benedettini provenienti dall'Abbazia di San Paolo fuori le Mura a Roma, dove vissero all'insegna della semplicità e umiltà le regole di vita monastica di S. Benedetto.

Don A. Audero visse nella casa parrocchiale con la mamma e una sorella fino al 1970, quando dei problemi di salute lo costrinsero a trasferirsi nel Seminario di Giaveno, nel 1987 fu ospitato dai famigliari a Villafranca Piemonte, ma tutte le domeniche da Pasqua ai Santi ritornava a Provonda per celebrare la S. Messa. Il 29 settembre 1988 celebrò una messa solenne in onore della festa di S. Michele Arcangelo, ricordando anche i suoi 50 anni di ministero come parroco di Provonda.

Morì a 91 anni il 23 ottobre 1988 e venne seppellito in una tomba ad honorem nel cimitero di Provonda.



4. IL RILIEVO

Il rilievo è uno strumento fondamentale per la conoscenza dell'edificio, esso rappresenta il modello grafico esplicativo della realtà costruita ed è fortemente influenzato dalle tecniche di analisi e rilevamento adottate, permette di descrivere la geometria, indagarne le caratteristiche costruttive ed individuarne – attraverso una stretta correlazione con la ricerca storica – le fasi evolutive.

Inserendosi all'interno di un percorso di conoscenza multidisciplinare, il rilievo costituisce – nella pluralità degli esiti che esso consente: dalla conoscenza della qualità muraria degli elementi strutturali e dell'efficacia delle connessioni, alla conoscenza dei fenomeni di degrado e dissesto, uno strumento imprescindibile per orientare efficacemente la progettazione degli interventi di conservazione e restauro.

PREMESSA

Per documentare la complessa geometria dell'edificio, al fine di creare un archivio per lo studio e la conservazione, è stato necessario raccogliere numerose informazioni utilizzando varie tecniche di rilievo in grado di produrre un modello, da quelle tradizionali fino a quelle fotogrammetriche e laser scanner.

Un'accurata restituzione del rilievo, il più possibile attinente all'originale (originale inteso come stato di conservazione in cui si trova il bene al momento del rilievo), ha permesso di capire quali siano gli elementi costitutivi dell'opera, indagarli e preservarli.¹

Per semplicità di trattazione le diverse tecniche di rilievo utilizzate sono state descritte singolarmente, ma si presentano strettamente correlate tra di loro.

Nell'utilizzo della strumentazione specifica è stato fondamentale il supporto di professionisti, senza i quali non sarebbe stato possibile ottenere un modello completo dell'intero complesso.

In *Appendice II* sono riportati calcoli e schemi esplicativi relativi alle varie tecniche adottate. Frutto dell'unione di quest'ultime sono gli elaborati grafici di rilievo eseguiti in scala di restituzione 1:50, riportati in *Appendice Tavole*.

¹ Fregonese L., Taffureli L., Fassi F., *Processi di Analisi della Forma: superfici digitali a confronto nel processo della conservazione*, in *Archeomatica*, n°1 marzo 2010.

4.1 RILIEVO DELL'INTERNO

4.1.1 TECNOLOGIA TLS

La definizione della geometria interna della chiesa di S. Michele Arcangelo è stata effettuata mediante tecnologia TLS (Terrestrial Laser Scanning).

Il laser scanner è uno strumento topografico che permette di acquisire una grande quantità di coordinate spaziali in breve tempo. L'approccio di rilevamento risulta così semplificato, riducendo la possibilità di errori o dimenticanze durante l'acquisizione di elementi architettonici complessi.

Lo strumento utilizzato è stato il Faro Focus 3D S120, panorama scanner² a scansione statica³. È un laser che misura con precisione millimetrica la distanza attraverso il cambiamento di fase tra il raggio inviato e quello ricevuto: si tratta di uno strumento molto veloce, che può acquisire sino a 976.000 punti al secondo con un angolo di ripresa di 360° sull'asse orizzontale e 300° sull'asse verticale, ed una portata che ben si presta alle esigenze di tipo architettonico. Lo scanner è dotato inoltre di fotocamera a colori integrata da 70 Mpx, in grado di ottenere immagini dell'oggetto, ricavando così il valore cromatico (RGB) dei punti acquisiti.

Le operazioni di rilevamento sono state eseguite durante le ore notturne per avere una migliore uniformità del dato acquisito, poiché il contrasto luminoso dovuto all'incidenza della radiazione solare sulle finiture interne



Fig. 1
Faro Focus 3D S120



Fig. 2
Interno della chiesa di S. Michele Arcangelo, durante le operazioni di rilevamento notturno.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

² I Panorama scanner hanno un campo visivo quasi sferico, limitato unicamente dalla base dello strumento. La quasi totale copertura del campo visivo fa sì che questo tipo di strumento si presti molto bene alla scansione di interni di edifici.

³ Lo scanner è mantenuto in una posizione fissa durante l'acquisizione dei dati, ciò garantisce un'elevata precisione ed una relativamente alta densità di punti.

avrebbe causato interferenza con il raggio laser generando vuoti di informazione. La sorgente luminosa utilizzata, per ottenere una luce diffusa ed omogenea a 360°, è stata un pallone illuminante gonfiabile fissato su treppiede con asta telescopica regolabile.

La sessione di acquisizione ha interessato il corpo principale della chiesa costituito dalla navata e le annesse cappelle laterali, dal presbiterio e dalle due stanze ad esso adiacenti. Data la disposizione planimetrica sono state acquisite complessivamente 20 scansioni, ponendo attenzione dove possibile ad eliminare eventuali zone d'ombra. La risoluzione⁴ è stata impostata secondo gli ambienti scansionati a:

$\frac{1}{4}$ - 6.14 mm ad una distanza di 10 m per il corpo principale;

$\frac{1}{5}$ - 7.67 mm ad una distanza di 10 m per le cappelle laterali;

$\frac{1}{8}$ - 12.27 mm ad una distanza di 10 m per la sacrestia e la stanza ad Ovest.

Al termine di ogni scansione lo strumento ha scattato automaticamente una sequenza di fotografie, tale da ricoprire interamente l'area scansionata, aggiungendo un profilo cromatico alla nuvola di punti, ad eccezione delle scansioni con risoluzione a $\frac{1}{8}$.

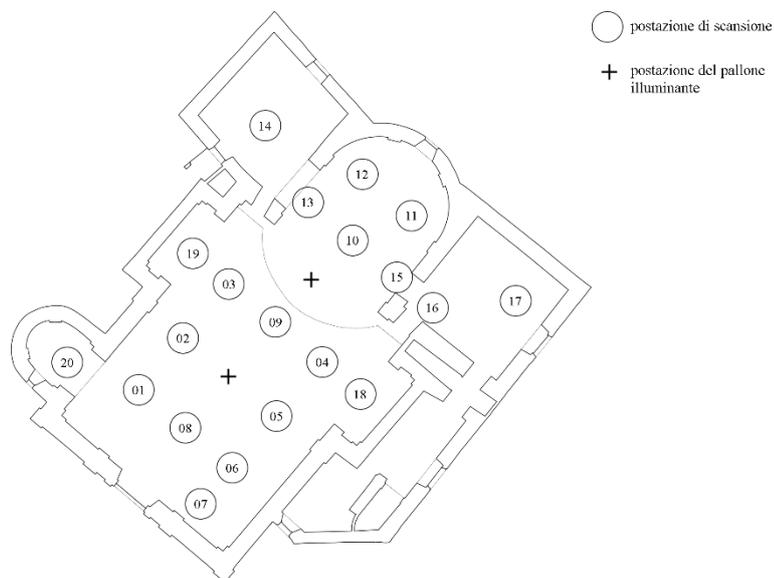


Fig. 3
Schema delle posizioni di scansione

⁴ Il termine risoluzione indica lo spazio che intercorre tra un punto misurato e quelli adiacenti che è in funzione della scelta dell'operatore e della distanza di acquisizione; esprime la densità della nuvola di punti.

Il punto di partenza per il processo di restituzione grafica bidimensionale è stato l'acquisizione delle nuvole di punti, cioè dei punti dello spazio appartenenti alle superfici architettoniche. Il file contenente le informazioni ottenute dal dispositivo di rilevazione ha visto l'ottimizzazione attraverso la pulizia manuale delle zone inutili e l'unione delle singole scansioni (range scan⁵) in un'unica nuvola di punti.⁶

Per l'interpolazione tra le scansioni ci si è avvalsi dei soli punti noti della geometria interna, facilmente riconoscibili dal software, senza l'ausilio di entità geometriche di allineamento.

In seguito, la nuvola di punti è stata esportata in formato .txt, per essere elaborata su Autodesk ReCap e a sua volta importata nel software AutoCAD, realizzando dei piani di sezione utili alla restituzione grafica. È stata eseguita una sezione orizzontale ad una quota di 1.50 m dal piano di calpestio della navata, una lungo l'asse principale della chiesa e tre sezioni trasversali significative per la restituzione del rilievo interno ad una scala di rappresentazione 1:50.

È stato necessario integrare il rilievo effettuato con tecnologia TLS con il rilievo diretto in loco delle parti che presentano un elevato grado di dettaglio. Con il supporto di eidotipi puntuali e l'ausilio di un metro da muratore sono stati rilevati i capitelli dell'ordine architettonico, le numerose modanature marmoree degli altari e gli elementi lignei, quali la bussola d'accesso, la tribuna, il pulpito, le sedute del coro e l'armadio ottagonale della fonte battesimale.

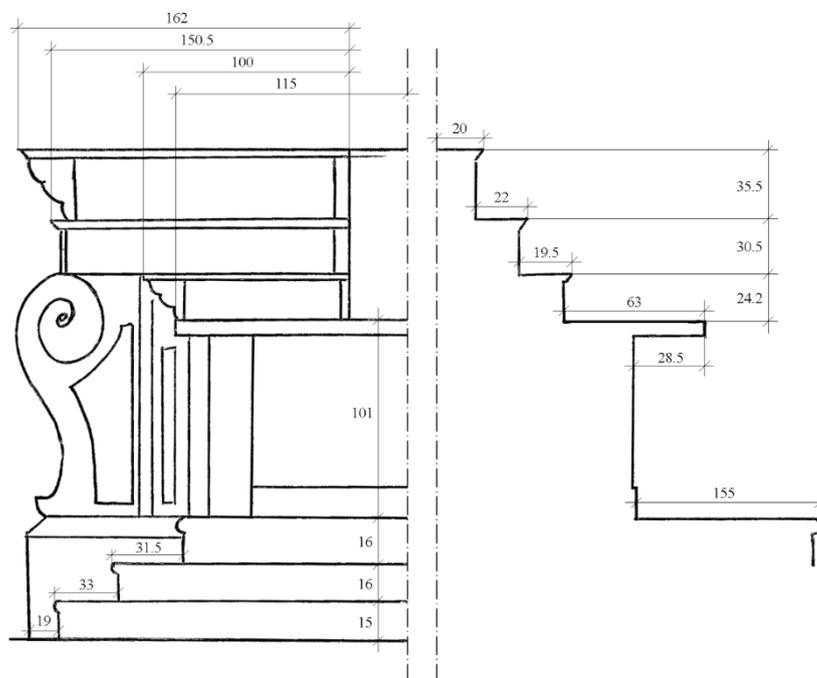


Fig. 4
Stralcio di eidotipo eseguito in campo, prospetto e sezione dell'altare maggiore. Misure in cm.

⁵ Con range scan si intende una nuvola di punti acquisita da una singola posizione di scansione.

⁶ Fregonese L., Taffureli L., Fassi F., *op. cit.*

4.1.2 RILIEVO DIRETTO

IL COMPLESSO PARROCCHIALE

Il complesso ecclesiastico è costituito da tre corpi principali: la casa della cappellania, la casa parrocchiale e la manica di collegamento. Gli ambienti presentano una geometria articolata, con muri irregolari e altezze di interpiano differenti; il collegamento tra gli stessi è garantito da due vani scala interni.

Per la rilevazione dei locali, data l'impossibilità di utilizzare la tecnologia TLS, è stata utilizzata la metodologia di rilievo diretto.

Il problema principale è stato la definizione di un orientamento interno come esigenza di riferire le misure ad un allineamento indipendente dalle linee delle pareti, che spesso sono risultate non idonee per l'appoggio.⁷ Data l'impossibilità di materializzare a terra un allineamento indipendente per effettuare trilaterazioni da basi misurate nelle varie stanze, causa i numerosi dislivelli e locali non sgombri da arredi, si è deciso di utilizzare come "appoggio" il rilievo esterno fotogrammetrico.

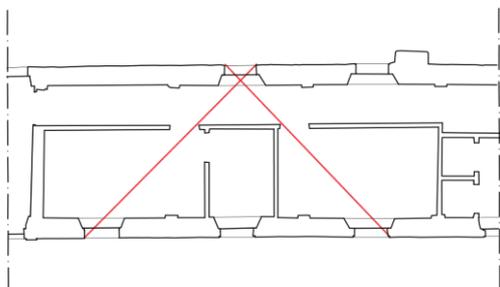


Fig. 6
Stralcio planimetrico della manica di collegamento, trilaterazione tra aperture comunicanti.

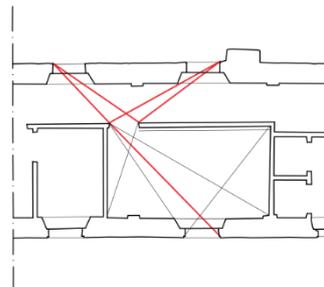


Fig. 5
Stralcio planimetrico della manica di collegamento, trilaterazione per la definizione di punti interni.

La fotogrammetria ha permesso di ottenere una nuvola densa di punti georeferenziata dell'intero complesso, ciò ha reso noti i profili esterni delle aperture, che sono stati utilizzati come basi misurate per il rilievo dei rispettivi locali interni. Da tali punti noti, mediante trilaterazioni, si sono definiti dei punti interni fissi utilizzati come appoggio per la ricostruzione della geometria. Questo metodo è stato relativamente semplice adottarlo nei corpi con sviluppo in linea, dove le finestre tra lati opposti risultano comunicanti; non è stato altrettanto nella casa della cappellania, la quale presenta una pianta pressoché quadrata con una disposizione planimetrica più articolata.

⁷ D'Apostoli R., Giampaolo F., *Il rilievo degli edifici per il ripristino, il restauro, la conservazione, l'ampliamento*, Maggioli Editore, Rimini, 2011, p. 205.

Il rilievo è stato effettuato ad un'altezza di 1.50 m dal piano di calpestio, con l'ausilio di una rotella metrica e un distanziometro laser Bosch GLM 50 C professional, ottenendo un errore finale inferiore al centimetro. Le parti con maggior dettaglio, come le aperture costituite da telaio e controtelaio ligneo, spalle e sguinci, sono state rilevate con metro da muratore in legno e metro flessibile.



Fig. 7
Distanziometro laser Bosch
GLM 50 C professional.

IL SOTTOTETTO

Per una migliore conoscenza dello stato di conservazione e per effettuare un'analisi statica del manufatto è stato necessario rilevare il sottotetto della chiesa e dei corpi annessi. Nell'ottica di eseguire un intervento di rifacimento delle coperture, l'obiettivo principale è stato quello di rilevare nel dettaglio il cordolo in calcestruzzo armato a cerchiatura della navata e la connessione dello stesso con l'orditura lignea primaria, analizzando inoltre il sistema di capriate, terzere e travetti a sostegno del manto di copertura in lose.

Gli strumenti utilizzati, così come per il rilievo interno dei locali sopra citati, sono la rotella metrica a supporto del distanziometro laser e un metro in legno da muratore.



Fig. 8
Estradosso della volta a botte della navata e sistema di capriate lignee nel sottotetto della chiesa di S. Michele Arcangelo.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

Ogni capriata è stata rilevata nel dettaglio, riportando le varie sezioni degli elementi che la compongono, e in relazione agli elementi circostanti (interasse tra le capriate, disposizione delle terzere, ecc.).

Svolgendo le operazioni di rilievo all'estradosso delle volte è stato possibile osservarne la composizione materica e la tessitura, utile per definire i vari spessori della struttura muraria.

Un attento rilievo fotografico, ad integrazione di quello diretto, è stato un supporto fondamentale nella fase di restituzione grafica su AutoCAD.

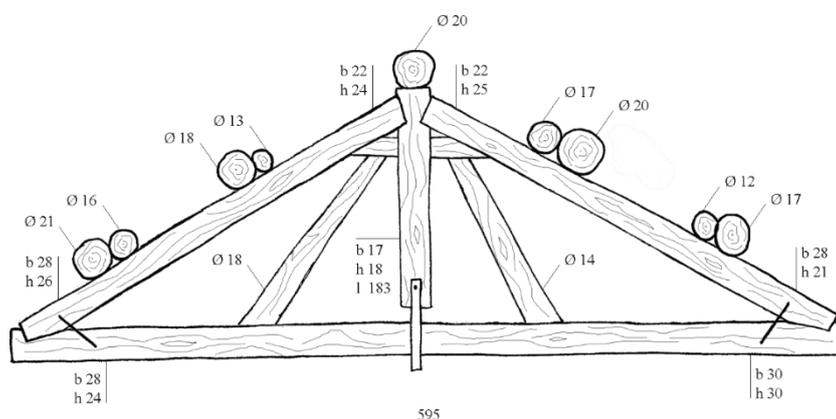


Fig. 9

Stralcio di eidotipo eseguito in campo, capriata C1 del presbiterio. Misure in cm.

4.2 RILIEVO DELL'ESTERNO

4.2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO

La chiesa di S. Michele Arcangelo non sorge isolata, ma si presenta annessa alla Casa Parrocchiale, perciò si è ritenuto opportuno comprendere anche quest'ultima nella definizione della geometria esterna. Per rilevare l'intero complesso, i cui corpi di fabbrica sono disposti lungo un pendio a quote altimetriche differenti, il primo passo è stato creare una rete topografica d'inquadramento.

La costruzione di una rete d'inquadramento, detta anche poligonale principale, è un'operazione che consiste nel circondare l'oggetto fissando una serie di vertici (caposaldi di rete o stazioni), scelti in modo da rendere possibili le collimazioni reciproche tra gli stessi (precedente e successivo).

Determinato lo schema della rete d'inquadramento (poligonale chiusa) e dopo aver materializzato i vertici sul terreno con picchetti di legno e chiodi topografici, si è definito il sistema di riferimento locale, dal quale dipenderanno le successive operazioni di misura.

Le operazioni topografiche sono state eseguite con una stazione totale Leica fissata su un treppiede allungabile, essenziale per garantire un piano d'appoggio orizzontale allo strumento anche su terreni accidentati.

La stazione totale è un teodolite elettronico che comprende all'interno della struttura un distanziometro laser e una memoria di massa in grado di memorizzare automaticamente la



Fig. 10
Stazione totale Leica.



Fig. 11
Prisma ottico su treppiede.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

lettura degli angoli azimutali e zenitali, oltre che la distanza e le coordinate (X, Y, Z) di posizionamento di ciascun punto.

Il rilievo topografico è iniziato con la messa in stazione dello strumento sul primo caposaldo di rete 1000, materializzato sul versante est del complesso parrocchiale, il quale ha coordinate arbitrarie X, Y, Z pari a 1000, 1000, 100. L'obiettivo primario è stato il rilievo delle coordinate dei punti della rete, che è avvenuto collimando i caposaldi visibili (precedente e successivo) dal punto di stazione con l'ausilio di prismi ottici⁸. Da questo punto inoltre, si sono rilevati i target di appoggio alla fotogrammetria e numerosi punti significativi dell'architettura.

Tale procedimento si è ripetuto per tutti e sette i caposaldi, chiudendo così la rete d'inquadratura topografica.

Nel rilievo architettonico è fondamentale una buona base topografica, poiché permette di georeferenziare correttamente il rilievo fotogrammetrico in un sistema di riferimento definito.

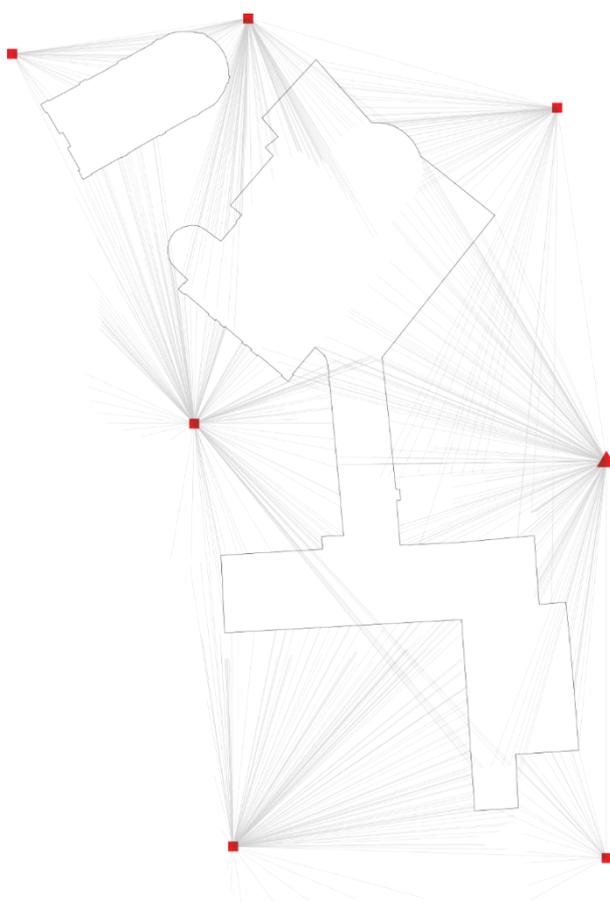


Fig. 12
Schema dei punti rilevati dai caposaldi di rete.

⁸ Il prisma è un organo ottico di riflessione delle radiazioni elettromagnetiche emesse dal distanziometro. Generalmente si innesta su un'asta graduata per la misura dell'altezza o su un basamento con treppiede, tramite un particolare supporto chiamato tricuspide.

4.2.2 RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE

Per la rilevazione esterna dell'intero complesso è stata utilizzata la tecnica fotogrammetrica, data anche l'articolata disposizione plano-altimetrica dei corpi di fabbrica.

La fase preparatoria al rilievo fotogrammetrico ha visto l'analisi del contesto in cui è inserito il manufatto architettonico e la realizzazione di più eidotipi, atti a definire una planimetria di massima, indicando la presenza di eventuali ostacoli e aree libere di manovra per poter svolgere agevolmente le riprese fotografiche.

La definizione della strumentazione che si intende utilizzare è importante per determinare alcuni parametri iniziali, come la focale, la dimensione del pixel, la GSD (Ground Sampling Distance) e la base di presa.

Si è utilizzata una macchina fotografica reflex Nikon D3200, con obiettivo 18-55 mm. Conoscendo la dimensione in pixel dell'immagine alla massima risoluzione e la dimensione del sensore della fotocamera, è stata calcolata la dimensione del pixel.

Dimensione dell'immagine 6016 x 4000 pixel

Dimensione sensore 23.2 x 15.4 mm

Dimensione pixel = $23.2/6016 = 0.004$ mm

Bisogna scegliere preliminarmente la scala grafica di rappresentazione per poter stabilire il GSD da adottare nel calcolo: considerando una scala 1:50, il GSD è di 5 mm.

Ipotizzando di utilizzare una focale $c = 18$ mm è possibile definire la distanza massima entro la quale il GSD rimane rispettato (≤ 5 mm), tramite la proporzione:

$$c : D = \text{dimensione pixel} : \text{GSD}$$

Le distanze effettive tra il manufatto e i possibili punti di presa sui diversi fronti risultano inferiori alla distanza massima ottenuta ($D = 22.5$ m), quindi la focale precedentemente ipotizzata è risultata idonea per il rilievo.

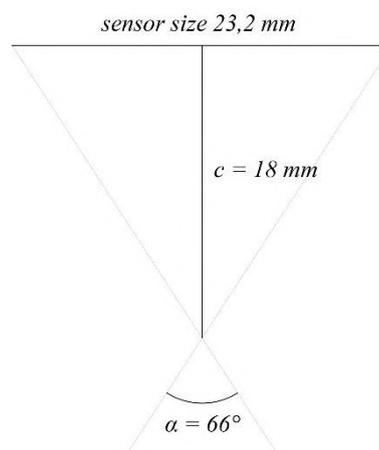


Fig. 13
Schema dell'angolo di presa della macchina fotografica Nikon D3200.

Avendo definito la focale e nota la dimensione del sensore, si è ricavato graficamente l'angolo di presa della macchina fotografica, importante per poter ragionare sulla zona di ricoprimento fra i fotogrammi.

La fotogrammetria si basa sull'individuazione di punti omologhi tra le immagini, quest'ultime devono avere una zona di ricoprimento pari all'80% sull'asse orizzontale X (asse lungo cui si muove l'operatore) e di circa il 60% sull'asse verticale Y. Per poter riconoscere facilmente punti omologhi tra le immagini è importante che l'oggetto sia caratterizzato da una texture non omogenea. Nel caso in cui sia difficile l'individuazione dei punti o per un miglior allineamento delle immagini si possono utilizzare dei target classici o codificati a riconoscimento automatico dal programma di elaborazione.

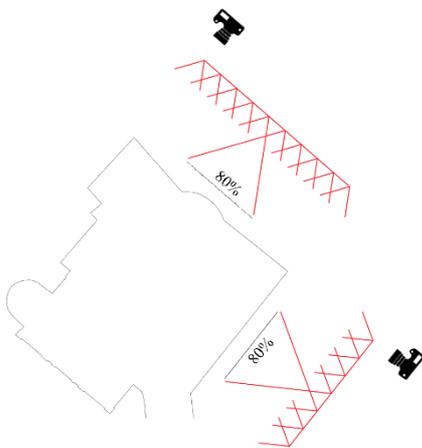


Fig. 14
Schema degli scatti con ricoprimento dell'80%.

Per stabilire il numero fotogrammi necessari per avere un buon ricoprimento su ogni fronte è stata calcolata la base di presa, ovvero la distanza lungo l'asse orizzontale X tra un fotogramma e l'altro.

La base di presa B va calcolata per ogni variazione della distanza d dal manufatto, secondo la formula:

$$B = 0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot d}{18}$$

0.2 è la zona di ricoprimento dell'80%

23.2 è la dimensione del sensore [mm]

18 è la focale [mm]

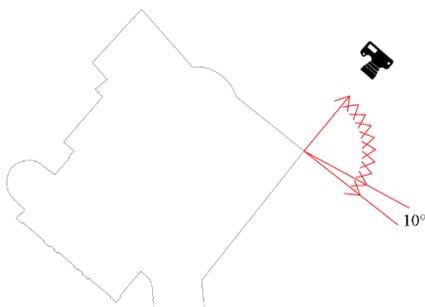


Fig. 15
Schema degli scatti ogni 10° attorno all'angolo.

Si è cercato di mantenere un ricoprimento tra le immagini dell'80%, in alcuni casi, per distanze dall'oggetto troppo ridotte e per evitare un numero eccessivo di scatti, si è optato per un ricoprimento del 60%.

Su ogni fronte è stato importante effettuare delle riprese inclinate, convergenti verso il centro dello stesso, per limitare la distorsione dell'immagine finale in fase di restituzione.

Con approccio simile si sono analizzati gli angoli, per i quali è fondamentale ruotare attorno ad essi effettuando scatti ogni 10° ad opportuna distanza.

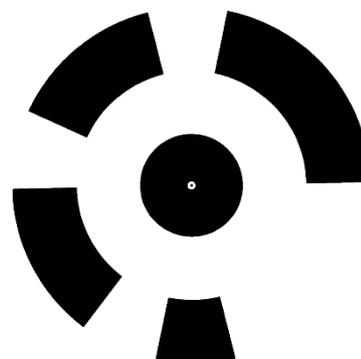
Acquisizione dei dati

Per consentire al rilievo fotogrammetrico di inserirsi correttamente nel sistema di riferimento locale si sono utilizzati dei target cartacei numerati e codificati a riconoscimento automatico dal programma di elaborazione.

Nella disposizione dei target sui vari fronti architettonici si è cercato di seguire il principio del piano cartesiano: lungo l'asse verticale si sono posizionati con l'ausilio del filo a piombo, lungo l'asse orizzontale con l'utilizzo del puntatore laser. Oltre a questo principio sono stati posti target aggiuntivi per migliorare l'allineamento dei fotogrammi in fase di elaborazione.

La fase di acquisizione si è svolta in condizioni atmosferiche favorevoli, le giornate con cielo nuvoloso sono da preferire, in quanto l'assenza di radiazione solare diretta evita l'eccessivo contrasto tra zone esposte e zone in ombra.

Come precedentemente specificato il rilievo è stato eseguito principalmente con una Nikon D3200, nel caso di distanze eccessivamente ridotte tra il manufatto e il punto di presa (parte basale del lato ovest della chiesa) è stata utilizzata una Nikon D810 con obiettivo 12 mm. Per le due stanze situate sotto la sacrestia e l'annesso corridoio di accesso si è utilizzato un obiettivo fish-eye, vista la dimensione ridotta degli spazi.



279

Fig. 16
Target fotogrammetrico codificato dal software di elaborazione.



Fig. 17
Immagine ottenuta con obiettivo fish-eye.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

FOTOGRAMMETRIA AEREA

Nel rilievo di complessi architettonici non sempre la fotogrammetria terrestre risulta esaustiva, in quanto si presenta difficile rilevare le coperture e il contesto, perciò è importante integrarla con la fotogrammetria aerea per avere una completezza del dato rilevato.

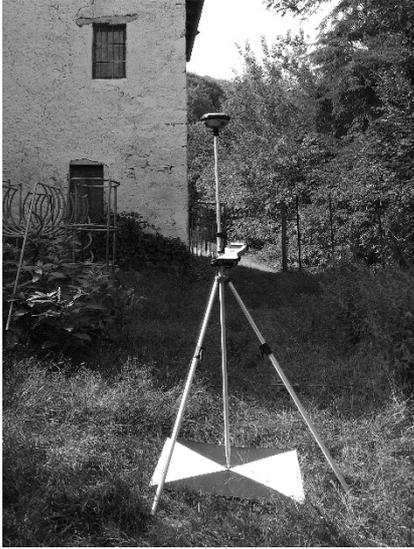


Fig. 18
Rilevamento delle coordinate di un target a terra con ricevitore satellitare Leica GS14, su palina.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 19
Ricevitore satellitare Leica GS14.



Fig. 20
Drone DJI Phantom 4.

Il rilievo aerofotogrammetrico necessita di punti di ancoraggio a terra: sono stati utilizzati dieci target classici di dimensione 1m x 1m, in policarbonato alveolare e fissati al terreno tramite chiodi metallici. Data la folta vegetazione del contesto, si è posta particolare attenzione al posizionamento dei target nelle aree ben visibili. Di tali punti di ancoraggio è fondamentale conoscere le coordinate per il corretto orientamento dei fotogrammi.

Per georeferenziare il rilievo aereo nel sistema di riferimento locale precedentemente definito, si sono inizialmente rilevati i sette caposaldi della rete d'inquadratura topografica e successivamente i target a terra. Tale operazione è stata eseguita con il ricevitore satellitare Leica GS14: antenna GPS su palina, collegata alla rete nazionale di stazioni permanenti GNSS (Global Navigation Satellite System).

Le riprese aeree sono state eseguite con un drone DJI Phantom 4 dotato di fotocamera FC330 con una focale di 20 mm. Si è deciso di non impostare un piano di volo, ma di pilotare manualmente in remoto il drone seguendo uno schema a ricoprimento dell'intera area ad un'altitudine di 784 m slm (pari ad un'altezza di circa 35 m dal primo caposaldo di rete). Oltre alle riprese nadirali sono state effettuate delle riprese oblique descrivendo una circonferenza attorno alla chiesa e al campanile.

ELABORAZIONE DATI

I dati acquisiti con la fotogrammetria terrestre necessitano di una corposa fase di elaborazione, effettuata con il software Agisoft PhotoScan.

La procedura di lavoro con il software ha visto una fase iniziale di allineamento automatico dei fotogrammi, impostando un'accuratezza elevata, si è ottenuta una prima nuvola di punti a bassa densità (circa 4 milioni di punti). Con l'importazione di un file di testo in formato .txt, contenente le coordinate spaziali (X, Y, Z) dei caposaldi della rete d'inquadramento e dei target fotogrammetrici, si è effettuata l'ottimizzazione delle immagini cercando di migliorare il loro orientamento. Il software non ha riconosciuto correttamente tutti i target utilizzati, così è stato necessario effettuare l'individuazione manuale degli stessi su ogni fotogramma. Dopo una seconda ottimizzazione delle immagini, la nuvola di punti a bassa densità risulta georeferenziata nel sistema di riferimento locale.

Successivamente si è passati alla generazione della nuvola densa, ponendo particolare attenzione al dimensionamento della regione di lavoro in cui è inserito il modello, poiché una dimensione eccessiva della regione sovraccarica il software dilatando i tempi di elaborazione. Ottenuta la nuvola densa dell'intero modello, ad una qualità media (circa 295 milioni di punti), è stata ottimizzata attraverso la pulizia manuale delle zone inutili.



Fig. 21
Porzione ridotta della nuvola di punti a bassa densità elaborata con il software Agisoft Photoscan.



Fig. 22
Porzione ridotta della nuvola densa elaborata con il software Agisoft Photoscan.



Fig. 21
Mesh creata dalla porzione della nuvola densa, elaborata con il software Agisoft Photoscan.

I dati acquisiti con l'aerofotogrammetria sono stati elaborati separatamente da quelli acquisiti con la fotogrammetria terrestre, in quanto richiedono una differente impostazione dei parametri nella fase iniziale di allineamento delle immagini nel software Agisoft PhotoScan. Alla fine della medesima procedura di lavoro si è ottenuta una nuvola densa dell'intero modello in alta qualità (circa 64 milioni di punti).

Georeferenziare i diversi rilievi fotogrammetrici nello stesso sistema di riferimento locale ha reso possibile l'unione delle rispettive nuvole dense di punti, ottenendo così un modello completo dell'intero complesso architettonico e del suo contesto.



Fig. 22
Nuvola densa dell'intero complesso architettonico, elaborata con Agisoft Photoscan.

L'ultima fase di lavoro su Agisoft ha interessato dapprima l'esportazione della nuvola densa in formato .txt, per essere poi elaborata su Autodesk ReCap e a sua volta importata nel software AutoCAD. In quest'ultimo è stato possibile realizzare, lungo dei piani di sezione prestabiliti, delle *slice* della nuvola di punti dallo spessore di 5 mm, così da poter iniziare la fase di restituzione grafica di piante e sezioni del manufatto.

In un secondo tempo ha riguardato la suddivisione della nuvola densa in porzioni ridotte, corrispondenti ai quattro prospetti della chiesa, per la creazione di modelli poligonali detti *mesh*, da ognuno dei quali è stato possibile ottenere un ortomosaico ad elevata risoluzione (2 mm/px). Per la costruzione di un ortomosaico bisogna definire gli assi del piano di proiezione delle immagini, perciò è importante nella fase di acquisizione, aver posizionato dei target secondo il principio del piano cartesiano. Nei casi in cui non è stato possibile adottare tale principio, sono stati creati dei target virtuali, basandosi sulla nuvola di punti importata precedentemente in AutoCAD.

Ottenuti gli ortomosaici ed esportati in formato .jpeg, sono stati digitalizzati su AutoCAD, integrando la fase di restituzione grafica iniziata sulle *slice* della nuvola di punti.



Fig. 25
Ortomosaico prospetto Sud della chiesa,
elaborato con Agisoft Photoscan.



Fig. 26
Ortomosaico prospetto Nord della chiesa,
elaborato con Agisoft Photoscan.



Fig. 24
Ortomosaico prospetto Ovest della chiesa,
elaborato con Agisoft Photoscan.



Fig. 23
Ortomosaico prospetto Est della chiesa,
elaborato con Agisoft Photoscan.

APPENDICE II

RILIEVO INTERNO CON TLS

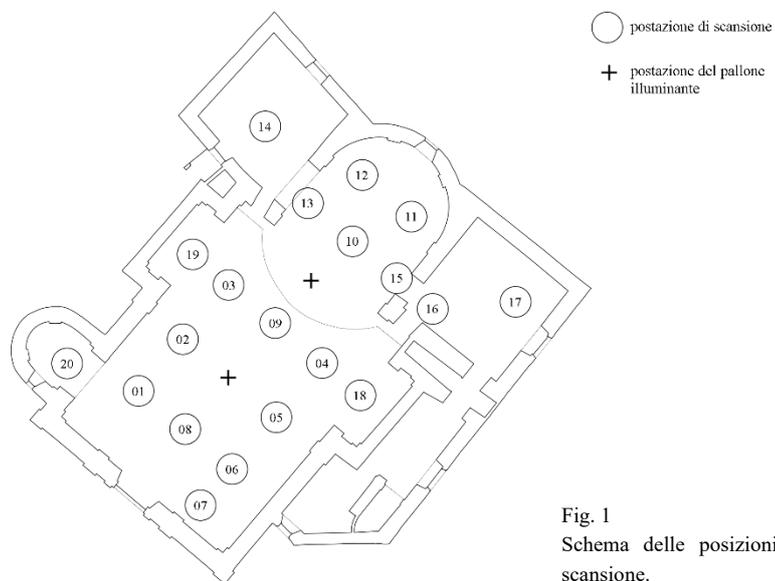
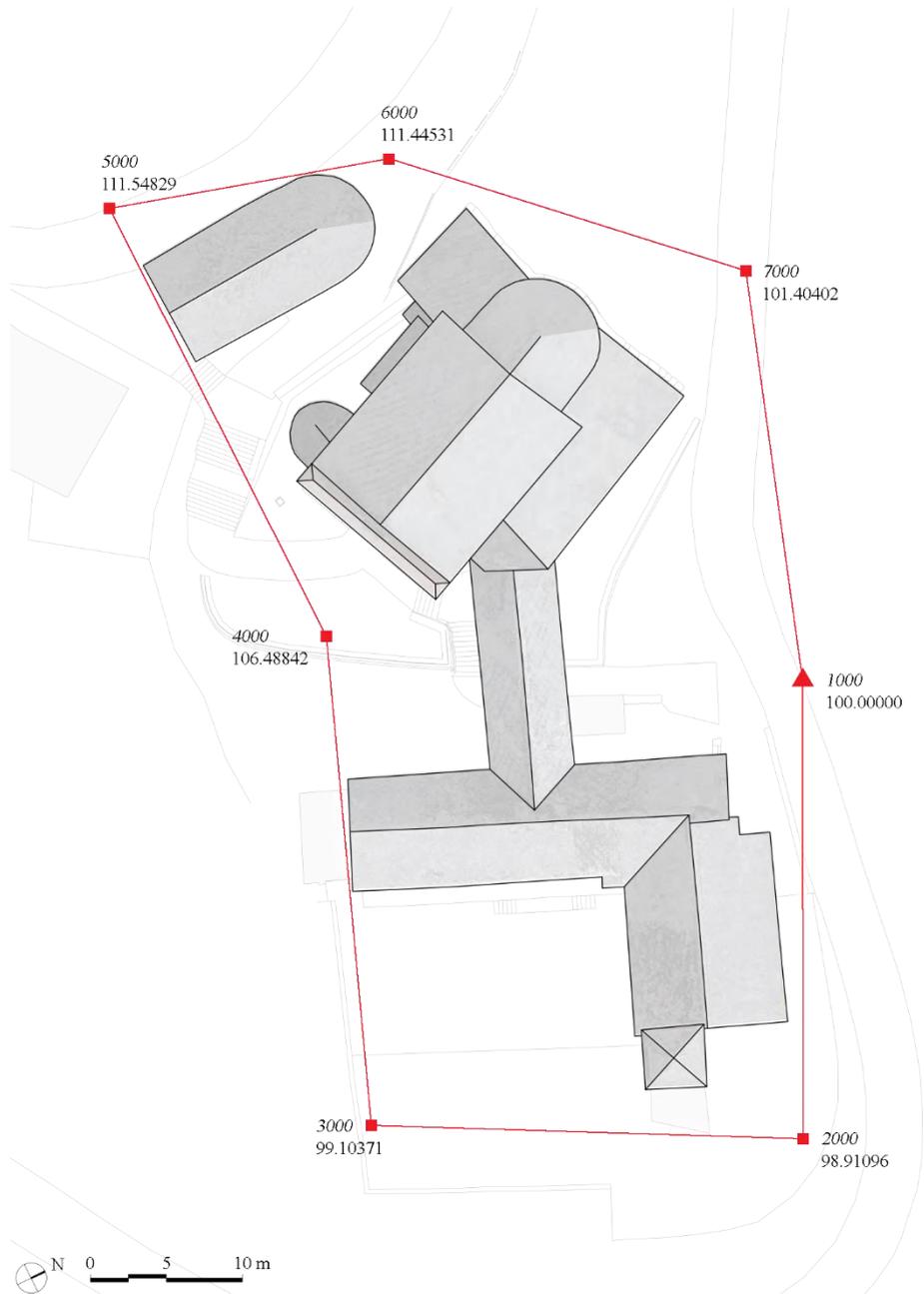


Fig. 1
Schema delle posizioni di scansione.

SCAN	RISOLUZIONE	TEMPO	RGB
01	6,136 mm	11'	•
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13	12,272 mm a 10 m	3'	
14			
15			
16			
17	7,67 mm a 10 m	8'	•
18			
19			
20			

Tab. 1
Dettagli delle scansioni effettuate con il laser scanner Faro Focus 3D S120.

RILIEVO TOPOGRAFICO



CAPOSALDO	X	Y	Z
1000	1000,00000	1000,00000	100,00000
2000	1000,00014	1030,40414	98,91096
3000	1028,37213	1029,53886	99,10371
4000	1031,32379	997,08482	106,48842
5000	1045,14123	968,74057	111,54829
6000	1027,22960	966,02517	111,44531
7000	1003,70612	972,91243	101,40402

Fig. 2
Disposizione dei caposaldi
della rete d'inquadramento
topografica. Scala 1:500.

Tab. 2
Coordinate dei caposaldi
della rete d'inquadramento
topografica.

FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE



Fig. 3
Distanze massime per poter calcolare la base di presa del rilievo fotogrammetrico. Scala 1:500.

Calcolo della base di presa sui diversi fronti del complesso architettonico.

$$B = 0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot d}{18}$$

B1	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 7500}{18} = 1.93 \text{ m}$	n. foto: 10
B2	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 8000}{18} = 2.06 \text{ m}$	n. foto: 7
B3	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 9500}{18} = 2.45 \text{ m}$	n. foto: 5
B4	$0.4 \cdot \frac{23.2 \cdot 2500}{18} = 1.28 \text{ m}$	n. foto: 3
	$0.4 \cdot \frac{23.2 \cdot 4500}{18} = 2.32 \text{ m}$	n. foto: 2
B5	$0.4 \cdot \frac{23.2 \cdot 4000}{18} = 2.06 \text{ m}$	n. foto: 3
B6	$0.4 \cdot \frac{23.2 \cdot 3000}{18} = 1.55 \text{ m}$	n. foto: 2
B7	$0.4 \cdot \frac{23.2 \cdot 2500}{18} = 1.28 \text{ m}$	n. foto: 9
B8	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 6000}{18} = 1.55 \text{ m}$	n. foto: 3
B9	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 8000}{18} = 2.06 \text{ m}$	n. foto: 2
B10	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 9500}{18} = 2.45 \text{ m}$	n. foto: 2
B11	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 9500}{18} = 2.45 \text{ m}$	n. foto: 7
B12	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 9500}{18} = 2.45 \text{ m}$	n. foto: 7
B13	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 7500}{18} = 1.93 \text{ m}$	n. foto: 5
B14	$0.4 \cdot \frac{23.2 \cdot 2500}{18} = 1.28 \text{ m}$	n. foto: 10
B15	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 6000}{18} = 1.55 \text{ m}$	n. foto: 9
B16	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 7000}{18} = 1.80 \text{ m}$	n. foto: 12
B17	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 5000}{18} = 1.28 \text{ m}$	n. foto: 6
B18	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 4500}{18} = 1.16 \text{ m}$	n. foto: 10
B19	$0.2 \cdot \frac{23.2 \cdot 4000}{18} = 1.03 \text{ m}$	n. foto: 11

Definizione del numero di foto e basi di presa per i diversi angoli del complesso architettonico.

D = ? angolo di rotazione $\alpha = 10^\circ$

A1	D = 1.80 m	base di presa = 0.30 m	n. foto: 10
A2	D = 6 m	base di presa = 1.00 m	n. foto: 10
A3	D = 4 m	base di presa = 0.70 m	n. foto: 12
A4	D = 3 m	base di presa = 0.50 m	n. foto: 8
A5	D = 4 m	base di presa = 0.70 m	n. foto: 10
A6	D = 4.5 m	base di presa = 0.80 m	n. foto: 8
A7	D = 3 m	base di presa = 0.50 m	n. foto: 10
A8	D = 4 m	base di presa = 0.70 m	n. foto: 10
A9	D = 6 m	base di presa = 1.00 m	n. foto: 8
A10	D = 10 m	base di presa = 1.75 m	n. foto: 25
A11	D = 9.5 m	base di presa = 1.65 m	n. foto: 8
A12	D = 9.5 m	base di presa = 1.65 m	n. foto: 10
A13	D = 7.5 m	base di presa = 1.30 m	n. foto: 10
A14	D = 7.5 m	base di presa = 1.30 m	n. foto: 8
A15	D = 6 m	base di presa = 1.00 m	n. foto: 6
A16	D = 4.5 m	base di presa = 0.80 m	n. foto: 5
A17	D = 5 m	base di presa = 0.90 m	n. foto: 10
A18	D = 6 m	base di presa = 1.00 m	n. foto: 10
A19	D = 3 m	base di presa = 0.50 m	n. foto: 8
A20	D = 4.5 m	base di presa = 0.80 m	n. foto: 17
A21	D = 3 m	base di presa = 0.50 m	n. foto: 8
A22	D = 3 m	base di presa = 0.50 m	n. foto: 8
A23	D = 1.8 m	base di presa = 0.30 m	n. foto: 10
A24	D = 2 m	base di presa = 0.35 m	n. foto: 10
A25	D = 4.5 m	base di presa = 0.80 m	n. foto: 10
A26	D = 4 m	base di presa = 1.30 m	n. foto: 16

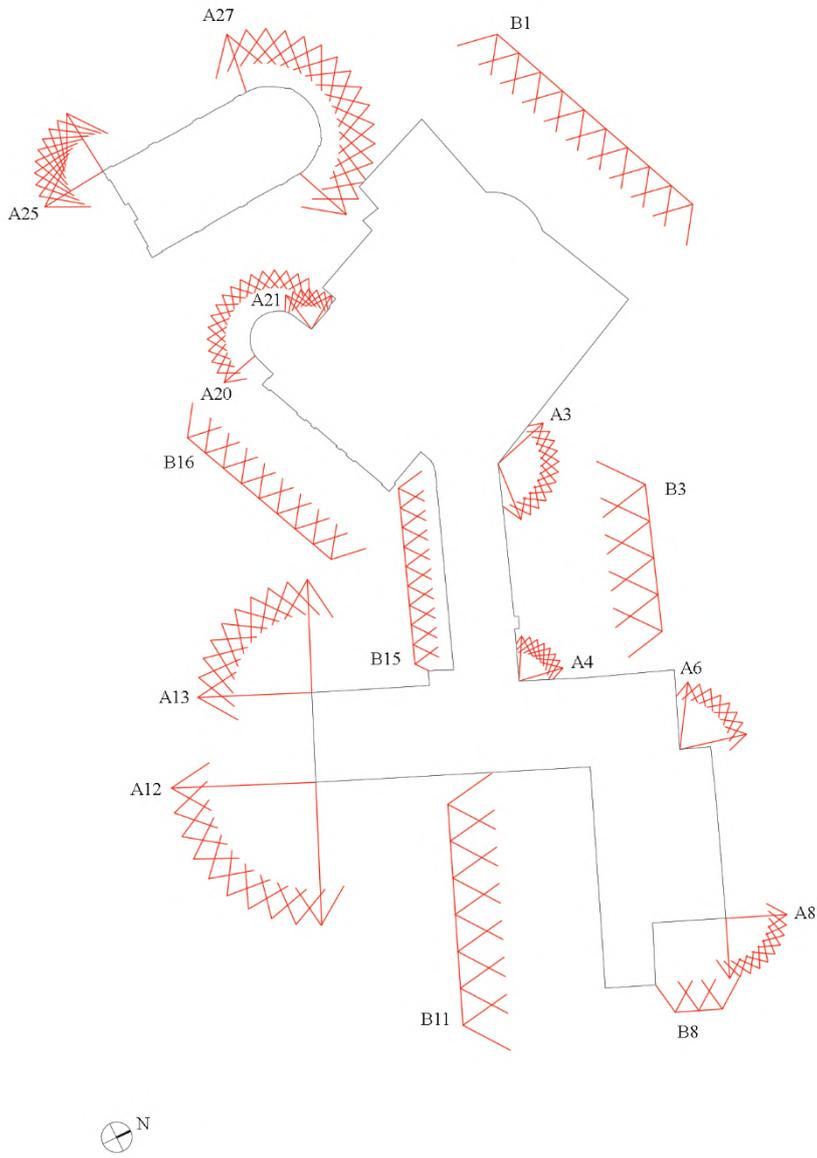


Fig. 4
 Schema 1, rappresentazione grafica degli scatti in linea e angolari. Scala 1:500.

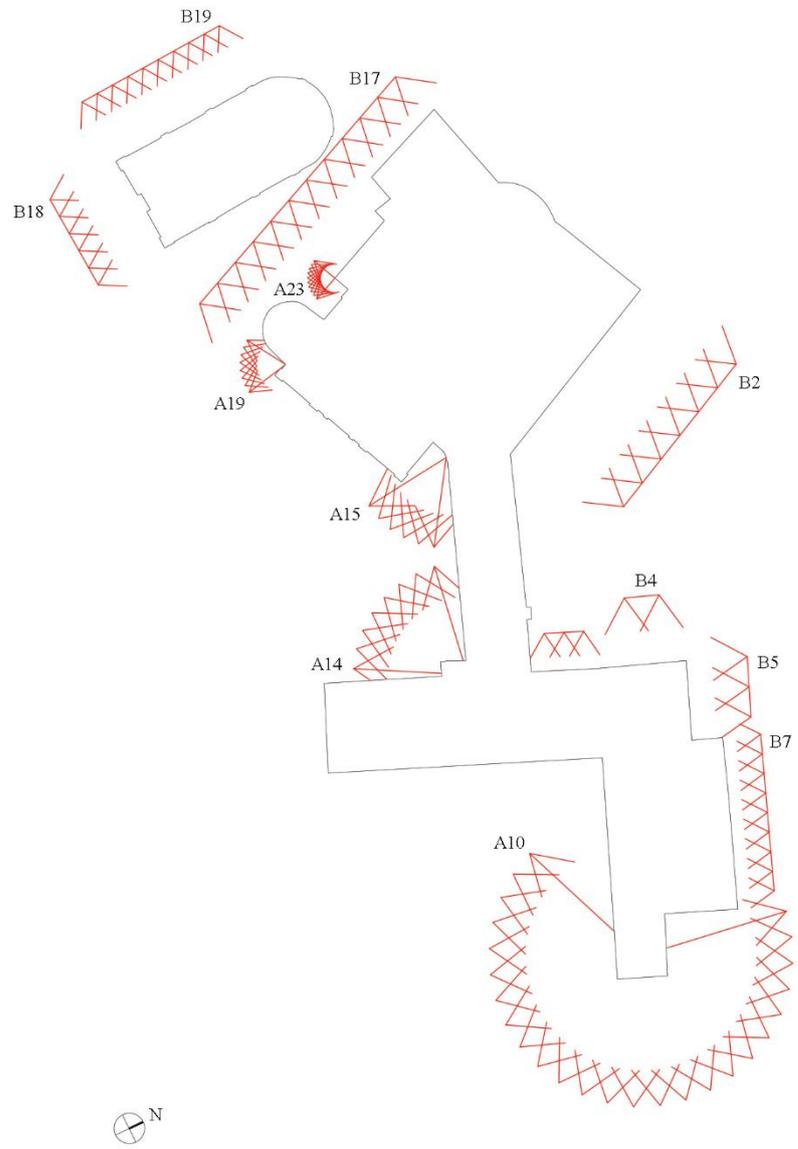


Fig. 5
 Schema 2, rappresentazione grafica degli scatti in linea e angolari. Scala 1:500.

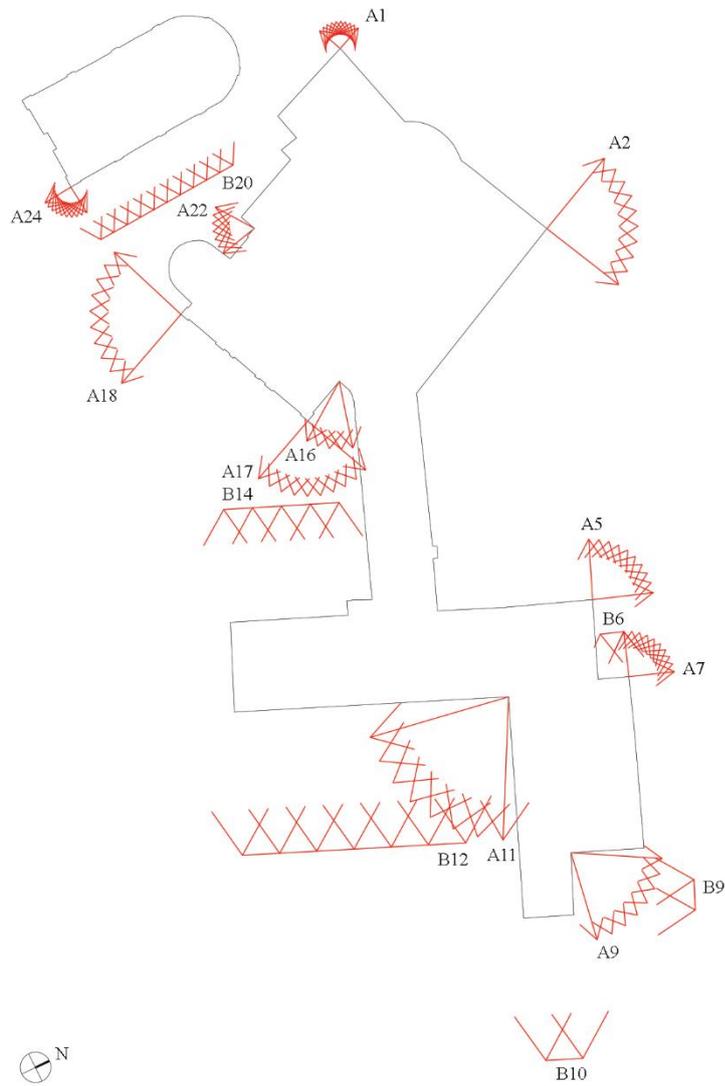


Fig. 6
 Schema 3, rappresentazione grafica degli scatti in linea e angolari. Scala 1:500.



Fig. 7
Posizionamento dei target secondo il principio del piano cartesiano. Ortomosaico, prospetto Sud della chiesa, elaborato con il software Agisoft Photoscan.

FOTOGRAMMETRIA AEREA

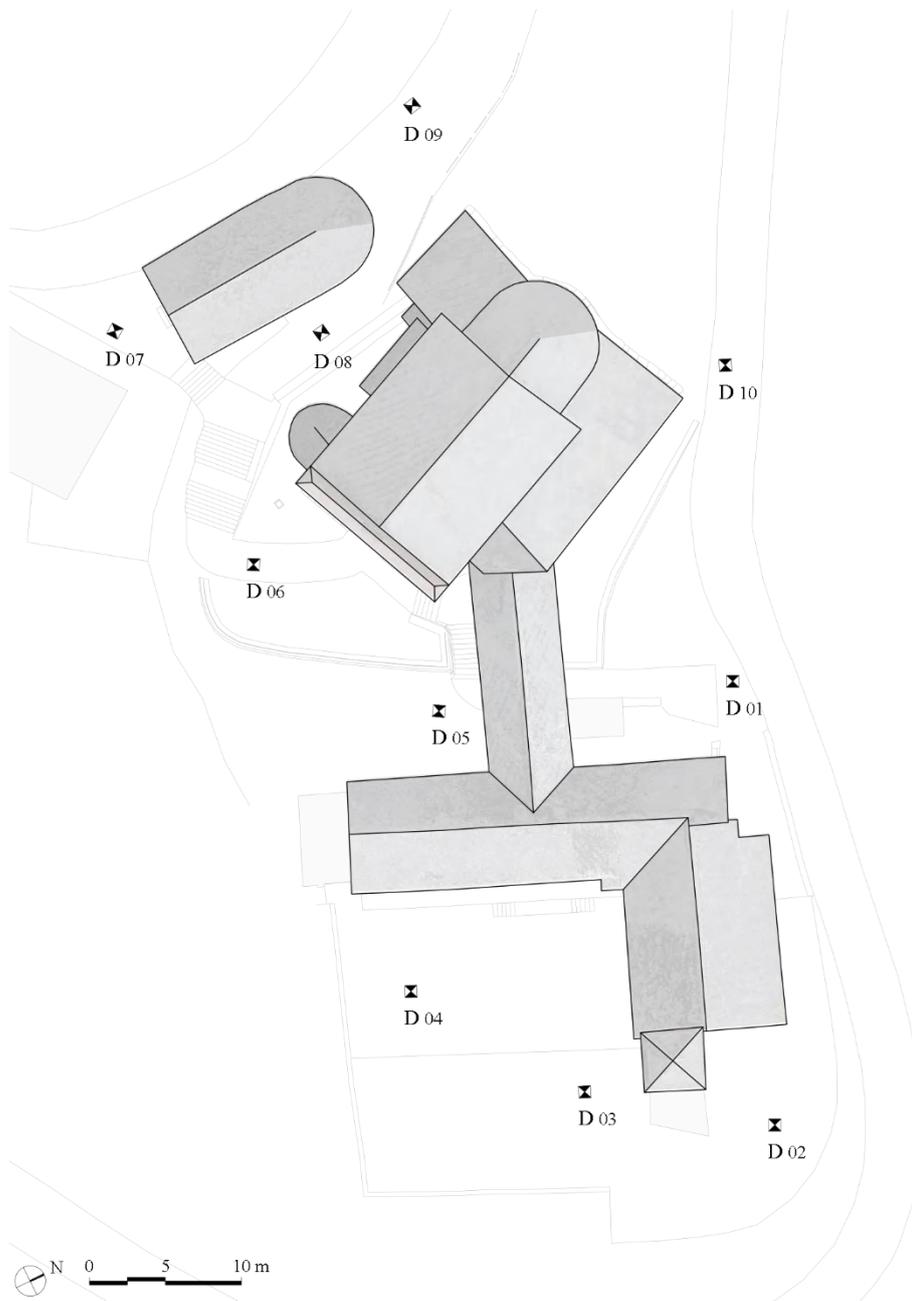


Fig. 8
Disposizione dei target a terra per il rilievo aerofotogrammetrico. Scala 1:500.

TARGET	X	Y	Z
D01	1004,560	999,961	100,524
D02	1001,763	1029,341	98,919
D03	1014,282	1027,138	99,302
D04	1025,705	1020,500	99,535
D05	1023,854	1001,954	103,399
D06	1036,058	992,244	106,806
D07	1031,593	976,833	110,220
D08	1025,630	961,826	111,746
D09	1045,167	976,744	111,337
D10	1005,015	979,033	101,201

Tab. 3
Coordinate dei target
a terra del drone.

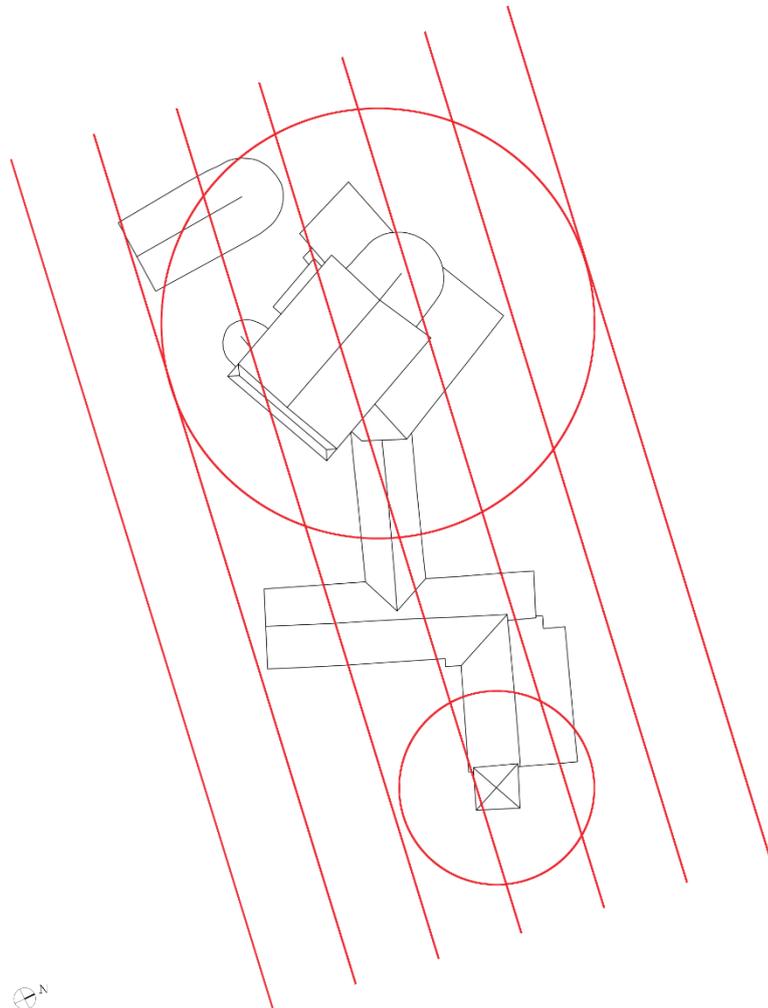


Fig. 9
Schema del volo effettuato con il drone DJI Phantom 4. Le linee parallele indicano le riprese nadirali, mentre le due circonferenze le riprese oblique attorno alla chiesa e al campanile.



5. CONOSCENZA ARCHITETTONICA

5.1 SVILUPPO STORICO DEL COMPLESSO

LA CAPPELLA DI S. MICHELE ARCANGELO E LA CASA DELLA CAPPELLANIA

Le prime notizie dei manufatti del complesso parrocchiale di S. Michele Arcangelo risalgono al XVIII secolo. La Cappella¹ venne eretta nel 1753 lungo la mulattiera che collegava le varie borgate della *regione di Provonda*² al capoluogo di Giaveno.

La descrizione dell'interno dell'antica Cappella è riportata nella Relazione sullo stato delle chiese, scritta dal parroco M. C. Siccardi nel 1872.

La pianta, il cui asse principale ha orientamento Sud - Nord, era caratterizzata da un'unica navata di forma rettangolare con lunghezza pari a due volte la larghezza, terminante in un piccolo coro semicircolare. Le pareti laterali tinteggiate erano scandite da otto paraste che partendo da un basamento salivano fino alla cornice, la quale rappresentava la linea d'imposta della struttura voltata. In sommità, lungo i lati Est ed Ovest, sei finestre garantivano l'illuminazione dell'ambiente interno; esse erano situate in corrispondenza delle lunette della volta a botte, terminante in una volta a catino semicircolare sopra il coro³. L'unico altare in pietra con tabernacolo in legno si ergeva al centro del presbiterio che si presentava elevato di un gradino rispetto il piano della navata. L'accesso era garantito da una porta principale posta in facciata e da una secondaria posta sul lato Ovest.

In origine possedeva un piccolo campanile, che “*sorgeva da terra e poggiava dalla parte di ponente sul muro di facciata della stessa*”⁴, crollò dopo pochi decenni dalla sua erezione, negli ultimi anni del '700.

L'antica Cappella, dopo anni di abbandono, nel 1889 venne adibita ad uso scolastico. I lavori eseguiti per un importo di circa L. 400 ne mutarono l'aspetto, con l'apertura di due finestre sul lato Est e due più piccole in facciata, una porta a Ovest nel coro e la realizzazione di un setto murario tra la navata e il presbiterio⁵.

A metà del '900 il locale scolastico necessitava di interventi manutentivi e di adeguamento normativo. Ciò portò il Comune di Giaveno a redigere due

¹ Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, Origine-1840.

² Archivio di Stato di Torino, *Carte topografiche per A e B, Giaveno, mazzo 1, parte II, 1802.*

³ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria IX, classe 2, faldone n.1280, fascicolo 3, 15/11/1949.

⁴ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie storiche di L. G. Boriglione in *Res memoria Dignae, diario scritto da R. D. Leone Boriglione, primo Parroco di detta Parrocchia e altri fatti e misure del suo Successore*, Provonda, 1840.

⁵ Archivio Storico della città di Giaveno, Sezione IV, categoria IX, classe 2, faldone n.1280, fascicolo 3, 1889.

progetti, il primo nel '49 che non venne mai realizzato⁶, il secondo nel '64 che portò il manufatto nella facies attuale. I lavori eseguiti per un importo di L. 1.150.000 riguardarono internamente la realizzazione di un solaio piano a ribassamento del locale, un pavimento rialzato di circa 20 cm dal piano di calpestio esistente e una tramezza interna al fine di ricavare dietro l'aula scolastica una camera per l'insegnante. L'intervento riguardò inoltre il rifacimento del tetto con la sostituzione ove necessario della piccola e grossa orditura e del manto di copertura. La facciata venne scrostata e re-intonacata, si provvide alla realizzazione di tre gradini al fine di raggiungere la quota del nuovo piano di calpestio⁷. (*Appendice Tavole_n.18*)

La casa della Cappellania era già esistente nell'anno di erezione dell'antica cappella come riportato nel manoscritto *Memorie storiche* tenuto dal primo parroco di Provonda: “*Francesco Viretto-Ceca [...] assegnò in dote della cappella da erigersi una casa per l'abitazione del cappella pro tempore*”⁸

Situata nella parte più bassa del complesso presenta una pianta quadrangolare e si sviluppa su tre piani fuori terra. L'attuale disposizione planimetrica interna vede al piano terreno ed al piano primo due stanze con annessi servizi igienici, mentre al secondo piano mansardato un grande salone per le riunioni. Nell'angolo Sud - Ovest un ampio vano scala in cemento armato garantisce la distribuzione interna.

Originariamente l'edificio si trovava isolato con due soli piani fuori terra, adibiti uno ad abitazione del cappellano e l'altro sottostante a stalla per il ricovero degli animali⁹; nel 1843-44 venne sopraelevato per accogliere il fienile¹⁰. (*Appendice Tavole_n.15,16,17*)

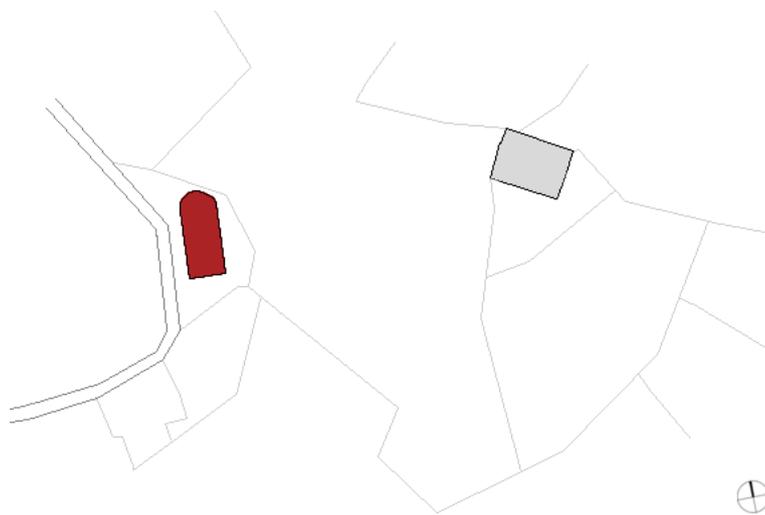


Fig. 1
Sviluppo planimetrico del complesso nel 1753, fuori scala.

⁶ Ibidem, 1949.

⁷ Ibidem, 1964 - 1965.

⁸ Archivio privato A.L.Bergeretti, *Memorie storiche* di L. G. Boriglione in *Res memoria Dignae, op. cit.*, Provonda, 1840.

⁹ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.25, foglio 33, *Relazione sullo stato delle chiese*, M. C. Siccardi, 1896.

¹⁰ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita anni 1843-44* di L. G. Boriglione in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 - 1952*.

IL CAMPANILE

Il campanile, eretto nel 1815, sorge adiacente alla casa della Cappellania, sul fronte Sud - Est. Ha pianta quadrata con lato di 3.30 m e si sviluppa per un'altezza di 23 m da terra fino alla punta della croce; è formato da tre livelli corrispondenti allo zoccolo, la torre e la cella campanaria, suddivisi da cornici in laterizio.

La struttura portante in muratura mista di pietre e mattoni con spessore alla base di circa 1 m, si presenta parzialmente intonacata all'esterno lasciando a vista la tessitura muraria.

Il livello intermedio ospita l'orologio meccanico¹¹ installato nel 1924 in sostituzione del precedente del 1873. Visibile su due lati della torre, ha un quadrante circolare con diametro di 1.70 m, le lancette segnano le ore e i minuti su numeri romani.

Nella parte sommitale vi è la cella campanaria con grosse aperture ad arco a tutto sesto sui quattro lati, coperta da una volta a padiglione a sesto rialzato. Le due campane¹², di cui la maggiore è meccanizzata, sono sostenute da una solida struttura di putrelle in acciaio a doppia T. I pilastri d'angolo risultano saldamente collegati, sia alla base che in sommità, da tiranti metallici passanti nello spessore della muratura.

La copertura piramidale presenta una semplice orditura lignea con manto in lose sottili e ricorsi lungo le diagonali in coppi. Al centro si innalza per circa 2.5 m la croce metallica fissata ad una trave in legno passante nei reni della volta sottostante.

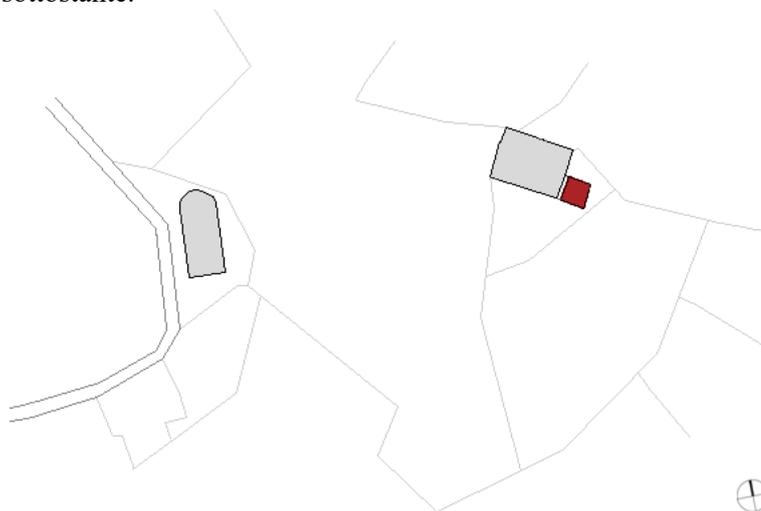


Fig. 2
Sviluppo planimetrico del complesso nel 1815, fuori scala.

¹¹ Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, F. Tabacco (1918 – 1938).

¹² Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, L. G. Boriglione (1840 – 1869).

LA CASA PARROCCHIALE

La costruzione della casa Parrocchiale iniziò nel mese di maggio del 1824 e terminò a novembre dell'anno successivo¹³. Presenta una pianta con sviluppo in linea con due piani fuori terra: il piano terreno, sopraelevato di un metro rispetto al cortile, presenta un grande salone, una cucina e a quota inferiore una cantina coperta da una volta a botte in pietra; il piano primo ha quattro stanze e i servizi igienici. Tutti gli ambienti sono coperti da volte a padiglione ribassate, con disposizione dei mattoni in foglio e nervatura a croce lungo la mezzeria dei fusi all'estradosso. La distribuzione verticale interna è garantita da una scala centrale in pietra.

Il corpo è addossato al fronte Nord - Ovest della casa della Cappellania, il vano scala di quest'ultima garantisce il collegamento interno tra i due edifici, seppur presentino altezze d'interpiano differenti.

Sul lato verso il cortile è presente un terrazzo¹⁴ sostenuto da esili pilastri, la struttura in cemento armato fu realizzata nel 1910 su indicazione del terzo parroco di Provonda, Sac. E. Frasca.

Il tetto è formato da un'orditura principale poggiante sul prolungamento dei muri di spina tra una stanza e l'altra, un'orditura secondaria costituita da travetti montanti a sostegno del manto di copertura in lose. (*Appendice Tavole_n.15,16,17*)

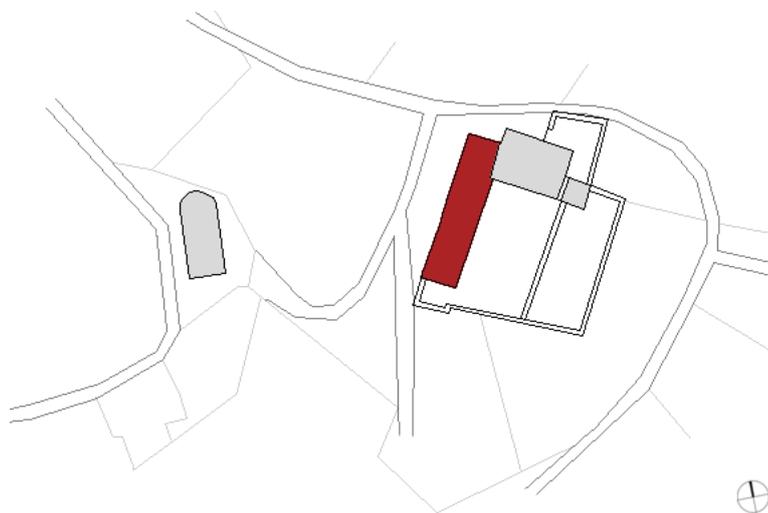


Fig. 3
Sviluppo planimetrico del complesso nel 1824, fuori scala.

¹³ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie storiche di L. G. Boriglione in *Res memoria Dignae*, op. cit., Provonda, 1840.

¹⁴ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita* di E. Frasca in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 - 1952*.

LA CHIESA

I lavori d'erezione della chiesa iniziarono lo stesso anno di quelli della casa parrocchiale e si protrassero fino al 1839.¹⁵ Il manufatto sorge lungo un ripido pendio ad una quota altimetrica inferiore di circa 5 m dall'antica Cappella, con asse principale ruotato di 20° rispetto ad essa.

I fronti risultano per lo più intonacati con rifinitura grezza, lasciando a vista parte della sottostante tessitura muraria. L'unico prospetto intonacato e tinteggiato, con cromie moderne che hanno cambiato l'aspetto originale¹⁶, è la facciata. La parte centrale si presenta pressoché quadrata, scandita da quattro lesene che partendo da un basamento in lastre lapidee culminano in capitelli tuscanici incorporati al cornicione aggettante continuo a doppio ordine. In sommità un timpano curvilineo, ornato anch'esso da una semplice cornice, è sormontato da una piccola copertura in coppi; al centro del quale si innalza la croce metallica.

In mezzeria vi è la porta principale d'accesso a doppio battente in legno con frontone semicircolare, rialzata di due gradini rispetto al piano del sagrato; sopra è presente un rosone ovale in vetro pitturato a fuoco raffigurante S. Michele Arcangelo.¹⁷ Negli spazi laterali due lastre in marmo¹⁸ ricordano i caduti di guerra.

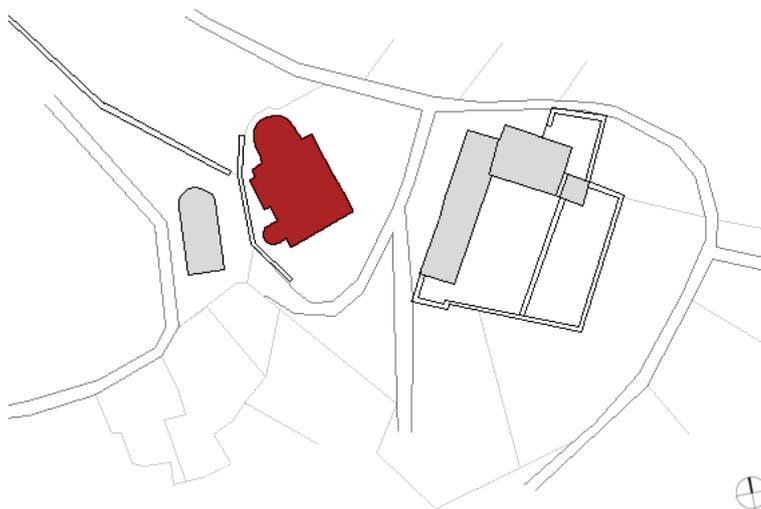


Fig. 4
Sviluppo planimetrico del complesso nel 1839, fuori scala.

¹⁵ Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, Origine – 1840.

¹⁶ La facciata è stata tinteggiata nel 2006 in occasione dell'inaugurazione del rifacimento della copertura.

¹⁷ Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, F. Tabacco (1918 – 1938).

¹⁸ A sinistra si trova la prima lapide ai caduti del 1924 voluta dal Teol. F. Tabacco, a destra la seconda del 1949 voluta dal Sac. A. Audero.

I CORPI ANNESSI

In periodi successivi all'erezione della chiesa, l'impianto iniziale subì un accrescimento planimetrico per affiancamento di corpi di fabbrica.

Nel decennio tra il 1845 e il 1855 venne realizzata la sacrestia e il corridoio¹⁹ che ne garantiva l'accesso dall'esterno, probabilmente già previsti nel progetto iniziale.

Questi corpi si sviluppano lungo il fronte Est della chiesa e mantengono la stessa quota del piano di calpestio del presbiterio. La notevole altezza della cortina muraria esterna, verso valle, ha permesso di ricavare due ambienti sottostanti adibiti a cantine per il deposito di foglie e carbone.²⁰ I due locali, coperti entrambi da volte a botte in pietra, sono ora accessibili esclusivamente dall'esterno; una botola nella volta del locale maggiore (attualmente chiusa) lascia intendere che si potesse accedere anche dall'interno.

Nel corridoio è presente una piccola stanza un tempo adibita ad archivio parrocchiale ed un vano d'accesso al pulpito; un ampio guardaroba²¹ a tutt'altezza ne dimezza la superficie utile. Un curioso stanzino è posto sopra l'archivio e vi si accede esclusivamente dal guardaroba, utilizzato come rifugio durante la Seconda Guerra Mondiale²².

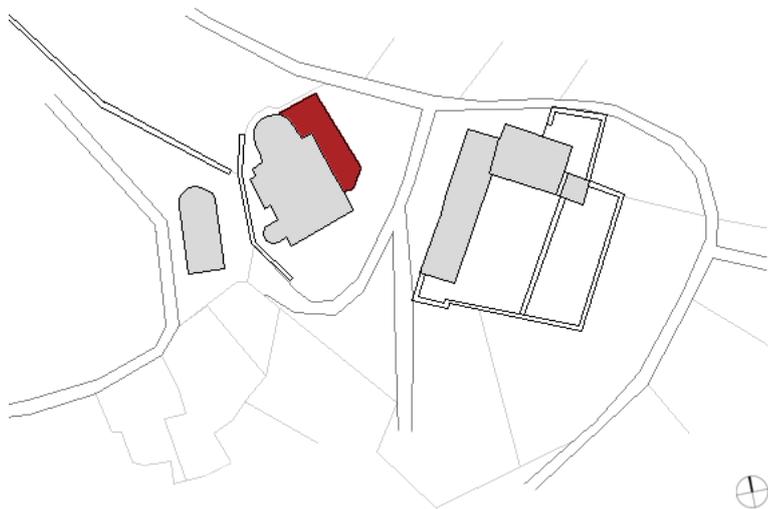


Fig. 5
Sviluppo planimetrico del complesso nel 1855, fuori scala.

¹⁹ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie storiche di M. C. Siccardi in *Res memoria Dignae, op. cit.*, Provonda, 1840.

²⁰ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.25, foglio 33, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1896.

²¹ Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, M. C. Siccardi (1869 – 1897).

²² Bergeretti A. L., *S. Michele di Provonda Piccola Sacra di Giaveno (TO)*, Edit System, 2009, pp. 138 – 139.

LA MANICA DI COLLEGAMENTO

L'ultimo corpo di fabbrica del complesso, edificato negli anni immediatamente successivi al 1855, si innesta ortogonalmente alla casa parrocchiale, collegandola direttamente al corridoio della sacrestia.

La manica di collegamento si presenta come un lungo corridoio con una serie di stanza e annessi servizi igienici sul lato Sud - Ovest; i locali sono coperti da voltine in mattoni intonacate.²³

Negli stessi anni venne ampliata la casa parrocchiale²⁴ ricavando due vani sotto la manica di collegamento: il lavatoio, scavato nella roccia e l'altro soprastante adibito a stanza di servizio, accessibili entrambi dalla scala principale.

Nei primi anni del '900 con la realizzazione della stanza ad Ovest²⁵ del presbiterio, addossata al pendio, si giunse all'impianto planimetrico attuale. (*Appendice Tavole_n.15,16,17*)

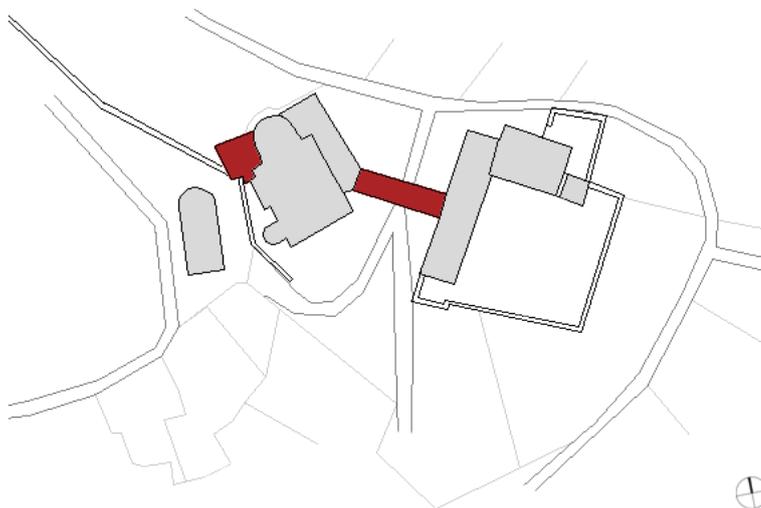


Fig. 6
Sviluppo planimetrico del complesso nel 1855-1910, fuori scala.

²³ Archivio privato A.L.Bergeretti, Memorie storiche di M. C. Siccardi in *Res memoria Dignae*, op. cit., Provonda, 1840.

²⁴ Ibidem.

²⁵ Parte II, Cap. 3 La chiesa di San Michele Arcangelo di Provonda, E. Frasca (1897 – 1918).

I lavori di rifacimento della copertura della chiesa nel 2006 interessarono anche il tetto della manica di collegamento in cui venne sostituita completamente l'orditura lignea secondaria ed il manto in lose.

Nei primi anni '90 del Novecento in seguito alla convenzione in comodato d'uso alla Parrocchia di S. Alfonso di Torino, si resero necessari lavori di ristrutturazione e adeguamento normativo per l'abbattimento delle barriere architettoniche, che interessarono parte del complesso parrocchiale²⁶.

Gli interventi di maggior entità dal punto di vista strutturale riguardarono la casa della cappellania: venne realizzato il vano scala in cemento armato in sostituzione dei vecchi collegamenti interni, nuovi solai interpiano e copertura in latero - cemento con manto in lose e travi in legno a vista nell'interno.

Al piano terreno della casa parrocchiale si ricavò un ampio salone eliminando un setto murario portante, con l'inserimento di una trave in acciaio a sostegno delle strutture voltate.

Nella manica di collegamento e nei corpi di fabbrica sopra citati è stato effettuato un adeguamento impiantistico a livello elettrico, termico e sanitario. Nuovi servizi igienici sono stati ricavati con la realizzazione di tramezze a divisione degli ampi locali esistenti.

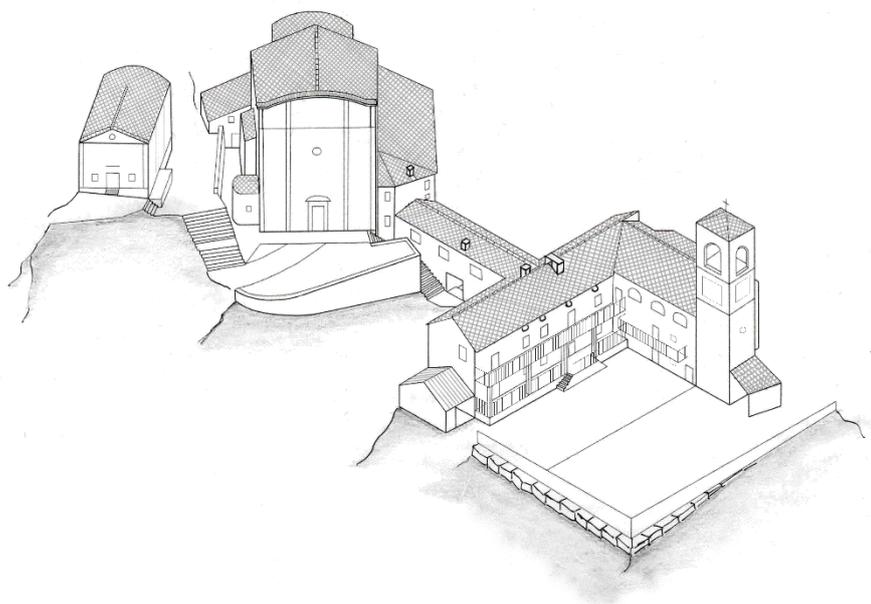


Fig. 7
Assonometria del complesso ecclesiastico di San Michele Arcangelo.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

²⁶ Documentazione rinvenuta presso l'Archivio corrente della città di Giaveno.

5.2 LA CHIESA: DESCRIZIONE ARCHITETTONICA

La struttura planimetrica della chiesa di S. Michele Arcangelo si presenta uniforme, con il coro e l'unica navata posti in asse²⁷, e riflette lo schema tradizionale a croce latina. La configurazione iniziale lascia intendere che i bracci del transetto fossero costituiti dalle due cappelle laterali; attualmente, con i successivi ampliamenti, questi sono rappresentati dai due corpi adiacenti al presbiterio.

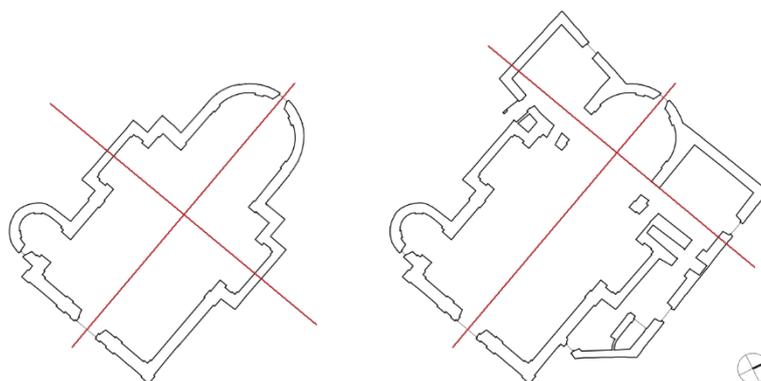


Fig. 8
Planimetrie della chiesa a confronto: 1840 (sinistra), oggi (destra).

L'accesso all'ambiente interno avviene tramite un portale a doppio battente e una bussola lignea sormontata dalla tribuna. La navata, con lunghezza pari a 4/3 della larghezza, ha una pavimentazione in bargioline²⁸ quadrate poste in filari diagonali a cromie alternate (bianco giallastro e grigio) con fascia perimetrale singola. (*Appendice Tavole_n.6*)

Le pareti laterali sono scandite da paraste che partendo da un basamento salgono fino ai capitelli in stile composito, i quali sono sormontati da una trabeazione continua lungo tutto il perimetro della chiesa; questa rappresenta la linea d'imposta delle strutture voltate.

Lungo il lato Ovest della navata si aprono le cappelle del Battistero e di S. Giuseppe, mentre lungo il lato Est la cappella della Madonna. Il pulpito ligneo è collocato nell'angolo Nord – Est a ridosso dell'arco trionfale, ad un'altezza di 2.30 m dal piano di calpestio. Vi si accede dal corridoio della sacrestia tramite un piccolo vano scala ed è sormontato da un riflettore²⁹ ligneo inclinato, per migliorarne l'acustica.

Il Battistero è situato, secondo la tradizione antica, vicino all'ingresso della chiesa in una cappella laterale³⁰; presenta una pianta semicircolare allungata

²⁷ Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume II, Parte I*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1925, p. 269.

²⁸ Parte III, § 8.1 Analisi materica, La pietra.

²⁹ Donghi D., *op. cit., Volume II, Parte I*, p. 281.

³⁰ Donghi D., *op. cit., Volume II, Parte I*, p. 285.

ed è ornato da paraste sormontate da una cornice tuscanica semplificata, dalla quale si elevano le nervature della piccola cupola semicircolare. Posto ad un livello superiore rispetto la navata è chiuso da un cancello in ferro battuto e ospita al suo interno la vasca ottagonale³¹ in marmo bianco del fonte battesimale, coperto da un copri – fonte ligneo.

Le due cappelle laterali dedicate a S. Giuseppe e alla Madonna si presentano pressoché identiche: gli spazi si aprono ad angolo retto sulla navata, con una profondità pari a due volte lo spessore del muro, e sono coperti da una piccola volta a botte. Al centro è collocato un altare³² addossato alla parete, a due livelli in marmo bianco e grigio con inserti policromi, il quale è posto sulla predella³³. Sopra gli altari, una nicchia ospita le statue dei rispettivi santi.

Il presbiterio, posto ad un livello superiore rispetto la navata, ha una pavimentazione in mattonelle quadrate di cemento colorato (bianco – bigio, grigio e nero)³⁴ con disegno geometrico (stelle a otto punte). Una balaustra lapidea semicircolare, con cancelletto in ferro battuto e inginocchiatoio in legno di noce³⁵, separa il presbiterio dalla navata al fine di separare visibilmente lo spazio riservato al clero da quello laico. Al centro vi sorge l'altare maggiore isolato e sopraelevato ulteriormente di tre gradini (predella) rispetto al *planum*³⁶; ha una struttura in muratura rivestita da lastre di marmo bianco e grigio, con piccole colonne che sorreggono la tavola della mensa. Dal piano della mensa s'innalza il tabernacolo a forma di tempietto ornato da marmi policromi, con al centro una porticina in metallo dorato³⁷. Attorno ad esso si sviluppa una struttura lapidea su tre livelli, la quale si amplia alle due estremità con un motivo a voluta. L'altare è coperto da un baldacchino in legno decorato con drappi di stoffa rossa³⁸, sospeso e ancorato all'estradosso della volta. La parte absidale semicircolare del presbiterio, retrostante l'altare maggiore, accoglie il coro³⁹ del clero assistente con strutture lignee, addossate al muro e composte da seduta e schienale. Sopra l'oculo absidale vi è la grande pala d'altare con cornice lignea dorata, raffigurante al centro la Madonna con il bambino, a sinistra San Michele Arcangelo, a destra San Filippo Neri e San Francesco d'Assisi.

³¹ “L’ottagono fu la figura geometrica fondamentale per la forma dei battisteri e delle vasche delle fonti battesimali [...] era considerato, durante l’alto medioevo, il simbolo della resurrezione [...] e della vita eterna che si raggiunge immergendo il candidato nella fonte battesimale.” in Gaspani A., *Astronomia e geometria nelle antiche chiese alpine, Quaderni di cultura alpina*, Priuli & Verlucca editori, Ivrea, 2000, p.24.

³² “Generalmente però, quando non si tratti di chiese molto piccole, si dovranno fare, oltre il maggiore, altri altari secondari che si [...] collocano entro cappelle ricavate lungo i muri della navata, dedicate ai Santi, alla Madonna, ecc” in Donghi D., *op. cit., Volume II, Parte I*, p. 278.

³³ “Gradino o più gradini da cui l’altare domina il resto del presbiterio o della navata” in Hopkins O., *Architettura: un dizionario visivo*, Logos, Modena, 2012, p. 21.

³⁴ Donghi D., *Manuale dell’Architetto, Volume I, Parte II*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1923, pp. 29 – 31.

³⁵ *Memoriale d’uscita, anno 1896* di M. C. Siccardi in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

³⁶ Lo spazio antistante i gradini dell’altare viene definito *planum* o piano.

³⁷ Rappresenta in bassorilievo l’immagine di Gesù Cristo Pastore.

³⁸ *Memoriale d’uscita, anno 1896* di M. C. Siccardi in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

³⁹ Il coro posto dietro l’altare maggiore prende il nome di coro alla romana, rappresenta l’abside degli antichi, in cui il clero si ordinava in semicerchio attorno al vescovo. In Donghi D., *op. cit., Volume II, Parte I*, p. 269.

La sacrestia, situata a destra del presbiterio, probabilmente già prevista nel progetto iniziale della chiesa parrocchiale, venne realizzata nel 1855, assieme alla piccola stanza degli archivi e annesso corridoio che ne garantiva l'accesso dall'esterno. L'accesso alla sacrestia avviene dal presbiterio o dal fondo della navata, tramite una porta situata sotto il pulpito; l'ambiente a pianta quadrangolare ha una pavimentazione in bargioline come la navata e pareti rivestite da pannelli lignei sino al piano d'imposta della volta a padiglione.

La stanza posta a sinistra del presbiterio, realizzata nei primi anni del '900, ha una pianta molto simile a quella della sacrestia, presenta pareti semplicemente intonacate e l'accesso è garantito esternamente da una piccola porta sul fronte Ovest della chiesa e internamente dal fondo della navata. Inoltre, comunica spazialmente con il presbiterio tramite un'apertura ad arco a tutto sesto con balaustra lapidea.



Fig. 9
Interno della chiesa di San Michele Arcangelo.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

5.3 LA CHIESA: CARATTERISTICHE STRUTTURALI E COSTRUTTIVE

5.3.1 LA MURATURA

La fattura di un muro in pietra grezza è possibile valutarla attraverso la *regola dell'arte*, principi costanti riproposti da tutti i trattatisti, che hanno acquistato nel tempo un'obiettività generale.

La qualità della muratura dipende dalla geometria e dalla disposizione delle pietre che la compongono. Gli elementi di dimensioni maggiori vengono posti *di fascia* (ortostati), lungo l'estensione del muro, e *di punta*⁴⁰ (diatoni) ad intervalli regolari con la funzione di ingranamento tra le superfici esterne, garantendo la monoliticità trasversale.

L'irregolarità dei blocchi lapidei grossolanamente lavorati comporta “*la necessità di costituire ad intervalli regolari uno spianamento del letto di posa in modo da realizzare periodici orizzontamenti della giacitura delle pietre*”⁴¹.

Nella muratura il meccanismo di trasmissione dei carichi avviene attraverso vincoli di semplice contatto tra gli elementi, più o meno mediato dalla presenza della malta, la quale trasmette e ripartisce le azioni in modo uniforme.

Quando il muro è soggetto ad azioni non verticali si può verificare un difetto di resistenza dello stesso, poiché “*alcune pietre si trovano nell'impossibilità di soddisfare l'equilibrio locale a causa di uno scarso contatto reciproco. [...] Un'insufficienza locale può suscitare un meccanismo instabile che improvvisamente evolve in un collasso totale*”⁴².

⁴⁰ Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume I, Parte I*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1923, p. 357.

⁴¹ Carocci C. F., Tocci C. (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture*, Gangemi Editore, Roma, 2010, p. 46.

⁴² Carocci C. F., Tocci C., *op. cit.*, p. 81.

La valle del Romarolo è situata in un contesto litologico⁴³ formato prevalentemente da gneiss, appartenente alla vasta famiglia delle rocce metamorfiche.

Questa pietra, che ha caratterizzato fin dal XVII secolo le costruzioni rurali della zona, era facilmente reperibile dai numerosi affioramenti rocciosi. I grandi blocchi estratti venivano spaccati e sbozzati grossolanamente a mano nella dimensione desiderata per mezzo di picconi, cunei e mazzette, ed infine trasportati in cantiere a dorso di muli⁴⁴. Le difficoltà nel trasporto fanno comprendere lo stretto legame esistente tra le cave e il territorio circostante, per cui tradizionalmente si usavano pietre locali nelle architetture ordinarie. La chiesa di San Michele Arcangelo rappresenta un manufatto architettonico *straordinario* considerando il contesto di riferimento: nella composizione muraria al materiale lapideo che costituisce l'ossatura prevalente del tessuto murario, sono accostati elementi in laterizio, provenienti dalle fornaci di fondovalle⁴⁵. Questo materiale, data la regolarità degli elementi e la facilità di posa in opera, è stato prevalentemente utilizzato in prossimità delle aperture nella realizzazione delle spalle e delle piattebande sormontate dall'arco di scarico (sordino).

La tessitura muraria del manufatto mostra un'apparecchiatura differente in base alle fasi costruttive e all'influenza delle diverse maestranze che vi hanno operato. (*Appendice Tavole_n.19*)

⁴³ Parte I, § 1.1 Inquadramento, Geologico.

⁴⁴ Morra G. R., Oddi R. F., *Note introduttive al restauro dei materiali*, C.L.U.T. Editrice, Torino, 2004, pp. 66 – 79.

⁴⁵ Rolla P., *Giaveno e Dintorni, Guida illustrata della Valle del Sangone*, La Palatina Tipografia, Torino, 1935, p. 97.

LA CHIESA

Il corpo principale della chiesa è caratterizzato da una struttura portante in muratura di pietra grezza, a spacco naturale con forma e dimensione degli elementi scarsamente differenziata⁴⁶, con spessore variabile compreso tra i 0.75-0.80 m nella navata ai 0.60 m nell'abside.

L'analisi visiva della tessitura muraria risulta leggibile solamente in alcuni punti, data la prevalenza di superficie intonacata; le pietre che presentano dimensioni maggiori sono disposte abbastanza casualmente nel paramento murario, rendendo difficile la distinzione tra elementi posti di fascia (ortostati) e di punta (diatoni), con giunti quasi sempre sfalsati.

Le rinzeppature sono eseguite con un'elevata percentuale di pietre di piccole dimensioni e cocci di laterizio, distribuiti tra le pietre maggiori in porzioni più o meno estese non garantendo un ingranamento ottimale tra le stesse. Tale condizione ha richiesto di conseguenza un'elevata quantità di malta idraulica tra i giunti, la quale tuttavia risulta essere di ottima qualità.

L'irregolarità nella disposizione e nella forma degli elementi impiegati nell'apparecchiatura del paramento murario rende difficile l'individuazione degli spianamenti dei letti di posa, e l'organizzazione secondo filari orizzontali, ma ciò non sembra compromettere la stabilità della fabbrica, che risulta tuttavia assicurata nella connessione tra i setti grazie al sapiente uso di pietre cantonali. Il comportamento scatolare della stessa è inoltre garantito dalla presenza di diversi tiranti metallici.⁴⁷



Fig. 10
Campione paramento murario esterno del presbiterio.

⁴⁶ I blocchi lapidei maggiori hanno dimensioni medie di circa 35x15 cm, ad eccezione delle angolate dove si hanno blocchi di dimensioni maggiori.

⁴⁷ Parte II, § 5.3.4 Le connessioni – i tiranti metallici.

LA SACRESTIA

La sacrestia, posta sul lato Est rispetto il presbiterio, presenta anch'essa una struttura portante in muratura di pietra grezza a spacco con naturale di forma e dimensione degli elementi non molto differenziata⁴⁸, con uno spessore medio di 0.70 m.

L'osservazione della tessitura muraria denuncia un'apparecchiatura più ordinata rispetto al corpo principale, grazie all'impiego di elementi disposti con scansione abbastanza regolare sia di fascia che di punta con giunti non sempre sfalsati.

Le rinzeppature sono eseguite con una scarsa percentuale di pietre di piccole dimensioni e di conseguenza con un'elevata quantità di malta, la quale non essendo di ottima qualità ha favorito la formazione di più lesioni tra i blocchi lapidei, data anche l'altezza notevole del paramento murario.

La maggior regolarità nella disposizione e nella forma degli elementi impiegati rende chiaramente identificabili gli spianamenti del letto di posa, posti ad intervalli di 1.90 m in corrispondenza delle buche pontaiate.

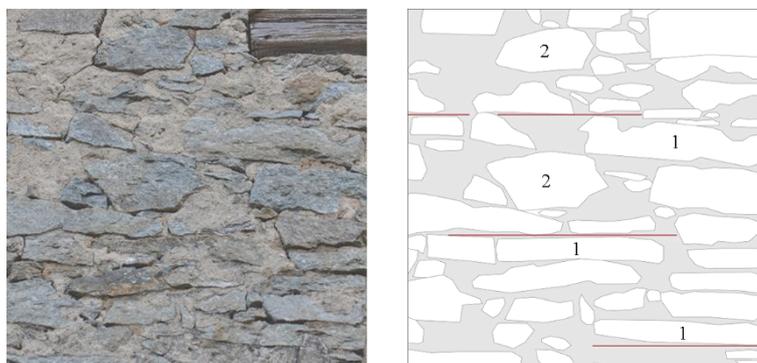


Fig. 11
Campione paramento murario esterno della sacrestia.

⁴⁸ I blocchi lapidei maggiori hanno dimensioni medie di circa 50x10 cm - 35x15 cm.

IL CORRIDOIO

Il corridoio di accesso, realizzato negli anni immediatamente successivi, costituisce una cortina muraria continua con la sacrestia, la cui struttura portante in muratura in pietra grezza con forma e dimensione degli elementi sufficientemente differenziata⁴⁹ presenta uno spessore inferiore variabile tra 0.50-0.65 m.

La qualità della muratura risulta inferiore; le pietre, di dimensioni maggiori rispetto agli altri corpi di fabbrica, sono disposte con scansione irregolare sia di fascia che di punta, ma con giunti sempre sfalsati a discapito di una buona ammorsatura tra le stesse.

Il paramento murario non è organizzato secondo filari orizzontali e non sono inoltre evidenti spianamenti del letto di posa.

La malta, essendo un materiale incerto e molto soggetto al degrado, risulta disgregata in alcuni punti dall'azione di dilavamento dell'acqua, probabilmente in corrispondenza d'infiltrazioni dalla copertura.

Dal rilievo planimetrico si evince che il corridoio e la sacrestia presentano entrambi due muri di spina paralleli di notevole spessore (~ 0.70 m), tra i quali vi è un'intercapedine tamponata esternamente con un muro di spessore ridotto (~ 0.12 m), che conferisce continuità alla cortina muraria. I due corpi risultano quindi debolmente ammorsati tra loro, data anche l'assenza di tiranti metallici passanti, i quali sono presenti esclusivamente nella sacrestia sia a bassa quota che in sommità⁵⁰. Il corridoio inoltre, riporta significative lesioni nei punti di contatto con il corpo principale, probabilmente privo di morse⁵¹ e semplicemente addossato a quest'ultimo.



Fig. 12
Campione paramento murario esterno del corridoio della sacrestia.

⁴⁹ I blocchi lapidei maggiori hanno dimensioni medie di circa 50x10 cm - 25x20 cm.

⁵⁰ Parte II, § 5.3.4 Le connessioni – i tiranti metallici.

⁵¹ “morse: pietre sporgenti dal bordo terminale del muro, per accogliere la muratura dell'edificio successivo”, in Carocci C. F., Tocci C., *op. cit.*, p. 85.

LA STANZA OVEST

La piccola stanza di epoca più recente, posta sul lato Ovest rispetto al presbiterio, ha buona parte della muratura portante in pietra grezza controterra con uno spessore medio di 0.60 m.

La tessitura muraria, visibile internamente, nel sottotetto all'estradosso della volta, presenta forma e dimensione degli elementi sufficientemente differenziata, le pietre di maggiori sono disposte sia di fascia che di punta con scansione irregolare. La maggior regolarità tra i giunti mette in evidenza l'organizzazione secondo filari orizzontali parziali e l'ingranamento tra i blocchi lapidei è garantito dalla giustapposizione di pietrame più minuto e di malta idraulica a colmare i vuoti.

Il corpo risulta composto da tre setti murari semplicemente addossati alla chiesa, alla quale però risulta essere connesso in sommità da catene metalliche.

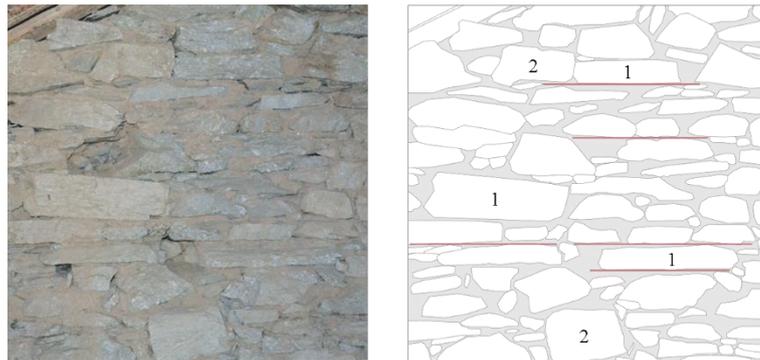


Fig. 13

Campione paramento murario interno della stanza ovest.

5.3.2 LE VOLTE

La volta è un tipo di copertura ricorrente nell'architettura ecclesiastica grazie al carattere monumentale che conferisce agli ambienti aulici; la possibilità di coprire grandi luci e l'impressione di unità che attribuisce al sistema costruttivo, garantisce un legame necessario ed evidente tra la copertura e le pareti perimetrali.⁵²

L'uso del laterizio nelle strutture voltate in Piemonte era pratica consolidata da diversi secoli, ciò permise alle maestranze nel corso dell'800 di operare con assoluta dimestichezza con il materiale.⁵³ Il mattone risultava essere il materiale più adatto rispetto alla pietra da taglio, per facilità di posa in opera e per la minore spinta esercitata sulle pareti, dato il peso inferiore della struttura.

Gli ambienti della chiesa di S. Michele Arcangelo sono coperti da superfici voltate in laterizio semplici e composte⁵⁴, sono caratterizzate da una quota d'imposta univoca e si presentano intonacate e tinteggiate all'intradosso.

All'estradosso il sottile strato di malta bastarda, a base di calce e cemento, permette la lettura della tessitura dei mattoni; sono inoltre evidenti i frenelli in corrispondenza delle nervature d'irrigidimento e i rinfianchi composti da calcinacci. (*Appendice Tavole_n.12*)

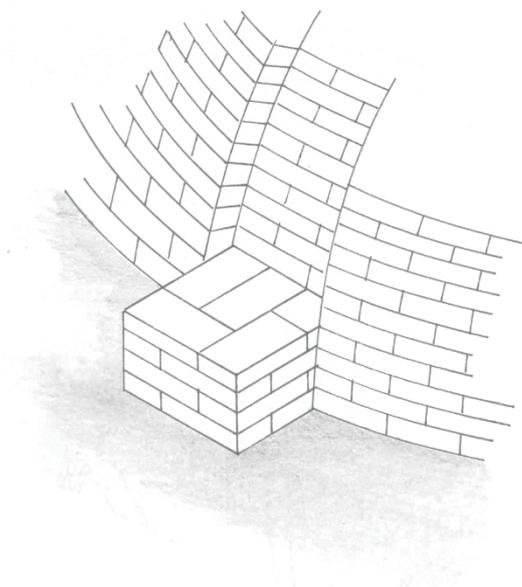


Fig. 14
Frenello in corrispondenza della nervatura della volta a catino.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁵² Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume II, Parte I*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1925, p. 272.

⁵³ Piccoli E., *Architettura barocca in Piemonte: le volte planteriane*, tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, 1996, relatori: prof. Rosso F., prof. Zoragno A. M., p.112.

⁵⁴ "Le volte semplici sono quelle in cui l'intradosso è formato da una sola superficie curva [...]. La volta composta risulta invece dalla compenetrazione di superfici di intradosso di volte diverse [...].", in Chevalley G., *Elementi di Tecnica dell'Architettura*, Carlo Pasta – Libraio Editore, Torino, 1924, p. 202.

La navata è coperta da una volta a botte a due campate lunettata ad arco leggermente ribassato con una corda di 9.30 m e una monta di circa 4 m. Le lunette, con origine dal piano d'imposta e andamento ascendente, intersecano ortogonalmente la volta a botte, la quale presentando una freccia maggiore, porta le intersezioni diagonali a congiungersi ad un livello più basso rispetto la chiave di volta.

La struttura voltata è caratterizzata da un'apparecchiatura con mattoni posti ad una testa a spina di pesce⁵⁵: i filari disposti a 45° rispetto i muri d'imposta, cominciano dai quattro angoli e proseguono simmetricamente verso la mezzeria⁵⁶. All'estradosso, lungo i lati d'imposta, la struttura è rinforzata da un rinfianco, che la copre fino al primo terzo della curvatura.⁵⁷

Le due campate sono ammortate ad una nervatura centrale di irrigidimento sporgente sia all'intradosso che all'estradosso. In corrispondenza dei reni della nervatura è collocata una catena metallica per contrastare la componente orizzontale della spinta e impedire l'allontanamento reciproco delle pareti longitudinali d'imposta della volta⁵⁸.

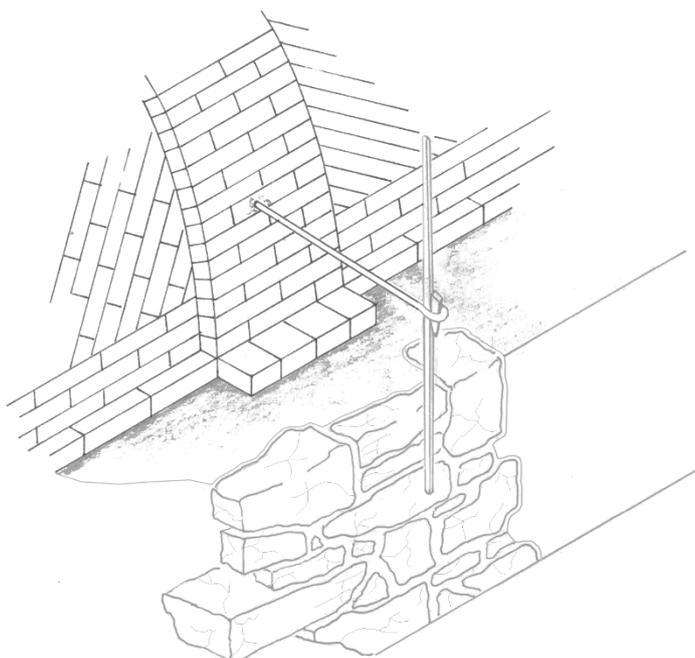


Fig. 15

Catena metallica in corrispondenza dei reni della nervatura della volta a botte.

Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁵⁵ Il sistema costruttivo a spina di pesce ha il vantaggio che le spinte invece di trasmettersi completamente sui muri d'imposta, come accade nelle volte a botte con filari longitudinali e normali, si trasmettono in parte anche sui muri di testa.

⁵⁶ Chevalley G., *op. cit.*, p. 212.

⁵⁷ Piccoli E., *op. cit.*, p. 120.

⁵⁸ Mariani M., *Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2012, p. 293.

Il presbiterio è coperto nella parte centrale, sopra l'altare maggiore, da una volta a vela ribassata⁵⁹ impostata su pianta rettangolare inscritta nel cerchio di base. L'apparecchiatura della struttura voltata vede la disposizione dei “*filari simmetricamente nei quattro quadranti in cui la vela è divisa dai due piani verticali mediani: i mattoni*” a una testa “*stanno in filari normali alle diagonali della base e si incontrano sugli assi mediani della pianta a spina pesce, formando anelli sull'intradosso della vela. Questo sistema ha il vantaggio di diminuire la spinta reale della volta contro i muri (specialmente se è impostata contro archi)*”⁶⁰.

Questa è separata tramite una nervatura di irrigidimento, sporgente sia all'intradosso che all'estradosso, dalla volta a catino ellissoidico dell'abside. La disposizione dei mattoni a una testa è ad anelli concentrici successivi a partire dal piano d'imposta. La volta presenta due nervature intradossate convergenti in sommità del catino, poste in corrispondenza delle paraste sottostanti dell'ordine architettonico. All'estradosso sono ben visibili i frenelli di irrigidimento, dato lo scarso materiale di rinfiacco.

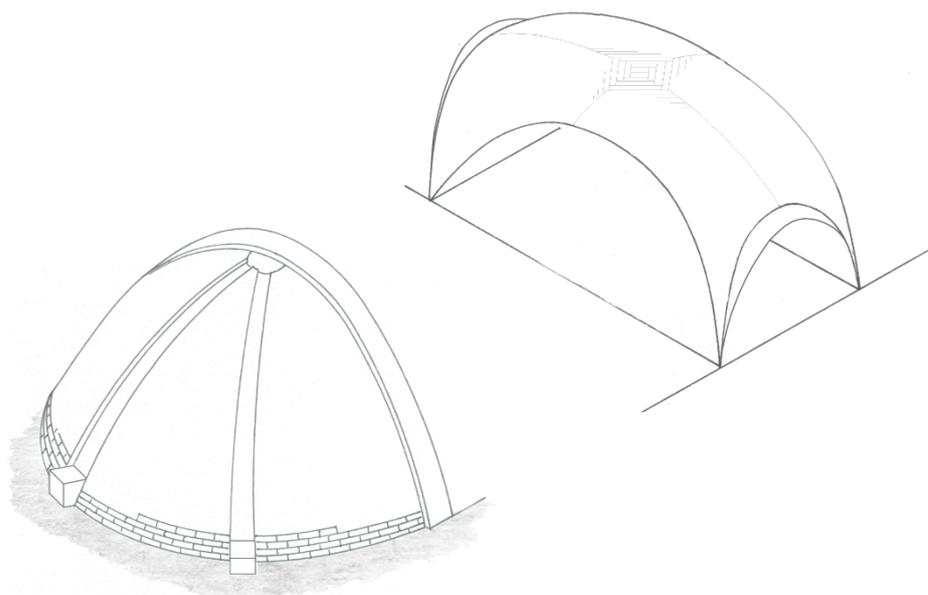


Fig. 16
 Volta a vela (a destra), volta a catino ellissoidico con nervature (a sinistra).
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁵⁹ “La volta a vela viene definita ribassata (a monta depressa) quando la monta è minore del raggio del cerchio circoscritto al poligono di base e le linee di imposta sono archi di cerchio.” In Donghi D., *op. cit.* Volume I, Parte I, p. 521.

⁶⁰ Chevalley G., *op. cit.*, p. 224.

I corpi adiacenti il presbiterio, sacrestia e stanza posta ad Ovest, presentano entrambi strutture voltate a padiglione su pianta quadrangolare. I quattro fusi componenti la volta della sacrestia presentano una tessitura dei mattoni in foglio a spina di pesce parallela alle linee di imposta, con debole dentellatura tra gli elementi dei fusi contigui.

Per ambienti di limitate dimensioni, la disposizione dei mattoni in foglio risultava essere una soluzione economica, dove *“i rischi derivanti dalla minore resistenza della struttura, erano bilanciati dai vantaggi derivanti dalla riduzione del peso proprio e quindi dalla componente orizzontale della spinta”*⁶¹ sui muri d’imposta.

La struttura voltata ha una monta pari a $\frac{1}{4}$ della corda, mentre quella a copertura della stanza ovest risulta nettamente inferiore. In quest’ultima non è visibile la tessitura a causa dello spesso strato di malta all’estradosso.

Il corridoio di accesso alla sacrestia è caratterizzato dalla presenza di particolari voltini a padiglione ribassati con basi d’imposta lungo le pareti longitudinali e su travi lignee scanalate, per accogliere i mattoni disposti in foglio a corsi paralleli alle stesse basi d’imposta.

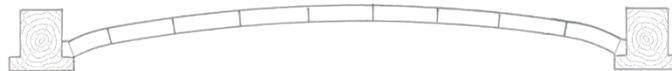


Fig. 17
Voltino a padiglione ribassato visto in sezione.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁶¹ Piccoli E., *op. cit.*, p. 120.

5.3.3 LE COPERTURE



Fig. 18
Orditura lignea della falda Ovest tra le capriate C6 e C5.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 19
Accostamento delle capriate tra il presbiterio e la navata.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

La copertura del complesso ecclesiastico segue la tradizione architettonica alpina locale, caratterizzata da una struttura portante in legno e manto di copertura in lose⁶².

Per semplicità di analisi è stato opportuno suddividere le coperture in due livelli corrispondenti alle diverse quote altimetriche: il livello superiore fa riferimento al corpo principale, quello inferiore agli ambienti ad esso adiacenti. (*Appendice Tavole_n.13,14*)

Un tetto a doppia falda con inclinazione di 28° copre la navata ed è composto da una orditura lignea alla lombarda, costituita da terzere di sezione irregolare poggianti su quattro capriate palladiane con luce di circa 10 m poste ad interasse variabile. Il manto di copertura è realizzato in lastre di pietra, lose, a spacco naturale e con dimensioni abbastanza regolari di 60 x 60 cm e spessore di circa 4 cm, le quali sono inchiodate alla travettatura montante collocata sopra le terzere.

Posta ad una quota leggermente inferiore, la copertura del presbiterio si presenta anch'essa a doppia falda nella parte centrale e termina con una falda semicircolare in corrispondenza dell'abside. Due capriate semplici con luce di circa 7 m compongono l'orditura lignea principale, esse sono sormontate da terzere a sostegno di travetti montanti e manto di copertura in lose.

⁶² I sistemi tradizionali di escavazione sfruttavano la scistosità (rompersi lungo piani preferenziali) delle rocce metamorfiche (gneiss), permettendo di ricavare con facilità lastre sottili di notevoli dimensioni. In Morra G. R., Oddi R. F., *op. cit.*, p. 68.

Nella capriata C1 è presente in sommità una controcatena che ha la funzione di sostenere l'orditura lignea a raggera composta da travetti e puntoni spingenti, i quali scaricano la spinta della copertura direttamente sulla parete perimetrale semicircolare dell'abside.

Le capriate lignee appoggiate lungo le pareti longitudinali costituiscono elementi di collegamento tra i muri; sono caratterizzate da connessioni interne ad intaglio nelle quali gli sforzi tra le varie aste si trasmettono per contatto diretto. I puntoni soggetti a compressione esercitano delle spinte sugli appoggi contrastate dalla catena orizzontale che lavora a trazione. Il monaco è l'elemento verticale di interposizione fra le sommità dei puntoni ed è sormontato dalla trave di colmo posta longitudinalmente all'asse maggiore della chiesa. Nelle capriate palladiane le due saette inclinate limitano la lunghezza libera d'inflessione dei puntoni scaricando al monaco gli sforzi di compressione a cui sono sottoposte; il monaco pertanto risulta essere teso⁶³. Le terzere e la trave di colmo, disposte parallelamente all'asse longitudinale della chiesa, possono esercitare, in condizioni sismiche, un'azione di spinta e punzonamento sulla parete di testa della facciata.

Quello che si considera come livello inferiore comprende le coperture a semplice falda inclinata della sacrestia con annesso corridoio di accesso, la stanza posta ad Ovest del presbiterio, la cappella di S. Giuseppe e la copertura curvilinea del piccolo Battistero. In questi casi l'orditura principale è composta da travi a sezione variabile poste longitudinalmente (e perciò non spingenti), su cui poggia la travettatura montante e le lose.

Il manto di copertura originale del 1840, costituito da lastre in pietra di spessore e dimensione irregolari semplicemente incastrate ed accavallate le une sulle altre, ha subito nel corso degli anni numerosi interventi manutentivi, così come riportato nel registro di *Contabilità Chiesa e Corpus Domini* della Parrocchia⁶⁴.

La mancanza di manutenzione negli ultimi decenni del Novecento ha portato il manto di copertura ad una condizione precaria, in cui lo scorrimento di alcuni elementi lapidei ha causato il percolamento della neve e delle acque meteoriche all'interno della struttura, provocando la marcescenza di numerosi elementi lignei e macchie di umidità evidenti nell'intradosso della volta e nelle murature.

In seguito a ripetute denunce⁶⁵, sul finire degli anni '90, delle critiche condizioni statiche e di conservazione in cui si trovava la fabbrica, nel 2006 vennero iniziati i lavori di rifacimento della copertura.

⁶³ Monni F., *I solai negli edifici a struttura muraria (2), le coperture*, slide, Università Politecnica delle Marche, 2010.

⁶⁴ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, AA.VV., *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

⁶⁵ Documentazione Archivio Privato Associazione Onlus Can. A. Audero.



Fig. 20
Orditura lignea a raggera che poggia sulla controcatena della capriata C1.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 21
Successione delle capriate palladiane della navata, in cui si notano gli spessori tra le diverse orditure.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

L'intervento consistette nella rimozione del manto di copertura e dell'orditura lignea secondaria, nel mantenimento delle capriate originali e nel riutilizzo di gran parte delle terzere. Ha inoltre interessato la sostituzione quasi completa dei travetti e delle lose, ad eccezione di un'esigua metratura conservatasi in buone condizioni. A cerchiatura della sommità delle pareti perimetrali della navata è stato realizzato un cordolo in calcestruzzo armato, annegato all'interno della muratura delle pareti longitudinali e a vista in quella di testa.

Seppur l'intervento abbia risolto il problema delle infiltrazioni delle acque meteoriche all'interno della struttura, esso non sembra aver migliorato il comportamento strutturale della fabbrica: il cordolo in calcestruzzo armato risulta sconnesso nelle sue parti, poste a quote differenti, e non riesce quindi a garantire una più efficace connessione delle cimase murarie.

Inoltre, allo scopo di migliorare la planarità delle falde limitando la sostituzione degli elementi lignei originali, si è dovuto ricorrere all'inserimento di spessori tra le diverse orditure, anche in questo caso rendendo meno efficace il collegamento sommitale complessivo.

L'intervento per un importo complessivo di circa 120.000 euro⁶⁶ è stato finanziato dall'Associazione Onlus Can. A. Audero, dal Comune di Giaveno, dalla Regione Piemonte, dalla Fondazione CRT⁶⁷ e da privati.

⁶⁶ Computo metrico Estimativo, Documentazione Archivio Privato Associazione Onlus Can. A. Audero.

⁶⁷ 12.500 euro dal Comune di Giaveno, 10.000 euro dalla Regione Piemonte, 11.000 euro dalla Fondazione CRT. Documentazione Archivio Privato Associazione Onlus Can. A. Audero.

5.3.4 LE CONNESSIONI - I TIRANTI METALLICI

La qualità meccanica di un edificio murario, come suggerisce la regola dell'arte, dipende oltre che dalla qualità delle tessiture (geometria e disposizione degli elementi lapidei) anche dalla connessione tra i diversi elementi murari. Nella chiesa di S. Michele Arcangelo le connessioni sono garantite da solidi cantonali costituiti da pietre sbozzate di notevoli dimensioni e di forma rettangolare, il cui lato maggiore è posto alternatamente su una parete o sull'altra⁶⁸. Il comportamento scatolare del manufatto è reso efficace, inoltre, dalla presenza di tiranti metallici.

I tiranti o catene sono elementi costruttivi in acciaio a sviluppo lineare, impiegati con funzioni strutturali di ritegno e consolidamento di strutture murarie. La loro funzione principale è quella di contrastare la componente orizzontale della spinta delle volte, impedendo il ribaltamento delle pareti esterne, vincolandole a quelle ortogonali ad esse (controllo dei meccanismi di I modo). Il sistema statico consiste nella messa in opera, all'interno o all'esterno dello spessore della muratura, di barre metalliche sollecitate a trazione e trattenute agli estremi da opportuni capochiave posti sulle facce esterne.⁶⁹

La soluzione costruttiva riscontrata nel manufatto vede l'utilizzo di barre a sezione circolare e profilati piatti in acciaio, con capochiave esterno a paletto inserito nell'asola terminale dell'elemento, ottenuto mediante battitura a caldo e sagomato a cuneo. Esso rappresenta il tipo di tirante proprio della tradizione più antica.

Nella navata sono presenti dei tiranti posti sopra la cornice dell'ordine architettonico, due lungo le pareti Est e Ovest, con funzione di ammassamento tra la facciata e l'arco trionfale e uno lungo la controfacciata. Le barre piatte in acciaio con sezione rettangolare di 10x40 mm sono composte da più elementi sovrapposti opportunamente collegati tramite spinotti, vista la luce totale rispettivamente di 14 m e di 10.70 m.

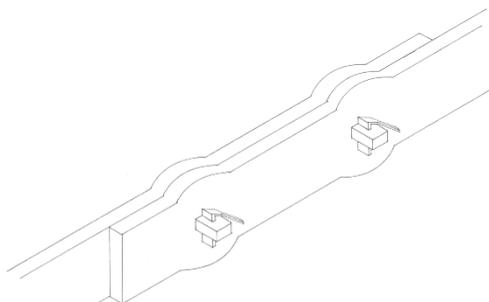


Fig. 22
Collegamento tramite spinotti di due elementi del tirante piatto in acciaio.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁶⁸ Doglioni F., Moretti A., Petrini V. (a cura di), *C. N. R. Gruppo Nazionale per la difesa dai terremoti, Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste, 1994, p. 248.

⁶⁹ Donà C. (a cura di) con la collaborazione di De Maria A., *Manuale delle murature storiche, Volume II, Schede operative per gli interventi di restauro strutturale*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2011, pp. 212-214.

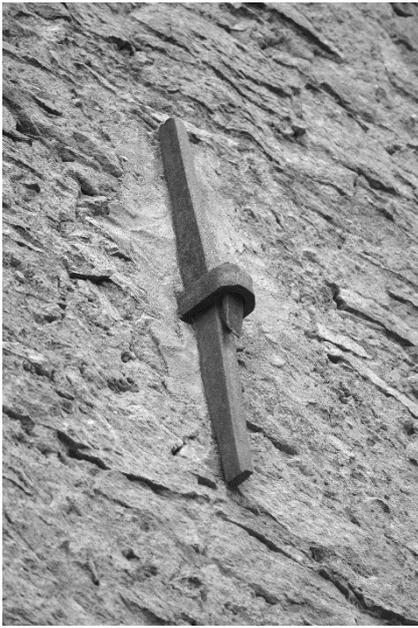


Fig. 23
Capochiave esterno a paletto.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

Trasversalmente all'asse principale della chiesa vi sono tre ulteriori tiranti posti all'altezza dei reni della volta a botte, con funzione di contrasto della spinta della stessa sulle pareti longitudinali. Il tirante in corrispondenza della nervatura centrale ha diametro \varnothing 40 mm ed è costituito da un unico elemento. I due tiranti posti alle estremità della volta, a ridosso dei muri di testa, sono stati posati in opera nel recente intervento del 2006, hanno un diametro \varnothing 26 mm e sono costituiti da due elementi con estremità filettata e manicotto tenditore centrale.

Vi è, inoltre, un ulteriore tirante doppio visibile solo all'esterno, annegato nella muratura del setto dell'arco trionfale, probabilmente con funzione di connessione tra il presbiterio e la navata.



Fig. 24
Capochiave esterno a paletto con tirante doppio.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

I corpi annessi, quali la sacrestia e la stanza posta ad Ovest del presbiterio, presentano anch'essi dei tiranti metallici la cui funzione è quella di garantire una miglior connessione con il corpo principale. Nella sacrestia vi sono tre profilati piatti in acciaio posti sopra la piccola cornice alla base d'imposta della volta a padiglione. Un ulteriore tirante visibile solo esternamente sul prospetto Nord è situato all'estradosso della volta e si innesta nella parete del presbiterio. La stanza opposta alla sacrestia, addossata al pendio, risulta connessa al presbiterio esclusivamente tramite due catene visibili solo esternamente, con capochiave inclinati a 45° e passanti nel rinfianco della volta.



6. VERIFICHE SISMICHE

6.1 STORIA SISMICA LOCALE

Nel 2010 la Regione Piemonte, con D.G.R. n. 11-13058, ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica del territorio e all'adeguamento dell'elenco delle zone sismiche individuando tre categorie: 3S, 3, 4.

La zona 3S a più alto rischio sismico comprende 44 comuni, di cui 2 nel cuneese, 2 nel Verbano-Cusio-Ossola e ben 40 nella città Metropolitana di Torino, concentrati nelle valli Pellice, Germanasca, Chisone, Susa e Sangone, tra cui il comune di Giaveno.

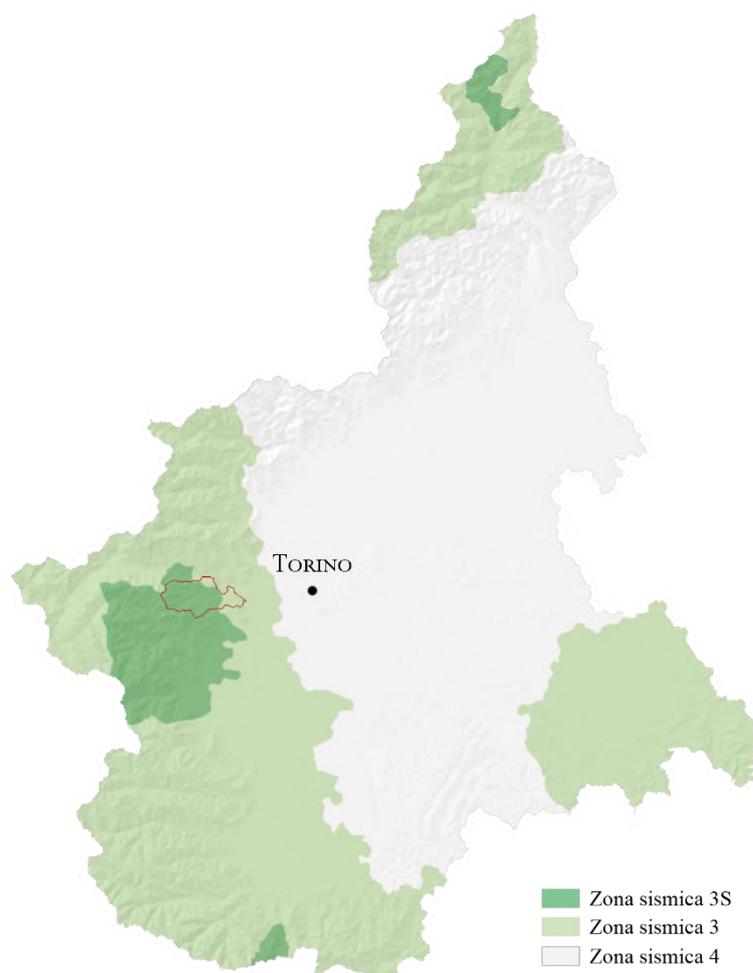


Fig. 1
Classificazione delle zone sismiche della Regione Piemonte nel 2010.

La storia sismica dell'area assume un peso significativo nell'analisi di vulnerabilità del manufatto e permette una migliore lettura del quadro fessurativo attuale. Dalla consultazione della banca dati storica dell'INGV¹ si osserva che terremoti di VII grado MCS² non sono rari in Val Sangone, e la chiesa di Provonda ne è stata più volte vittima.

I terremoti³ che hanno interessato la chiesa di S. Michele Arcangelo con intensità macrosismica superiore al V grado MCS sono riportati nella Tab.1.

Anno	Epicentro	Latitudine	Longitudine	I _{epicentro}	km da Provonda	I _{Provonda}
1886	B.ta Maddalena - Giaveno	45.036	7.306	7	2,78	7
1887	Imperia	43.891	7.992	9	135,00	5
1914	loc. Sala - Giaveno	45.050	7.360	7	5,30	6_7
1969	Avigliana	45.089	7.381	5	9,60	5
1980	B.ta Provonda - Giaveno	45.013	7.319	7	-	7
1990	None	44.918	7.558	6	21,5	5
2005	Borgone di Susa - Condove	45.129	7.275	5	13,3	5
2011	Dalmassi - Giaveno	45.016	7.365	5	3,6	5

Tab. 1

I Terremoti di intensità superiore a V MCS risentiti a Giaveno.

Ad eccezione del terremoto del 1980, per la quale si dispone di una valutazione diretta, le intensità risentite a Provonda sono dedotte da quelle attribuite a località limitrofe.

Il primo evento sismico di forte intensità, risalente al 1886, causò ingenti danni alla copertura e alla struttura muraria, tanto da rendere necessari lavori di riparazione⁴ eseguiti negli anni immediatamente successivi. Notizie di questo terremoto sono presenti in due dei principali repertori sismologici: Baratta 1901 e Mercalli 1897, i quali utilizzano informazioni presenti nel Bollettino Mensuale dell'Osservatorio di Moncalieri pubblicato nel 1887 e quelle riportate nel Bollettino del Vulcanesimo Italiano (De Rossi, 1887)⁵.

¹ Database macrosismico italiano dal 1000 al 2014 DBMI15 e Catalogo parametrico dei terremoti italiani dal 1000 al 2014 CPTI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

² Il VII grado, definito come molto forte, provoca la "caduta di fumaioli e lesioni negli edifici".

La definizione della scala macrosismica con cui Mercalli propose di misurare la capacità distruttiva dei terremoti contiene la descrizione dei danni che l'evento produce sugli edifici. Si fa riferimento ad un panorama di edificato sostanzialmente uniforme che impiega come metodo costruttivo la tecnica muraria.

³ Ibidem.

⁴ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita, anno 1886-87* di M. C. Siccardi in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 - 1952*.

⁵ Archivio Macrosismico GNDT, *Studi preliminari di terremoti attraverso i repertori sismologici*, Milano, 1995.

Nel 1914 un secondo sisma danneggiò nuovamente la fabbrica, così come denunciato anche dal Teol. Tabacco nella Relazione sullo stato delle chiese del 1926, dove afferma che: “*le pareti presentano in vari punti gli effetti del terremoto*”⁶.

A seguito di questo avvenimento non vi è documentazione alcuna che attesti l’esecuzione di interventi di consolidamento o ripristino dell’apparato murario lesionato. Quest’ultimo si ipotizza che sia stato ulteriormente aggravato dal sisma del 1980, manifestatosi con un’intensità del VII grado MCS ed epicentro proprio nella borgata di Provonda (intensità epicentrale), il quale portò al quadro fessurativo attuale.

Per intensità e vastità dell’area interessata, quest’ultimo evento si colloca tra i più importanti della storia sismica del Piemonte. Le osservazioni macrosismiche relative a questa scossa sono riportate nel Bollettino Macrosismico dell’Istituto Nazionale di Geofisica (BMING, 1980)⁷, oltre a numerose informazioni di cronaca rilasciate dalle testate giornalistiche⁸ dell’epoca.

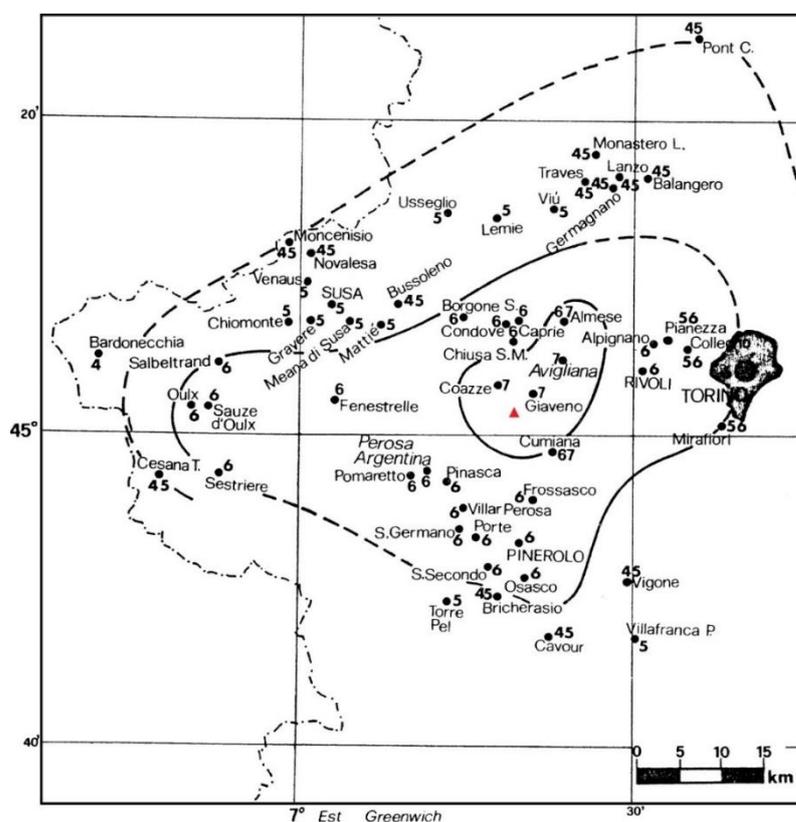


Fig. 2
 Isoisime di propagazione del terremoto del 1980 - Giaveno (To).
 Fonte: Bollettino Macrosismico dell’Istituto Nazionale di Geofisica (BMING, 1980)

⁶ Archivio Arcivescovile di Torino, sezione 8.2.39, foglio n. 314, Relazione, parte prima, capo I, par.5, Teol. F. Tabacco, Provonda, 1926.

⁷ AA.VV. *Materiali per un catalogo dei terremoti italiani: revisione della sismicità minore del territorio nazionale. Quaderni di Geofisica, 57*, INGV, Roma, 2008.

⁸ A.s., *Terremoto: tanta paura, feriti leggeri*, in La Stampa, Cronaca di Torino, anno 114 – numero 5, 06 gennaio 1980.

6.2 ANALISI DEL QUADRO FESSURATIVO

L'analisi approfondita del quadro fessurativo rappresenta uno strumento di lavoro indispensabile per la valutazione della stabilità dell'edificio.

Le lesioni mettono in evidenza il dissesto statico delle strutture e si manifestano quando queste subiscono delle interruzioni di continuità per la rottura del materiale di cui sono costituite.

I fenomeni fessurativi assumono aspetti caratteristici mutevoli al variare delle cause scatenanti, della natura del materiale, dell'ambiente e delle strutture. Essi riguardano solidi costituiti da materiali essenzialmente fragili e poco resistenti a trazione, la cui rottura si verifica subito dopo il superamento del limite elastico, essendo la fase plastica praticamente trascurabile.

La lesione evolve da una fase capillare iniziale ad una fase avanzata, sviluppandosi lungo una direttrice fessurativa in varie forme, tuttavia solo dopo il completo distacco e in assenza di altri vincoli, il solido, in sede di cedimento, è effettivamente libero di seguire il moto impressogli dal cedimento medesimo.⁹

Da una prima osservazione dello stato di conservazione interno della chiesa, si possono distinguere le fessure in microlesioni che interessano solo lo strato dell'intonaco, causate da contrazioni superficiali del materiale, indotte dalla presenza di umidità; e lesioni profonde non passanti nella muratura dovute a cedimenti statici.

Le lesioni profonde lungo le pareti longitudinali si trovano in corrispondenza dei punti di maggior fragilità della struttura e seguono un andamento parallelo ma reciprocamente inverso, ovvero se da un lato tendono dalla controfacciata al presbiterio, dall'altro all'opposto tendono dal presbiterio alla controfacciata. Partendo dalle nervature delle volte, le lesioni si sviluppano lungo una direttrice diagonale passando attraverso le aperture, poste nelle lunette sopra l'ordine architettonico, e proseguendo nella muratura sottostante. (*Appendice Tavole_n.7,8*)

L'arco trionfale posto tra la navata e l'abside presenta lesioni dovute ad un progressivo allontanamento delle imposte e conseguente abbassamento in chiave. Il fenomeno in atto è contrastato dalla catena passante all'estradosso dell'arco stesso, mentre il suo comportamento asimmetrico è dato dalla presenza di un vincolo esterno, costituito dal corridoio della sacrestia posto lungo la parete longitudinale est. (*Appendice Tavole_n.10*)

⁹ Valfrè C., *Analisi del quadro fessurativo absidale e proposta di recupero della chiesa di San Lorenzo di Barbaso a Mombello di Torino*, tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura per il Restauro, 2008, relatori: prof. Tulliani J.M., prof. Ventura G.

La controfacciata presenta lesioni in mezzeria con profilo pressoché verticale ed in corrispondenza di discontinuità, quali il rosone e il portale d'accesso. Esse sono generate dall'azione fuori dal piano delle pareti laterali. (*Appendice Tavole_n.9*)

Il quadro fessurativo non ha determinato scompaginazioni della tessitura muraria in virtù delle buone caratteristiche dell'apparecchiatura e di adesione – coesione della malta¹⁰. Inoltre, si ipotizza che lo stato attuale sia frutto dell'ultimo evento sismico di forte intensità del 1980¹¹ e non che sia causato da assestamenti o cedimenti differenziali delle fondazioni a diretto contatto con la roccia.

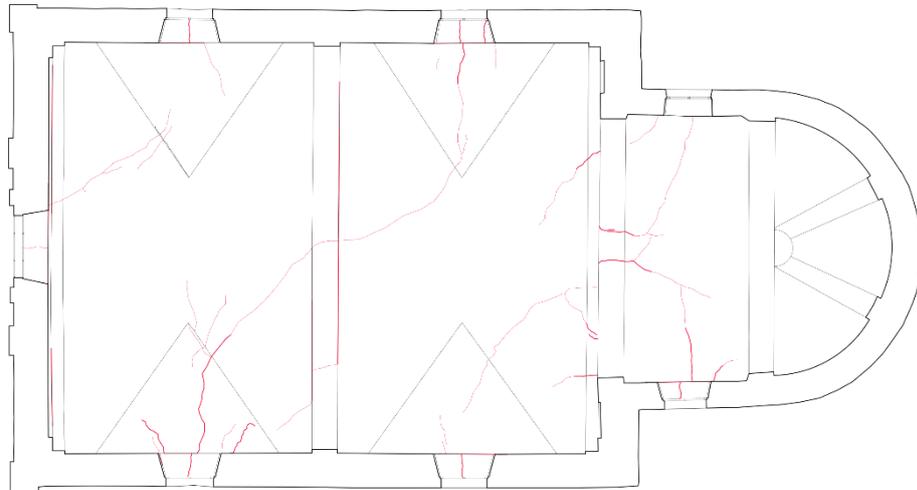


Fig. 3
Pianta dell'intradosso delle volte – quadro fessurativo, fuori scala.

¹⁰ Parte II, § 5.3 La chiesa: caratteristiche strutturali e costruttive.

¹¹ Parte II, § 6.1 Storia sismica locale.

6.3 INTERPRETAZIONE DEL QUADRO FESSURATIVO E PREVISIONE DEI DANNI SISMICI

“Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi [...] assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura. Meccanismi locali si verificano nelle pareti murarie prevalentemente per azioni perpendicolari al loro piano [...]. Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali di danno e collasso (nel piano e fuori piano) possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematico.”¹²

L'analisi degli elementi strutturali e delle relative connessioni porta inevitabilmente alla considerazione del comportamento del manufatto come se fosse un organismo unitario. È opportuno però osservare che l'opera muraria tradizionale, come collegamento tra i diversi ordini di pareti non presenta altro che il debole ammorsamento delle pietre e l'aderenza della malta. Questa intrinseca precarietà delle connessioni preclude un comportamento d'assieme e porta l'edificio a reagire alle azioni sismiche per porzioni strutturali indipendenti, ciascuna delle quali sopporta i carichi ad essa direttamente applicati senza apprezzabile coinvolgimento delle porzioni contigue.¹³

Lo studio del comportamento sismico della struttura viene perciò eseguito considerando separatamente le sue parti, assunte come unità di riferimento convenzionalmente definite *macroelementi*.

Per *macroelemento* si intende una parte costruttivamente riconoscibile del manufatto, identificabile non solo sotto l'aspetto architettonico e funzionale, ma soprattutto dov'è presente un comportamento unitario della struttura, riconoscibile dal quadro fessurativo, in seguito ad eventi sismici tale da consentire la descrizione dei meccanismi locali di danno con minor complessità¹⁴. Le interazioni tra i *macroelementi* non avvengono lungo linee ben definite, ma in un'area che comprende una parte più o meno estesa del *macroelemento* adiacente.

L'azione sismica agente perpendicolarmente al piano delle pareti evidenzia la condizione di massima fragilità della struttura muraria, causando il distacco e il successivo ribaltamento fuori piano delle pareti poco vincolate; quando i collegamenti presentano qualche efficacia tale ribaltamento è solo parziale,

¹² NTC 2008, Allegato A, Cap. C8D, p. 386.

¹³ Carocci C. F., Tocci C. (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture*, Gangemi Editore, Roma, 2010, p. 191.

¹⁴ Doglioni F., Moretti A., Petrini V. (a cura di), *C. N. R. Gruppo Nazionale per la difesa dai terremoti, Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste, 1994, pp. 71 – 73.

ma comunque identifica un meccanismo di danneggiamento che prende il nome di *primo modo di danno*¹⁵.

L'utilizzo di tiranti può impedire il ribaltamento delle pareti verso l'esterno trasferendo il compito di resistere alle forze orizzontali del sisma ai muri ad esse ortogonali. Quando anche la resistenza di queste pareti viene superata si producono lesioni diagonali nel piano e si innesca un altro meccanismo di danneggiamento che prende il nome di *secondo modo di danno*¹⁶. Esso si verifica solo se il primo è stato evitato, ed è innescato da un'intensità sismica notevolmente superiore a quella che ribalta fuori dal piano le pareti non vincolate.

I meccanismi di secondo modo non si presentano rovinosi, tanto che a tale modalità di danno si può dare la definizione di meccanismo duttile, infatti le lesioni nelle pareti murarie possono raggiungere la larghezza di diversi centimetri senza che si producano pericolose perdite di equilibrio.

In riferimento all'analisi del quadro fessurativo, alla buona concatenazione dei supporti murari nell'apparecchiatura del muro e delle caratteristiche di coesione della malta, è riscontrabile un comportamento della struttura a grandi blocchi. La presenza di poche lesioni isolate e ben distinguibili suddividono le pareti perimetrali in parti anche di notevoli dimensioni, conservando la loro integrità.

¹⁵ Carocci C. F., Tocci C., *op. cit.*, p. 87.

¹⁶ *Ibidem*, p. 89.

6.3.1 INDIVIDUAZIONE DEI *MACROELEMENTI* E DEI MECCANISMI LOCALI DI DANNO

“Nelle costruzioni esistenti in muratura soggette ad azioni sismiche [...] si possono manifestare meccanismi locali e meccanismi d’insieme. I meccanismi locali interessano singoli pannelli murari o più ampie porzioni della costruzione, e sono favoriti dall’assenza o scarsa efficacia dei collegamenti tra pareti e orizzontamenti e negli incroci murari. I meccanismi globali sono quelli che interessano l’intera costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente nel loro piano”¹⁷.

Nella fabbrica sono stati individuati quattro principali *macroelementi*, i quali rappresentano il risultato di una prima osservazione generale del modo di disporsi dei fenomeni di danno e costituiscono l’unità di rilevamento entro la quale tali fenomeni saranno più compiutamente descritti.

Per ogni *macroelemento* sono stati ipotizzati uno o più meccanismi locali di danno, che in parte interpretano il quadro fessurativo rilevato, in parte modellano meccanismi potenzialmente attivabili in occasione di eventi sismici futuri. (*Appendice Tavole_n.20*)

Per essi si sono svolte verifiche di I (ribaltamento) e di II (taglio) modo riportate in *Appendice III*.

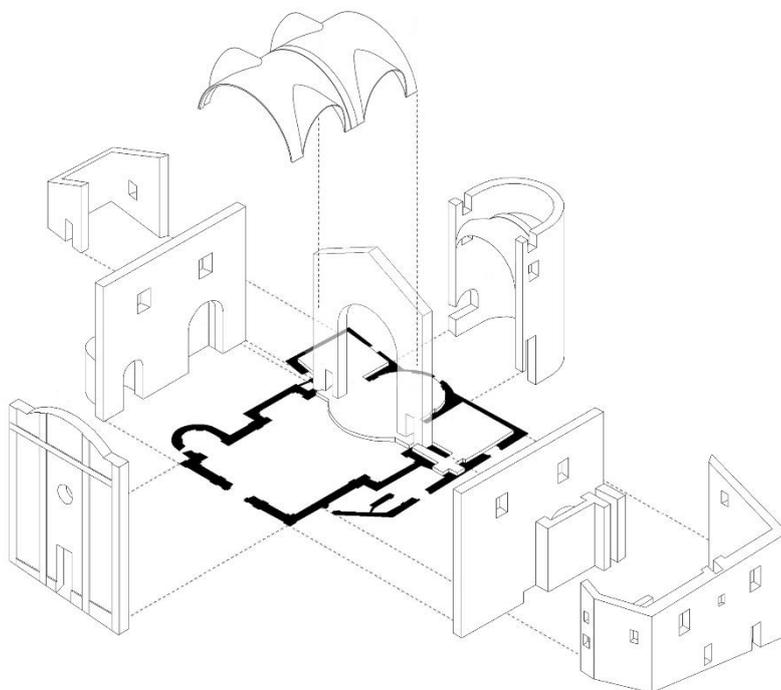


Fig. 4
Esplosione assometrica della chiesa – suddivisione per *macroelementi*.

¹⁷ NTC 2008, § 8.7.1, p. 331.

6.3.2 I MODO DI DANNO

LA FACCIATA

Il pannello murario di facciata, ben ammorsato alle pareti laterali, presenta un'ulteriore azione di ritegno svolta dalle catene metalliche che, trattenendolo a metà altezza ne impediscono la rotazione fuori piano. Indubbiamente tali connessioni sono efficaci e si oppongono all'azione ribaltante che il sisma può esercitare.

L'orditura lignea secondaria svolge un'azione spingente fuori dal piano nei confronti della parte sommitale, corrispondente al timpano. La volta a botte risulta in gran parte sconnessa alla facciata, non aggravando quindi la spinta verso l'esterno¹⁸.

Il quadro fessurativo mostra una concentrazione delle lesioni in corrispondenza dei fori in asse costituiti dal rosone centrale e dal sottostante portale d'accesso. La lesione parte dalla chiave di volta con andamento verticale sino al rosone e si dirama verso le estremità del portale. Queste linee di discretizzazione evidenziano come l'allineamento delle aperture risulti essere un significativo fattore di indebolimento del pannello murario.

Nei meccanismi seguenti si considera la componente orizzontale dell'azione sismica agente lungo l'asse longitudinale della chiesa in direzione N-S.

Meccanismo locale di danno A_ Appendice III, scheda 1

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano dell'intera facciata attorno ad una cerniera orizzontale posta sullo spigolo di base. Tale meccanismo presuppone il venir meno dell'efficacia dei vincoli esistenti costituiti dalle catene metalliche e dall'immorsatura con le pareti laterali.

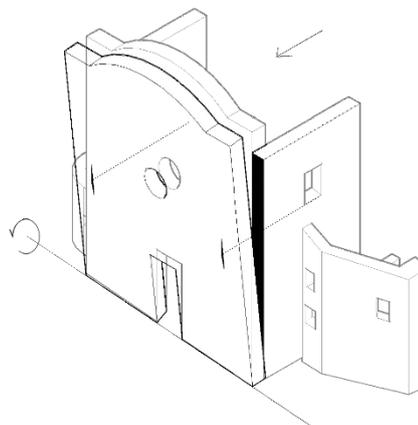


Fig. 5

¹⁸ Parte II, § 5.3.2 Le volte.

Meccanismo locale di danno B_ Appendice III, scheda 2

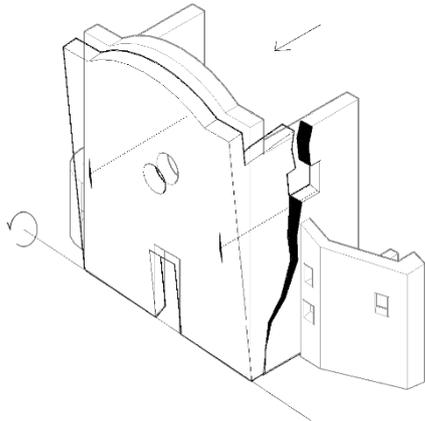


Fig. 6

Si ipotizza la rotazione fuori piano dell'intera facciata, attorno ad una cerniera orizzontale posta sullo spigolo di base, con trascinarsi delle pareti laterali fino alle lesioni rilevate¹⁹. Tale meccanismo, dedotto dall'analisi del quadro fessurativo, presuppone il venir meno dell'efficacia del vincolo costituito dalle catene metalliche (o un'eccessiva deformazione elastica di quest'ultime).

Meccanismo locale di danno C_ Appendice III, scheda 3

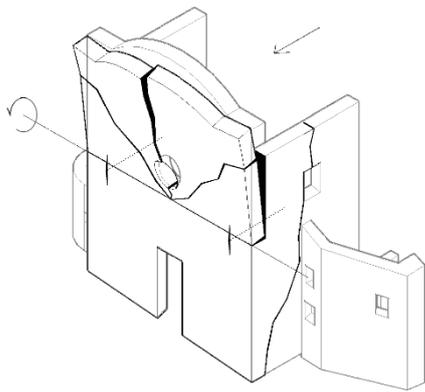


Fig. 7

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano della parte sommitale della facciata attorno ad una cerniera orizzontale posta alla quota delle catene metalliche. Il meccanismo potrebbe evolvere con la rottura per flessione orizzontale della parte centrale. Tale meccanismo presuppone il venir meno dell'efficacia del vincolo esistente, costituito dalle connessioni tra le pareti.

¹⁹ Parte II, § 6.2 Analisi del quadro fessurativo.

L'ABSIDE

Il presbiterio, presentando una limitata larghezza del pannello murario rispetto all'altezza, viene considerato un unico *macroelemento* con il catino absidale di forma semicircolare. Nell'insieme risulta ben connesso all'arco trionfale, seppur non vi siano catene metalliche passanti. La copertura lignea presenta puntoni disposti a raggera i quali esercitano una spinta non compensata direttamente sulla parete absidale, contrastata solamente dall'ingranamento degli elementi lapidei e dalla coesione della malta.

Il quadro fessurativo mostra due lesioni profonde non passanti con andamento leggermente obliquo, poste in corrispondenza delle aperture laterali, fattore di indebolimento del pannello murario. Ai lati est ed ovest, i corpi addossati ed in parte ancorati al corpo principale costituiscono dei vincoli esterni.

Nel seguente meccanismo si considera la componente orizzontale dell'azione sismica agente lungo l'asse longitudinale della chiesa in direzione S-N.

Meccanismo locale di danno D_ Appendice III, scheda 4

Si ipotizza la rotazione del catino absidale per la parte delimitata dalle lesioni oblique che passano per le aperture sommitali. Tale meccanismo trascura il vincolo costituito dai corpi adiacenti che partecipano al movimento con il ribaltamento parziale attorno a cerniere (lesioni) diagonali.

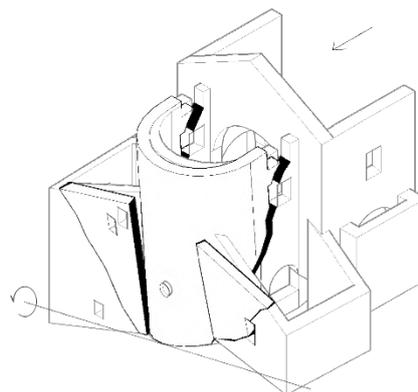


Fig. 8

LE PARETI LATERALI

Le pareti laterali sono costituite dai pannelli murari della navata con un rapporto tra larghezza e altezza quasi unitario ($L/H \cong 1$). Esse risultano nel complesso efficacemente connesse alla facciata e all'arco trionfale grazie alla buona tessitura dell'apparato murario e inoltre per la presenza di catene metalliche longitudinali poste sopra l'ordine architettonico.

Poco sopra la mezzeria del pannello murario s'impone la volta a botte, che svolge un'azione spingente verso l'esterno. Quest'ultima è contrastata sia dalle tre catene metalliche poste circa all'altezza del rena della volta sia dall'orditura lignea primaria, che, collegando le pareti in sommità, svolge un effetto positivo rispetto le azioni fuori dal piano.

Il quadro fessurativo mostra la formazione di grandi blocchi delimitati da lesioni profonde non passanti ad andamento prevalentemente obliquo, poste in corrispondenza delle aperture.

Nel seguente meccanismo si considera la componente orizzontale dell'azione sismica agente lungo l'asse trasversale della chiesa in direzione E-O.

Meccanismo locale di danno E_ Appendice III, scheda 5

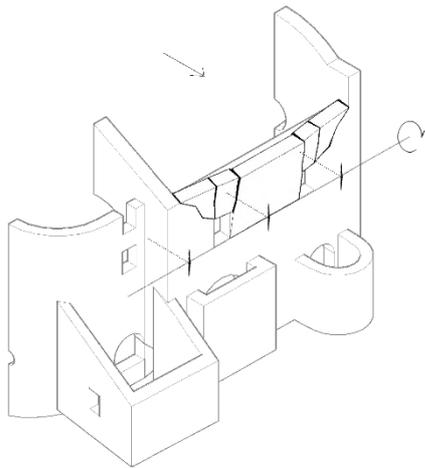


Fig. 9

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano della parte sommitale della parete, nel tratto tra le due aperture, attorno ad una cerniera orizzontale posta alla base delle aperture stesse, con sconnessioni laterali necessarie a ristabilire la congruenza geometrica del cinematismo. Tale meccanismo presuppone l'inefficacia del vincolo costituito dal cordolo esistente, non connesso alla muratura sottostante.

IL CORRIDOIO

Il corridoio di accesso alla sacrestia è costituito da un pannello murario poligonale ben ammorsato alla sacrestia, ma semplicemente addossato al corpo principale della chiesa. La scarsa efficacia delle connessioni è data anche dall'assenza di catene metalliche. L'orditura lignea della copertura ad unica falda inclinata non svolge un'azione di trattenuta del paramento esterno in quanto le travi sono disposte parallelamente al paramento stesso; svolge però un'azione spingente il puntone situato in corrispondenza dell'angolata.

Le fondazioni del corridoio, costruito su un terreno di riporto in pendenza, hanno subito un cedimento differenziale, denunciato dal fuori piombo della parete est. Il quadro fessurativo infatti, mostra una concentrazione di lesioni profonde in corrispondenza degli spigoli dovuti ai cambi di direzione del pannello murario e nel punto di connessione tra il corridoio e il corpo principale della chiesa.

Nel seguente meccanismo si considera la componente orizzontale dell'azione sismica agente lungo l'asse trasversale della chiesa in direzione O-E.

Meccanismo locale di danno F_ Appendice III, scheda 6

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano della parte centrale della parete rivolta ad est, attorno ad una cerniera orizzontale posta alla base dello stesso. Tale meccanismo presuppone il venir meno dell'efficacia dei vincoli esistenti, costituiti esclusivamente dalle deboli connessioni tra le pareti.

L'azione spingente della copertura, in corrispondenza dell'angolata, porta il meccanismo ad aggravarsi ulteriormente con la formazione di lesioni oblique passanti per i punti di discontinuità e convergenti alla base del pannello centrale. Tali lesioni causano la rotazione fuori dal piano delle parti murarie lungo l'asse di rottura.

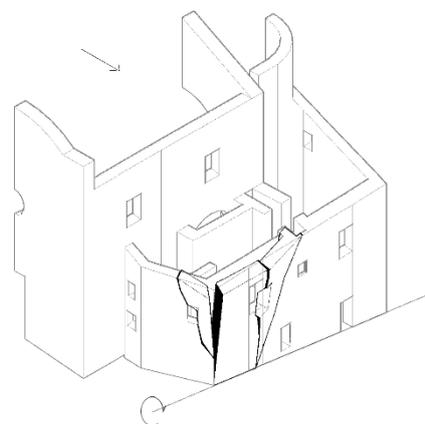


Fig. 10

6.3.3 II MODO DI DANNO

Nell'ipotesi in cui i tiranti che ancorano la facciata alle pareti laterali siano efficaci nella loro azione di contenimento, il compito di resistere alle forze orizzontali indotte dal sisma passa alle pareti laterali. Queste presentano una resistenza notevolmente superiore, poiché offrono la loro dimensione maggiore all'eccentricità dell'azione che li sollecita. Il superamento della resistenza anche di questi muri introduce un altro tipo di danno consistente in lesioni che tagliano diagonalmente il piano del muro.

Il meccanismo di rottura viene verificato calcolando la resistenza a taglio per azioni nel piano delle pareti laterali Est e Ovest. Quest'ultime non vengono considerate nella loro estensione planimetrica totale (dalla facciata all'arco trionfale), ma è sufficiente verificare porzioni ridotte delle stesse prive di grandi aperture.

Le due pareti oggetto di verifica sono riportate negli schemi seguenti, con l'azione sismica agente lungo l'asse longitudinale della chiesa in direzione N-S.

Meccanismo locale di danno G_ Appendice III, scheda 7

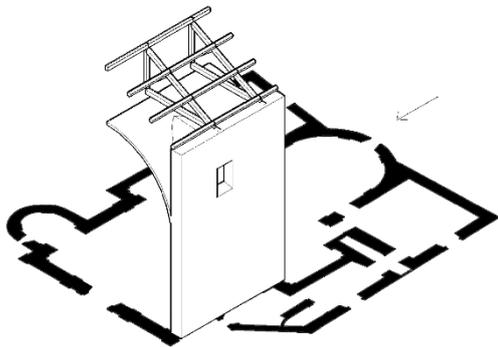


Fig. 11

Meccanismo locale di danno H_ Appendice III, scheda 8

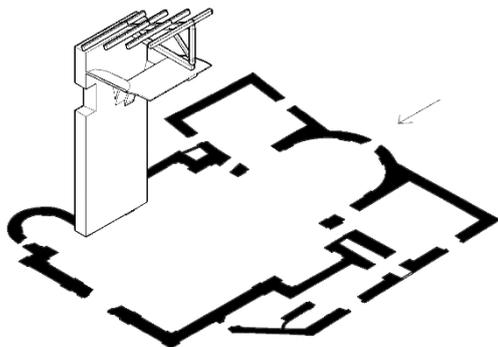


Fig. 12

APPENDICE III

Con le verifiche sismiche si vuole esprimere un giudizio sull'efficacia antisismica o sulla parziale o totale inefficienza della struttura originaria, con l'intento di dimostrare l'accettabilità di un intervento di restauro che riconduca la struttura alla sua configurazione originale.

In questa appendice vengono presentate le verifiche relative ai meccanismi locali di I e II modo di danno dei *macroelementi* individuati nella chiesa di S. Michele Arcangelo. La loro trattazione è organizzata in schede che illustrano il criterio di verifica in linea teorica e ne mostrano un'applicazione in termini numerici. Il criterio su cui tali verifiche sono fondate risiede nella consapevolezza che il collasso della struttura muraria avviene per perdita di equilibrio di porzioni strutturali piuttosto che per il superamento di stati tensionali limite. L'analisi è quindi rivolta all'individuazione delle condizioni di equilibrio e alla valutazione del massimo valore della spinta sismica che lo soddisfa.

L'analisi è svolta secondo le indicazioni delle NTC 2008 – verifica dei meccanismi di I modo mediante l'analisi cinematica lineare¹ (Circolare n.617/2009, § C8A.4.1) e dei meccanismi di II modo mediante la valutazione della resistenza a taglio (Circolare n.617/2009, § C8.7.1.5) – assumendo come valore di domanda dell'azione sismica l'accelerazione massima al suolo (PGA) attesa per il sito in esame ($a_g = 0.119g$)².

La buona tessitura muraria della chiesa porta a considerare il comportamento delle porzioni riscontrate *“come corpi rigidi non resistenti a trazione; la debole resistenza a trazione della muratura porta infatti ad un collasso per perdita di equilibrio, la cui valutazione non dipende in modo significativo dalla deformabilità della struttura, ma dalla sua geometria e dai vincoli”*³.

¹ Con le semplificazioni riportate in § III.2 (vedi infra).

² Si tratta del valore della pericolosità sismica di base, ovvero dell'accelerazione al suolo con probabilità di superamento del 10% (relativa allo SLV) in 50 anni (periodo di riferimento per opere ordinarie in classe d'uso II), documento Excel SPETTRI – NTC 2008 ver. 1.0.3 fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

³ NTC 2008, Circolare n. 617/2009, § C8.7.1.6, p. 308.

III.1 VALUTAZIONE DEL PESO PROPRIO

Per giungere alle verifiche sopracitate è necessario calcolare i pesi propri della muratura e della copertura dei singoli *macroelementi* individuati nella fabbrica.

PESO DELLA MURATURA

$$P_m = V \cdot \gamma_m$$

V è il volume della porzione di muratura interessata

γ_m è il peso specifico

per una muratura in pietre a spacco con buona tessitura vale 21 kN/m^3 .

PESO DELLA COPERTURA

$$P_c = (P_{c'} \cdot A) + P_{capr}$$

$P_{c'}$ è il peso dell'orditura lignea secondaria (terzere e travetti) e del manto di copertura in lose al m^2

A è l'area di influenza della copertura gravante sulla porzione di muratura interessata

P_{capr} è il peso medio della capriata lignea semplice o palladiana

Il calcolo del peso degli elementi in copertura è funzione del peso specifico del materiale γ , e vale:

per il legno di larice rosso $\gamma_{legno} = 6 \text{ kN/m}^3$

per lo gneiss $\gamma_{lose} = 27 \text{ kN/m}^3$

Peso della copertura ($P_{c'}$) della navata al m^2

$$P_{c'} = \frac{P_{lose} + P_{tr}}{\cos 28} + P_t \qquad P_{c'} = \frac{1.62 + 0.23}{\cos 28} + 0.23 = 2.33 \text{ kN/m}^2$$

P_{lose} è il peso delle lose al m^2

$$P_{lose} = 1.50 \cdot s \cdot \gamma_{lose} \qquad P_{lose} = 1.50 \cdot 0.04 \cdot 27 = 1.62 \text{ kN/m}^2$$

P_{tr} è il peso dei travetti al m^2

$$P_{tr} = \frac{b \cdot h \cdot \gamma_{legno}}{i} \qquad P_{tr} = \frac{0.1 \cdot 0.1 \cdot 6}{0.26} = 0.23 \text{ kN/m}^2$$

P_t è il peso delle travi al m^2

$$P_t = \frac{b \cdot h \cdot \gamma_{\text{legno}}}{i} \qquad P_t = \frac{0.24 \cdot 0.24 \cdot 6}{1.50} = 0.23 \text{ kN/m}^2$$

Peso della copertura ($P_{c'}$) dell'abside al m^2

$$P_{c'} = \frac{P_{\text{lose}} + P_{\text{tr}}}{\cos 28} + P_t \qquad P_{c'} = \frac{P_{\text{lose}} + P_{\text{tr}}}{\cos 28} + P_t = 2.50 \text{ kN/m}^2$$

P_{lose} è il peso delle lose al m^2

$$P_{\text{lose}} = 1.50 \cdot s \cdot \gamma_{\text{lose}} \qquad P_{\text{lose}} = 1.50 \cdot 0.04 \cdot 27 = 1.62 \text{ kN/m}^2$$

P_{tr} è il peso dei travetti al m^2

$$P_{\text{tr}} = \frac{b \cdot h \cdot \gamma_{\text{legno}}}{i} \qquad P_{\text{tr}} = \frac{0.1 \cdot 0.1 \cdot 6}{0.15} = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

P_t è il peso delle travi al m^2

$$P_t = \frac{b \cdot h \cdot \gamma_{\text{legno}}}{i} \qquad P_t = \frac{0.20 \cdot 0.20 \cdot 6}{1.10} = 0.22 \text{ kN/m}^2$$

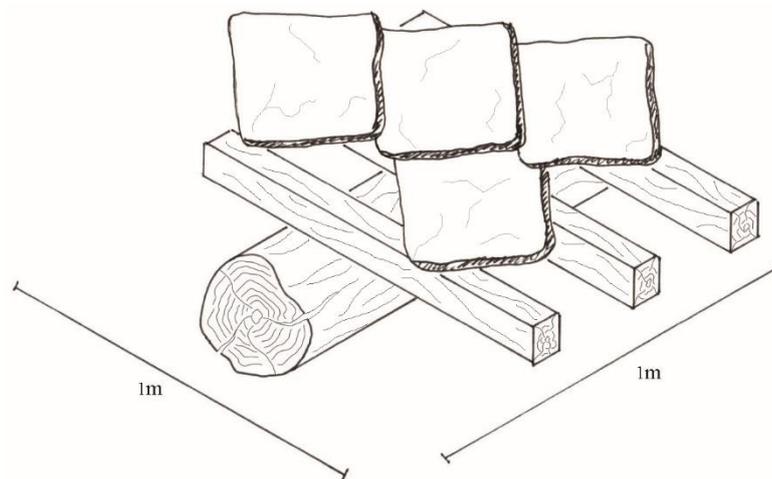


Fig. 1
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Peso medio della capriata lignea

Il calcolo del peso medio della capriata è dato dalla sommatoria dei volumi dei vari elementi che la compongono, moltiplicati per il peso specifico del materiale.

capriata palladiana $P_{\text{capr}} = 7.21 \text{ kN}$

capriata semplice $P_{\text{capr}} = 5.51 \text{ kN}$

PESO DELLA VOLTA A BOTTE CON LUNETTE

La volta a botte con lunette a copertura della navata presenta una tessitura a spina di pesce con mattoni disposti ad una testa. La spinta della volta simmetricamente distribuita sulle pareti laterali d'imposta viene calcolata, secondo un'analisi semplificata, considerando il peso proprio e il peso del rinfiango. I vettori corrispondenti ai pesi appena citati sono paralleli con direzione verticale, perciò è possibile ricavare la risultante delle forze (o pesi) secondo il procedimento grafico del poligono funicolare⁴.

Il calcolo viene eseguito considerando l'area compresa tra l'imposta e il concio di chiave (mezzeria della volta), poiché è la parte interessata nella verifica a taglio delle pareti laterali.

$$P_v = P_{v'} + P_{\text{rinf}} = 171.54 + 79.6 = 251.14 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad 4.33 \text{ kN/m}^2$$

$P_{v'}$ è il peso proprio della volta a botte con lunette

$$P_{v'} = (V_v \cdot \gamma_v) = (9.53 \cdot 18) = 171.54 \text{ kN}$$

V_v è il volume

γ_v è il peso specifico

per una muratura in mattoni pieni e malta di calce vale 18 kN/m³

P_{rinf} è il peso proprio del rinfiango

$$P_{v,v} = 251.14 \text{ kN} \quad P_{v,H} = 153.2 \text{ kN}$$

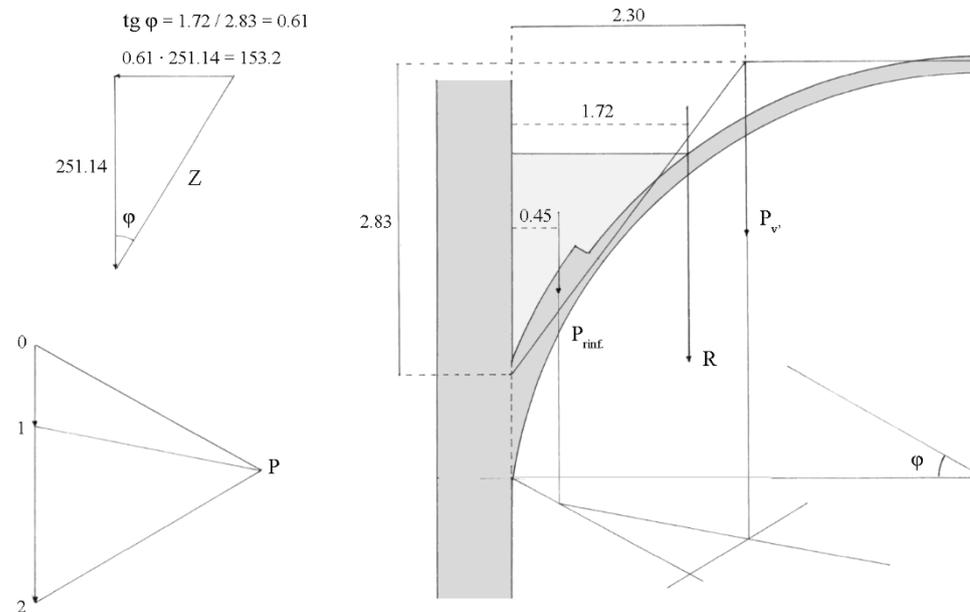


Fig. 2

Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁴ Di Pasquale S., Messina C., Paolini L., Furiozzi B., *Corso di costruzioni I*, Le Monnier, Firenze, 2007, p. 38.

III.2 VERIFICA DI RESISTENZA AL RIBALTAMENTO – I MODO DI DANNO

Per edifici esistenti in muratura la resistenza al ribaltamento per azioni ortogonali al piano di un pannello murario in blocchi di pietra a spacco con buona tessitura potrà essere valutata secondo l'analisi limite dell'equilibrio, considerando i pannelli murari come corpi rigidi interagenti mediante vincoli monolaterali (non resistenti a trazione).

Il metodo di calcolo suggerito dalla norma è il principio dei lavori virtuali⁵.

Nel caso in esame, in virtù della semplicità dei meccanismi considerati (tutti a un corpo), si procede direttamente con le equazioni di equilibrio alla rotazione (mediante il confronto tra momenti stabilizzanti e ribaltanti) e si semplificano le relazioni di verifica indicate nella Circolare: (i) limitandosi alla sola valutazione del moltiplicatore di innesco del moto – senza operare il passaggio all'accelerazione spettrale dell'oscillatore equivalente a 1 GL mediante la frazione di massa partecipante (e^*) – e , (ii) confrontandone direttamente il valore con la PGA – senza ridurre quest'ultima mediante il fattore di struttura ($q = 2$). La prima ipotesi è giustificata dal fatto che per sistemi a un solo corpo risulta solitamente $e^* = 1$; la seconda è una ipotesi sicuramente in favore di sicurezza ma non eccessivamente onerosa, dal momento che viene qui compensata assumendo un fattore di confidenza $FC = 1$ (anziché $FC = 1.35$).

In ogni caso, questa doppia semplificazione è motivata dalla volontà di non smarrire il senso fisico delle analisi di meccanismo⁶ recuperandone la immediatezza ed espressività che ne caratterizzava le prime applicazioni.⁷ Per lo stesso motivo, nella analisi del meccanismo della parete laterale (il cui ribaltamento avviene a una quota più alta da quella del terreno), non si è ritenuto di applicare le amplificazioni suggerite in NTC 2008 che modellano una caratteristica dei sistemi elastici ma sono di incerta definizione nel caso delle strutture rigide.

Calcolato dunque il momento stabilizzante M_S del pannello murario interessato, la verifica sarà soddisfatta se tale valore risulterà essere maggiore del momento ribaltante M_R dello stesso.

$$M_S > M_R$$

Qualora la disuguaglianza non risultasse verificata sarà necessario introdurre nel calcolo l'azione di trattenuta svolta dai tiranti T , ove presenti. Nel caso di porzioni soggette al ribaltamento e prive di catene metalliche si provvederà ad interventi di consolidamento.

⁵ NTC 2008, Circolare n. 617/2009, § C8.7.1.6, pp. 308 - 309.

⁶ Si pensi al modo in cui la massa partecipante, e conseguentemente la frazione di massa partecipante, sono definite con riferimento a grandezze valide per le strutture elastiche, estendendole non del tutto convincentemente alle strutture rigide.

⁷ Carocci C. F., Tocci C. (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture*, Gangemi Editore, Roma, 2010.

SCHEDA 1_MECCANISMO LOCALE DI DANNO A

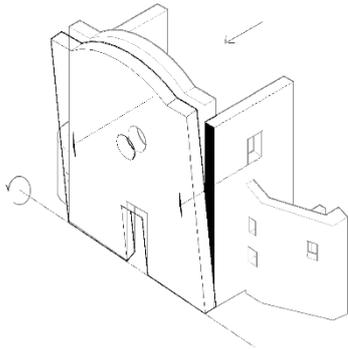


Fig. 3

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo).

$$P_c = 2.33 \cdot 18.50 = 43.11 \text{ kN}$$

$$P_m = 121 \cdot 21 = 2541 \text{ kN}$$

$$B = 0.82 \text{ m}$$

$$H = 15.30 \text{ m}$$

$$h_m = 7.56 \text{ m}$$

$$x_m = 0.41 \text{ m}$$

$$h_c = 2.31 \text{ m}$$

$$x_c = 0.62 \text{ m}$$

$$h_T = 7.33 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.12g$$

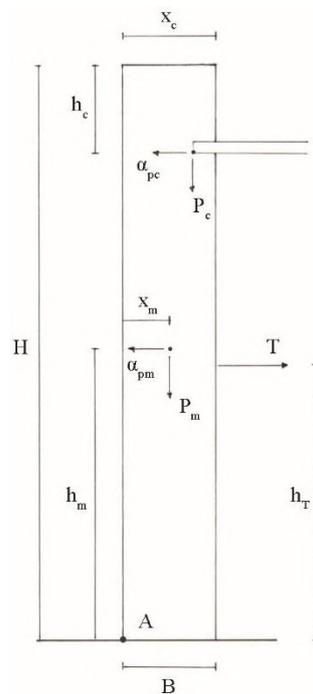


Fig. 4

Ribaltamento attorno alla cerniera A

Momento stabilizzante

$$M_S = P_m \cdot x_m + P_c \cdot x_c + T \cdot h_T = 1068.54 \text{ kNm} \quad \text{per} \quad T = 0$$

Momento ribaltante

$$M_R = \alpha P_m \cdot h_m + \alpha P_c \cdot (H - h_c) = 2372.39 \text{ kNm}$$

Si vede dunque come l'azione dei tiranti sia essenziale per garantire l'equilibrio della parete in presenza di una accelerazione pari a quella massima attesa per il sito. Lo stesso risultato si può anche dimostrare facendo vedere quale sia la massima accelerazione che la parete sopporta in assenza di tiranti: ciò che si ottiene valutando il valore di α che uguaglia momento stabilizzante e momento ribaltante.

*Momento ribaltante M_R^**

$$M_R = \alpha \cdot M_R^* = \alpha \cdot [P_m \cdot h_m + P_c \cdot (H - h_c)] = \alpha \cdot 19769.89 \text{ kNm}$$

Coefficiente sismico di ribaltamento

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = \alpha \cdot M_R^*$ si ottiene il coefficiente sismico di ribaltamento:

$$\alpha' = M_S / M_R^* = 0.054g$$

Trazione nei tiranti

Si considera nel calcolo la presenza delle due catene metalliche che trattengono la facciata alle pareti laterali, poste ad un'altezza h_T dal punto di rotazione A.

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = M_R$ con $T \neq 0$ si ha:

$$M_S + T \cdot h_T = M_R \quad \rightarrow \quad T = \frac{M_R - M_S}{h_T} = 177.88 \text{ kN}$$

Considerando lo sforzo di trazione esercitato dalla singola catena metallica, si può calcolare la tensione nella stessa:

$$T/2 = 88.94 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{T/2}{A} = \frac{88.94 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20^2} = 70.81 \text{ N/mm}^2$$

valore senz'altro compatibile con la resistenza degli acciai moderni di minore qualità e dei ferri storici.

SCHEDA 2_MECCANISMO LOCALE DI DANNO B

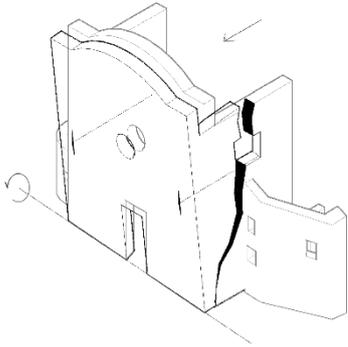


Fig. 5

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo).

$$P_c = 2.33 \cdot 18.50 = 43.11 \text{ kN}$$

$$P_m = 155.16 \cdot 21 = 3258.36 \text{ kN}$$

$$B = 0.82 \text{ m}$$

$$H = 15.30 \text{ m}$$

$$h_m = 7.57 \text{ m}$$

$$x_m = 0.78 \text{ m}$$

$$h_c = 2.31 \text{ m}$$

$$x_c = 0.62 \text{ m}$$

$$h_T = 7.33 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.12g$$

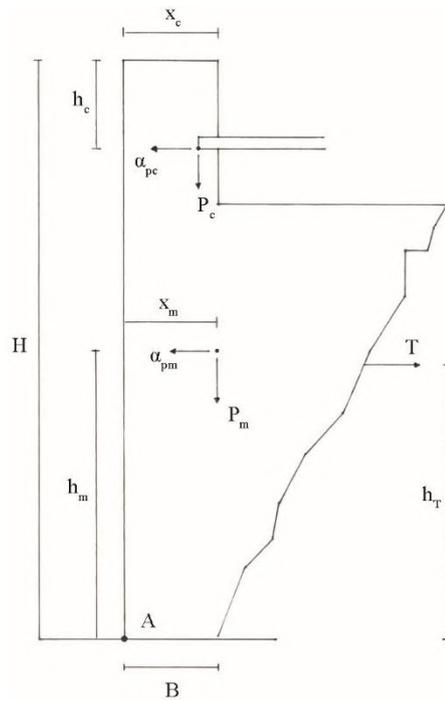


Fig. 6

Ribaltamento attorno alla cerniera A

Momento stabilizzante

$$M_S = P_m \cdot x_m + P_c \cdot x_c + T \cdot h_T = 2568.25 \text{ kNm} \quad \text{per} \quad T = 0$$

Momento ribaltante

$$M_R = \alpha P_m \cdot h_m + \alpha P_c \cdot (H - h_c) = 3027.09 \text{ kNm}$$

*Momento ribaltante M_R^**

$$M_R = \alpha \cdot M_R^* = \alpha \cdot [P_m \cdot h_m + P_c \cdot (H - h_c)] = \alpha \cdot 25225.72 \text{ kNm}$$

Coefficiente sismico di ribaltamento

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = \alpha \cdot M_R^*$ si ottiene il coefficiente sismico di ribaltamento:

$$\alpha = M_S / M_R^* = 0.102g$$

Trazione nei tiranti

Si considera nel calcolo la presenza delle due catene metalliche che trattengono la facciata alle pareti laterali, poste ad un'altezza h_T dal punto di rotazione A.

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = M_R$ con $T \neq 0$ si ha:

$$M_S + T \cdot h_T = M_R \quad \rightarrow \quad T = \frac{M_R - M_S}{h_T} = 62.60 \text{ kN}$$

Considerando lo sforzo di trazione esercitato dalla singola catena metallica, si può calcolare la tensione nella stessa:

$$T/2 = 31.30 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{T/2}{A} = \frac{31.30 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20^2} = 24.92 \text{ N/mm}^2$$

SCHEDA 3_MECCANISMO LOCALE DI DANNO C

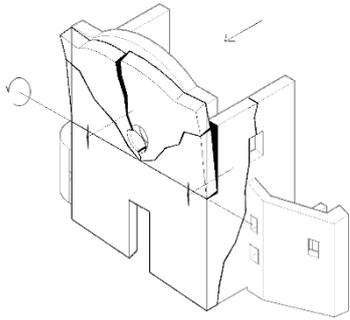


Fig. 7

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo). Il meccanismo analizzato è quello monolitico e non il meccanismo alla Rondelet.

$$P_c = 2.33 \cdot 18.50 = 43.11 \text{ kN}$$

$$P_m = 62.18 \cdot 21 = 1305.78 \text{ kN}$$

$$B = 0.82 \text{ m}$$

$$H = 7.94 \text{ m}$$

$$h_m = 3.70 \text{ m}$$

$$x_m = 0.42 \text{ m}$$

$$h_c = 2.31 \text{ m}$$

$$x_c = 0.62 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.12g$$

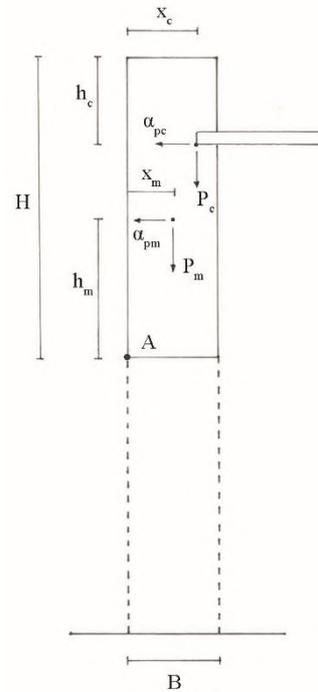


Fig. 8

Ribaltamento attorno alla cerniera A

Momento stabilizzante

$$M_S = P_m \cdot x_m + P_c \cdot x_c = 575.15 \text{ kNm}$$

Momento ribaltante

$$M_R = \alpha_{P_m} \cdot h_m + \alpha_{P_c} \cdot (H - h_c) = 608.89 \text{ kNm}$$

*Momento ribaltante M_R^**

$$M_R = \alpha \cdot M_R^* = \alpha \cdot [P_m \cdot h_m + P_c \cdot (H - h_c)] = \alpha \cdot 5074.07 \text{ kNm}$$

Coefficiente sismico di ribaltamento

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = \alpha \cdot M_R^*$ si ottiene il coefficiente sismico di ribaltamento:

$$\alpha = M_S / M_R^* = 0.113g$$

Il valore del moltiplicatore è tale da giustificare un miglioramento della connessione a livello di copertura.

SCHEDA 4_MECCANISMO LOCALE DI DANNO D

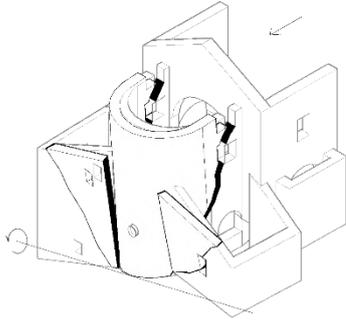


Fig. 9

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo).

$$P_c = (2.50 \cdot 39.00) + 5.51 = 103 \text{ kN}$$

$$P_m = 75.10 \cdot 21 = 1577.10 \text{ kN}$$

$$B = 0.60 \text{ m}$$

$$H = 12.10 \text{ m}$$

$$h_m = 7.07 \text{ m}$$

$$x_m = 1.66 \text{ m}$$

$$h_c = 0.69 \text{ m}$$

$$x_c = 2.63 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.12g$$

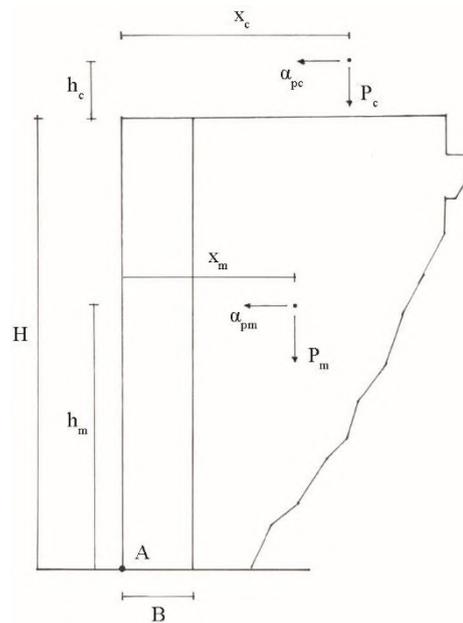


Fig. 10

Ribaltamento attorno alla cerniera A

Momento stabilizzante

$$M_S = P_m \cdot x_m + P_c \cdot x_c = 2888.90 \text{ kNm}$$

Momento ribaltante

$$M_R = \alpha_{pm} \cdot h_m + \alpha_{pc} \cdot (H - h_c) = 1479.05 \text{ kNm}$$

*Momento ribaltante M_R^**

$$M_R = \alpha \cdot M_R^* = \alpha \cdot [P_m \cdot h_m + P_c \cdot (H - h_c)] = \alpha \cdot 12325.44 \text{ kNm}$$

Coefficiente sismico di ribaltamento

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = \alpha \cdot M_R^*$ si ottiene il coefficiente sismico di ribaltamento:

$$\alpha = M_S / M_R^* = 0.234g$$

SCHEDA 5_MECCANISMO LOCALE DI DANNO E

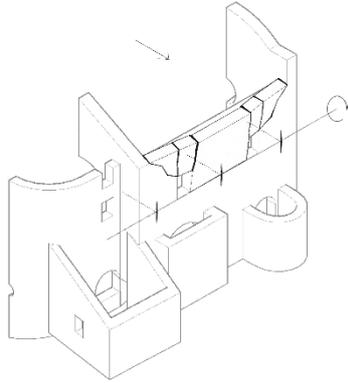


Fig. 11

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo). Il meccanismo analizzato è quello monolitico e non il meccanismo alla Rondelet.

$$0P_c = (2.33 \cdot 73.56) + 10.82 = 182.21 \text{ kN}$$

$$P_m = 23.62 \cdot 21 = 496.02 \text{ kN}$$

$$B = 0.765 \text{ m}$$

$$H = 4.00 \text{ m}$$

$$h_m = 2.38 \text{ m}$$

$$x_m = 0.36 \text{ m}$$

$$h_c = 0.50 \text{ m}$$

$$x_c = 0.36 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.12g$$

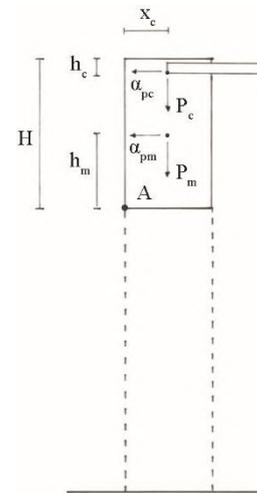


Fig. 12

Ribaltamento attorno alla cerniera A

Momento stabilizzante

$$M_S = P_m \cdot x_m + P_c \cdot x_c = 244.16 \text{ kNm}$$

Momento ribaltante

$$M_R = \alpha_{P_m} \cdot h_m + \alpha_{P_c} \cdot (H - h_c) = 218.19 \text{ kNm}$$

*Momento ribaltante M_R^**

$$M_R = \alpha \cdot M_R^* = \alpha \cdot [P_m \cdot h_m + P_c \cdot (H - h_c)] = \alpha \cdot 1818.28 \text{ kNm}$$

Coefficiente sismico di ribaltamento

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = \alpha \cdot M_R^*$ si ottiene il coefficiente sismico di ribaltamento:

$$\alpha = M_S / M_R^* = 0.134g$$

SCHEDA 6_MECCANISMO LOCALE DI DANNO F

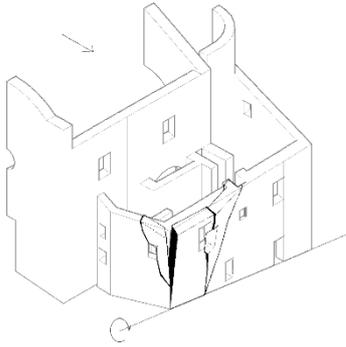


Fig. 13

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo). Il meccanismo analizzato è quello monolitico e non il meccanismo alla Rondelet.

$$P_c = 2.33 \cdot 16.45 = 38.33 \text{ kN}$$

$$P_m = 14.46 \cdot 21 = 303.66 \text{ kN}$$

$$B = 0.75 \text{ m}$$

$$H = 6.50 \text{ m}$$

$$h_m = 3.15 \text{ m}$$

$$x_m = 0.33 \text{ m}$$

$$h_c = 0 \text{ m}$$

$$x_c = 0.20 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.12g$$

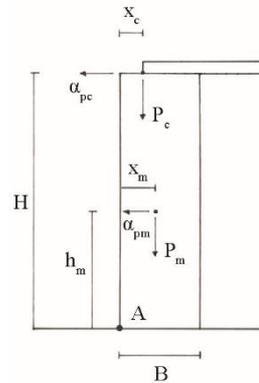


Fig. 14

Ribaltamento attorno alla cerniera A

Momento stabilizzante

$$M_S = P_m \cdot x_m + P_c \cdot x_c = 107.87 \text{ kNm}$$

Momento ribaltante

$$M_R = \alpha_{pm} \cdot h_m + \alpha_{pc} \cdot (H - h_c) = 144.68 \text{ kNm}$$

*Momento ribaltante M_R^**

$$M_R = \alpha \cdot M_R^* = \alpha \cdot [P_m \cdot h_m + P_c \cdot (H - h_c)] = \alpha \cdot 1205.66 \text{ kNm}$$

Coefficiente sismico di ribaltamento

Ponendo la condizione di equilibrio $M_S = \alpha \cdot M_R^*$ si ottiene il coefficiente sismico di ribaltamento:

$$\alpha = M_S / M_R^* = 0.089g$$

III.3 VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO - II MODO DI DANNO

La forza con cui i tiranti trattengono la facciata (vedi Scheda 1) deve essere sopportata dalle due pareti laterali, alle quali i tiranti sono ancorati, con un meccanismo resistente nel piano che mobilita la resistenza a taglio delle pareti stesse.

La resistenza a taglio di calcolo (V_t) per un pannello murario in blocchi di pietra a spacco con buona tessitura potrà essere calcolata con il criterio di rottura per fessurazione diagonale.⁸

$$V_t = l \cdot t \cdot \frac{f_{td}}{b} \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{td}}}$$

- l è la lunghezza del pannello
- t è lo spessore del pannello
- σ_0 è la tensione normale media riferita all'area totale della sezione
- f_{td} è il valore di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
- b è un coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione

Calcolata la resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano del pannello murario interessato, la verifica sarà soddisfatta se tale valore risulterà essere maggiore della sommatoria delle forze orizzontali agenti.

$$V_t > \sum F_H$$

$$\sum F_H = \alpha P_m + \alpha P_v + \alpha P_c + T$$

- P_m è il peso proprio del pannello murario
- P_v è il peso proprio della volta
- P_c è il peso proprio della copertura
- T è lo sforzo di trazione del tirante

⁸ NTC 2008, Circolare n.617/2009, § C8.7.1.5, pp. 307 - 308.

SCHEDA 7_MECCANISMO LOCALE DI DANNO G

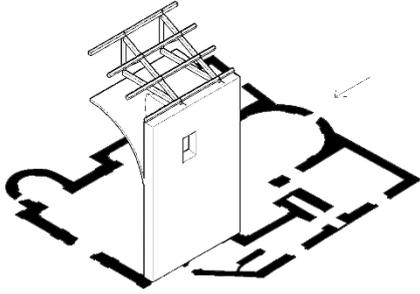


Fig. 15

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m , dal peso della volta a botte lunettata P_v e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo). Come precedentemente specificato si assume un valore di α pari a 0.12g.

Resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano

$$l = 7.20 \text{ m}$$

$$t = 0.73 \text{ m}$$

$$\sigma_0 = \frac{P}{l \cdot t} = \frac{P_c + P_v + P_m}{l \cdot t} = \frac{106.04 + 144.03 + 1221.96}{7.20 \cdot 0.73} = 280.07 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{td} = 1.5 \tau_0 \quad \rightarrow \quad f_{td} = 84$$

Per murature in pietra a spacco con buona tessitura⁹

$$\tau_{0,\min} = 5.6 \text{ N/cm}^2 \rightarrow 56 \text{ kN/m}^2, \text{ considerando FC} = 1.35$$

$$b = \frac{h}{l} = \frac{11.40}{7.20} = 1.58 \cong 1.5$$

$$V_t = 7.20 \cdot 0.73 \cdot \frac{84}{1.5} \cdot \sqrt{1 + \frac{280.07}{84}} = 612.77 \text{ kN}$$

Sommatoria delle forze orizzontali

$$\sum F_H = \alpha P_m + \alpha P_v + \alpha P_c + T = 265.58 \text{ kN}$$

La verifica di resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano risulta verificata secondo la seguente disuguaglianza:

$$V_t > F_H \quad 612.77 > 265.58$$

⁹ NTC 2008, Circolare n.617/2009, Tab. C8A.2.1, p. 403.

SCHEDA 8_MECCANISMO LOCALE DI DANNO H

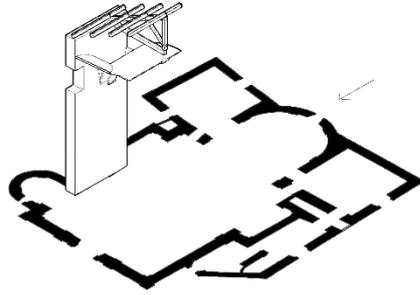


Fig. 16

La parete è caricata in direzione verticale dal peso proprio P_m , dal peso della volta a botte lunettata P_v e dal peso della copertura P_c . A ciascun carico verticale corrisponde una forza orizzontale data dal prodotto del carico per il moltiplicatore sismico α (che rappresenta una misura adimensionale dell'accelerazione massima al suolo). Come precedentemente specificato si assume un valore di α pari a 0.12g.

Resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano

$$l = 4.36 \text{ m}$$

$$t = 0.75 \text{ m}$$

$$\sigma_0 = \frac{P}{l \cdot t} = \frac{P_c + P_v + P_m}{l \cdot t} = \frac{64.30 + 87.22 + 771.54}{4.36 \cdot 0.75} = 282.28 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{td} = 1.5 \tau_0 \quad \rightarrow \quad f_{td} = 84$$

Per murature in pietra a spacco con buona tessitura¹⁰

$$\tau_{0,\min} = 5.6 \text{ N/cm}^2 \rightarrow 56 \text{ kN/m}^2, \text{ considerando FC} = 1.35$$

$$b = \frac{h}{l} = \frac{11.50}{4.36} = 2.64 \rightarrow 1.5$$

$$V_t = 4.36 \cdot 0.75 \cdot \frac{84}{1.5} \cdot \sqrt{1 + \frac{282.28}{84}} = 382.39 \text{ kN}$$

Sommatoria delle forze orizzontali

$$F_H = \alpha P_m + \alpha P_v + \alpha P_c + T = 199.71 \text{ kN}$$

La verifica di resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano risulta verificata secondo la seguente disuguaglianza:

$$V_t > F_H \quad 382.39 > 199.71$$

¹⁰ NTC 2008, Circolare n.617/2009, Tab. C8A.2.1, p 403.

PARTE III
IL PROGETTO DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO



7. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

PREMESSA

“Il restauro ha per fine principale e generalmente riconosciuto il prolungamento dell’esistenza dell’opera che va conservata in quanto tale: per le sue caratteristiche e con le sue caratteristiche, tenendo conto del suo stato. In questo passaggio l’opera deve dunque poter mantenere i tratti essenziali della sua autenticità.”¹

Il criterio ispiratore del progetto di restauro, date le particolari caratteristiche architettoniche e strutturali dell’edificio, è stata la difesa dell’autenticità materiale dell’organismo architettonico, prevedendo interventi volti alla conservazione dello stesso, realmente necessari e che fossero compatibili e durevoli. Al fine di giungere a scelte progettuali appropriate si è partiti da un iniziale percorso d’indagine così da approfondire le conoscenze materiche e costruttive della chiesa.

La fase di conoscenza diretta, affrontata tramite il rilievo e la restituzione delle caratteristiche geometriche e costitutive del manufatto, ha garantito una lettura sistematica dell’organismo architettonico, nel suo complesso divenire fino allo stato di fatto; tale lettura si basa sull’analisi storica, che ha messo in luce le vicissitudini costruttive, come l’ampliamento planimetrico, oltre ai numerosi interventi manutentivi alle coperture e i cambiamenti stilistici dell’apparato decorativo interno.

Nella fase della diagnosi e della conoscenza ci si è avvalsi dell’apporto di diverse professionalità, ciò ha permesso una sintesi critica delle conoscenze acquisite, così che le scelte progettuali siano espressione del bilancio conoscitivo finale. Tali scelte riguardano sia interventi di consolidamento strutturale antisismico sia interventi di restauro materico degli interni della chiesa, i quali vengono affrontati separatamente data la diversa natura degli stessi.

¹ Doglioni F., *Nel restauro, Progetti per le architetture del passato*, Marsilio Editori, Venezia, 2008, p.197.

Con l'obiettivo di coniugare le istanze della conservazione e le esigenze della sicurezza strutturale, il progetto di consolidamento e di miglioramento sismico ricorre a diverse modalità d'intervento, modificandone, dove necessario, le strutture originarie o inserendo nuovi elementi da affiancare a quelli esistenti, ma sempre rimanendo salvo il principio inalienabile del rispetto delle caratteristiche strutturali originarie del manufatto.

L'intero progetto ha perseguito il fine di coniugare tradizione ed innovazione, nel rispetto dei principi della conservazione, tra cui la verifica della compatibilità fisicochimica e meccanica dei materiali utilizzati, senza trascurare il controllo estetico dell'intervento.

Sulla base delle analisi del quadro fessurativo, dei sopralluoghi effettuati e delle ipotesi sui possibili meccanismi locali di danno² è emersa la necessità di effettuare interventi di miglioramento in grado di agire su due livelli: a scala locale, andando a risolvere singoli problemi di dissesto, e a scala globale, cercando di conferire al manufatto il comportamento scatolare, indispensabile per la sua sopravvivenza soprattutto in occasione di futuri eventi sismici.

² Parte II, § 6.3.1_Individuazione dei *macroelementi* e dei meccanismi locali di danno.

7.1 IL PROGETTO DELLA NUOVA COPERTURA

I tetti sono gli elementi strutturali che hanno maggior influenza sui fenomeni di dissesto e spesso i difetti costruttivi ne sono la causa scatenante. Data la criticità strutturale, gli interventi di consolidamento del tetto son capaci di produrre un forte miglioramento della configurazione statica e della risposta sismica dell'intero organismo edilizio.³

L'intervento di progetto, che prevede il rifacimento completo delle coperture al livello superiore del manufatto, è motivato dalla volontà di sanare le evidenti precarietà materiche, costruttive e di impianto evidenziate nella fase di analisi ed ha la priorità di rispettare lo schema strutturale esistente non alterando la trasmissione verticale dei carichi alla muratura sottostante, ma riproponendo con maggior razionalità la disposizione degli elementi lignei. La scelta della specie legnosa ricade sul castagno, quale essenza più diffusa nella valle⁴, caratterizzata da buone proprietà meccaniche e di resistenza ai biodeteriogeni, generalmente impiegata nella realizzazione delle strutture portanti.

Nel tetto a doppia falda della navata si intende sostituire interamente l'orditura lignea primaria e secondaria. Le capriate palladiane coprono una luce di 9.30 m e sono disposte con interasse regolare di 3.25 m, mantenendo l'inclinazione tra la catena e il puntone di 28°. Particolare attenzione è stata posta al dimensionamento degli elementi lignei che compongono la capriata e alla definizione delle calettature⁵ che caratterizzano i nodi.

Un buon collegamento nei nodi è necessario per evitare scorrimenti e distacchi in presenza di azioni orizzontali, esso è stato migliorato in alcuni casi con l'impiego di staffe metalliche resistenti a trazione opportunamente dimensionate, che non contrastano il movimento reciproco (rotazionale) degli elementi lignei, condizione essenziale per il corretto funzionamento della capriata. Si è preferito utilizzare staffe metalliche a cerchiatura degli elementi, senza perforazione degli stessi, ad eccezione del nodo monaco – catena, dove la staffa metallica è fissata al monaco tramite una barra filettata passante, in acciaio inox (M8).

L'orditura secondaria è costituita da terzere poste ad interasse regolare di 1.80 m, imbullonate ai puntoni e trattenute ulteriormente da gattelli⁶, a sostegno di travetti con interasse di 0.40 m. Nelle modalità di assemblaggio della carpenteria lignea del tetto si è realizzato un miglioramento relativo alla connessione fra terzere e travetti, apparentemente secondari, ma rilevanti sulla dinamica degli stati deformativi. Per coprire la luce di falda di 6.50 m si sono utilizzati travetti a doppia campata, limitando le frecce e agevolando la posa

³ Cangi C., *Manuale del Recupero Strutturale e Antisismico*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2005.

⁴ Parte I, § 1.1 Inquadramento, Ambientale.

⁵ Scanalature di ammorsaggio realizzate negli elementi lignei.

⁶ Elementi lignei di piccole dimensioni che evitano lo scorrimento fuori sede dell'elemento interessato.

in opera. Al fine di evitare lo scorrimento delle testate dei travetti a seguito della posa in opera, si prevede di applicare una staffa sotto l'appoggio a monte del travetto, fissandolo tramite viti alla terza. Ne deriva uno schema statico ottimale, con il travetto appeso alla cerniera superiore e appoggiato al carrello inferiore. Il sistema adottato produce effetti positivi a lungo termine contro i fenomeni deformativi lenti dell'elemento ligneo, essendo quest'ultimo sottoposto a tenso-flessione.

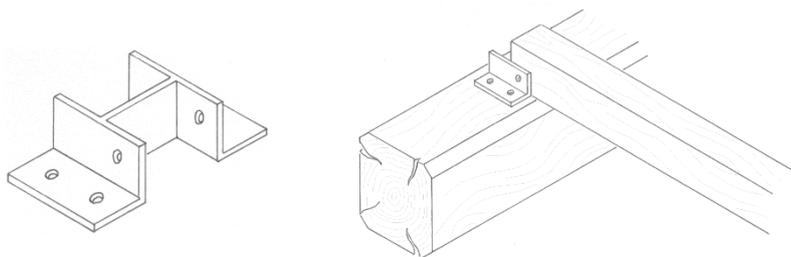


Fig. 1
Staffa metallica di fissaggio del travetto alla terza.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Per il manto di copertura si prevede il riutilizzo delle lastre lapidee poste in opera nel recente intervento del 2006, le quali risultano in ottimo stato conservativo. Inoltre, si mantengono le nuove gronde e pluviali in rame per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche.

Il tetto del presbiterio, posto ad una quota inferiore (+ 13.30 m) rispetto a quello della navata (+ 14.50 m), ha un assetto a due spioventi nella parte centrale terminante con una falda semicircolare in corrispondenza dell'abside. Le capriate semplici coprono una luce di 6 m e sono disposte con interasse di 2.80 m.

L'orditura secondaria è costituita da terzere poste ad interasse regolare di 1.75 m, imbullonate ai puntoni e trattenute ulteriormente da gattelli, a sostegno di travetti con interasse di 0.40 m.

Nella parte semicircolare l'orditura lignea disposta a raggera è composta da tre puntoni imbullonati sulla controcattena posta in sommità della prima capriata C1. (*Appendice Tavole, n.21,22*)

Nonostante l'intervento progettuale interessi anche la copertura del presbiterio, si è scelto di affrontare il dimensionamento e l'analisi statica della copertura a doppia falda della navata. (*Appendice IV*)

7.1.1 I CONTROVENTI

La tecnica di rinforzo dell'orditura lignea mediante controventi è un metodo d'intervento che interessa la scala globale della copertura.

I sistemi di controvento per le coperture lignee prevedono l'aggiunta, agli elementi strutturali principali, di dispositivi metallici di tirantatura regolabili in tensione, caratterizzati da efficienza e minima invasività.

L'intervento progettuale prevede l'applicazione di controventi nel piano inclinato delle falde, interponendo tra i campi delle capriate croci di S. Andrea, disposte secondo una configurazione diagonale realizzando un sistema reticolare elastico di connessione complessiva.

I tiranti di controvento sono realizzati con trefoli flessibili in acciaio inossidabile di piccolo diametro ($\varnothing 6$ mm), con tenditori ad occhioli, ancorati ai puntoni tramite opportune staffe metalliche. Questi resistono unicamente a trazione anche per notevoli sforzi applicati (14 kN); la disposizione a doppia diagonale, con funzione di irrigidimento del piano di falda, contrasta efficacemente le oscillazioni del colmo, causate da azioni orizzontali agenti sia in senso ortogonale che parallelo ad esso, in grado di mettere in pericolo l'instabilità del muro di timpano e delle pareti laterali.⁷

(*Appendice Tavole, n.21,22*)

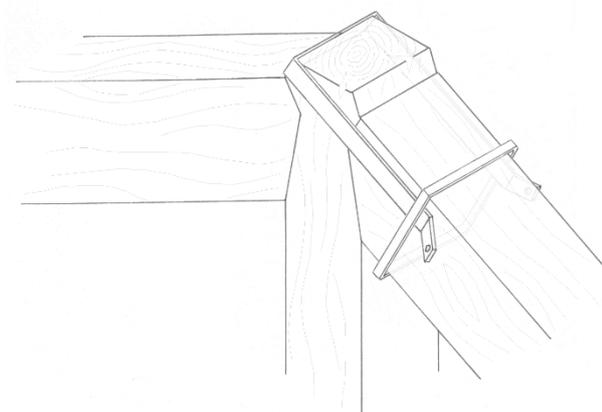


Fig. 2

Staffa metallica per l'ancoraggio dei trefoli in acciaio di controvento.

Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁷ C. F. Carocci, C. Tocci (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture*, Gangemi Editore, Roma, 2010, p. 110.

7.1.2 IL CORDOLO IN MURATURA ARMATA

Per ottenere un significativo miglioramento del comportamento d'insieme dell'organismo edilizio e quindi per far collaborare le strutture murarie, l'inserimento di cordoli sommitali risulta necessario.

Nell'intervento di rifacimento della copertura del 2006 è stato realizzato un cordolo in cemento armato a cerchiatura delle pareti perimetrali della navata, soluzione che ha trovato larga applicazione a partire dagli anni Settanta. L'eccessiva rigidità del cordolo non è in grado di distribuire in modo uniforme il carico sui muri sottostanti, ciò produce elevate sollecitazioni tangenziali tra l'elemento e la muratura, che potrebbero portare a conseguenti scorrimenti e disgregazione di quest'ultima.⁸ Inoltre, la mancata connessione tra i cordoli ortogonali posti a quote differenti e il peso eccessivo degli stessi causa un incremento delle forze sismiche, non compiendo un'efficace azione di trattenuta delle pareti perimetrali tendenti al ribaltamento.

Una soluzione compatibile con la natura della costruzione in muratura tradizionale, idonea per far fronte in modo equilibrato alle funzioni statiche richieste, è rappresentata dal cordolo in muratura armata; tecnica di consolidamento adottata nell'intervento progettuale in sostituzione del cordolo in cemento armato esistente.

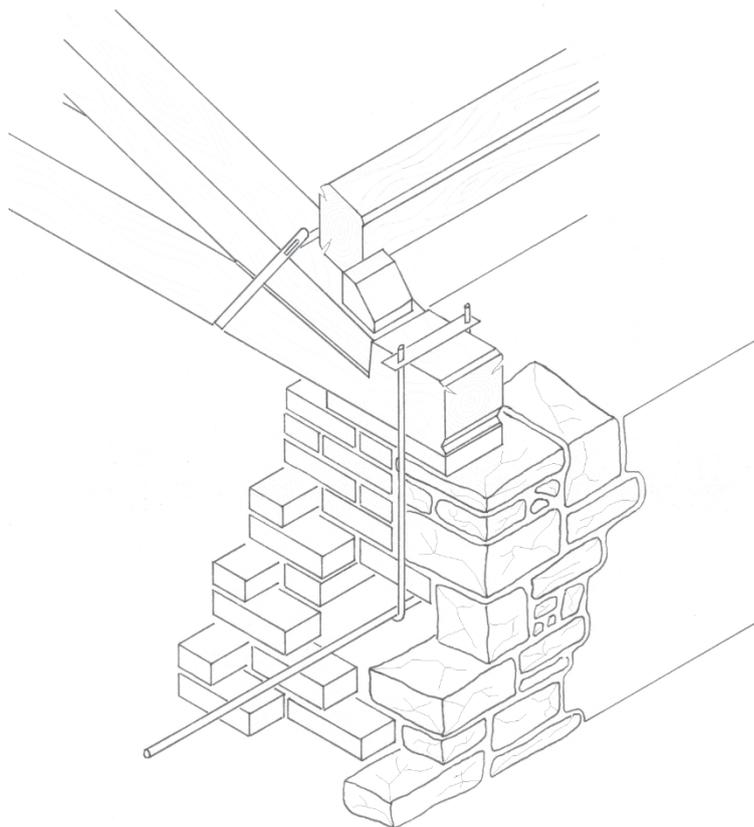


Fig. 3
Particolare assonometrico del sistema di ancoraggio della capriata al cordolo in muratura armata.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁸ NTC 2008, Allegato A, § C8E.1, p. 397.

Il cordolo in muratura armata assolve la funzione prioritaria di ripartizione dei carichi verticali, creando le condizioni di reciproca collaborazione fra le murature permettendo di contrastare il ribaltamento delle pareti (I modo di danno) in caso di azione sismica. La flessibilità dell'elemento determina una buona aderenza con la muratura sottostante, aumentandone la coesione laddove è venuta meno a causa di un limitato livello di compressione.⁹

L'intervento prevede la realizzazione di un cordolo in muratura armata in sommità delle pareti perimetrali della navata e del presbiterio, connesso a livello dell'arco trionfale in modo da garantire il comportamento d'insieme del manufatto.

Il cordolo, realizzato in muratura di mattoni pieni, è armato longitudinalmente con una barra d'acciaio nervata FeB44k¹⁰ Ø 26 mm immersa in una piccola sede all'interno della muratura (riempita di malta cementizia per evitare l'ossidazione della barra) e piegata alle estremità in modo da penetrare per circa un metro nel cordolo trasversale.

La larghezza del cordolo è pari a quella della sottostante parete (avendo cura di realizzarne il paramento esterno con gli stessi elementi lapidei della muratura, in modo da non alterare la facies attuale) e l'altezza, dalla quota a cui è disposta l'armatura, è di 0.40 m nella navata e di 0.60 m nel presbiterio, per garantire un peso sufficiente a mobilitare un'adeguata resistenza d'attrito (è quella che trattiene in sommità la parete sottostante).

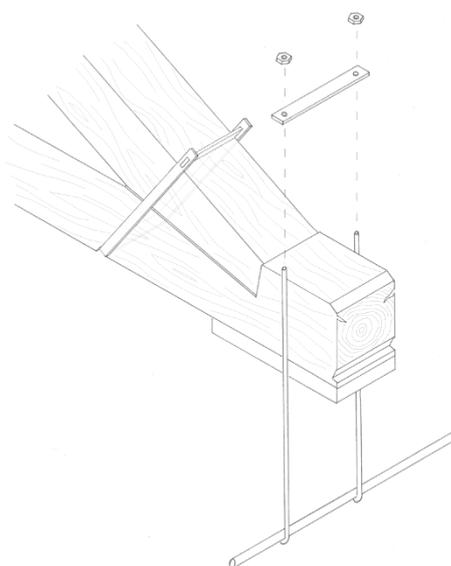


Fig. 4
Esploso assometrico carpenteria metallica di ancoraggio della capriata al cordolo in muratura armata.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

⁹ Cangini C., *op.cit.*

¹⁰ Mariani M., *Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2012, p. 278.

Al fine di migliorare l'interazione con la copertura e creare un organismo collaborante, le testate delle catene delle capriate lignee, vengono vincolate al cordolo murario tramite apposite barre filettate in acciaio inox (M12) ancorate all'armatura corrente. Esse esercitano in tal modo funzione di tiranti per evitare la fuoriuscita della parete esterna e allo stesso tempo forniscono con i suddetti ancoraggi una staffatura che solidarizza il cordolo murario in modo da garantire la sua completa partecipazione.

Attorno alla testata di appoggio delle capriate uno spazio di 3 cm garantisce l'aerazione delle stesse, evitando la formazione di condensa e l'attacco di funghi o batteri. L'utilizzo di un dormiente in legno ha la funzione di proteggere dall'umidità di risalita capillare la trave soprastante e di ripartire i carichi sulla muratura. (*Appendice Tavole, n.21,22*)

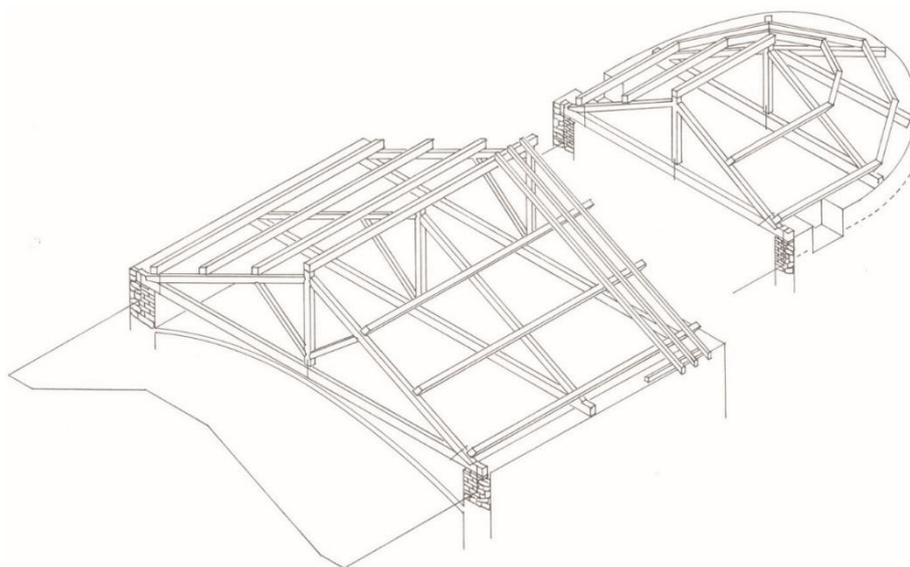


Fig. 5
Assonometria dell'intervento in copertura.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

7.2 MIGLIORAMENTO DELLE CONNESSIONI MURARIE

Al fine di aumentare la resistenza a taglio delle pareti longitudinali della navata, l'intervento progettuale intende migliorare le connessioni murarie tra le cappelle laterali e il corpo principale con l'inserimento di radiciamenti metallici.

Gli elementi di consolidamento, passanti all'interno dello spessore murario, saranno posti in sommità delle suddette cappelle ad una quota di circa 4.70 m dal piano di calpestio interno. Si prevede di utilizzare un tirante in acciaio s235 a sezione circolare dal diametro di $\varnothing 26$ mm con capochiave esterno a bolzone rettilineo e cuneo, simili a quelli già presenti. La catena sarà ancorata all'interno tramite un capochiave a piastra in acciaio annegato nella muratura, e la tesatura avverrà tramite avvvitamento del dado sull'estremità filettata.

Le fasi operative¹¹ hanno inizio con la scrostatura dei vari strati di intonaco, la realizzazione di un vano sufficientemente ampio sulla faccia interna della muratura e il consolidamento delle zone interessate. Dopo aver forato l'intero spessore della parete ($\cong 2$ m) con foro dal diametro di $\varnothing 4$ cm, si provvederà all'inserimento del tirante in acciaio con opportuna guaina di rivestimento, indispensabile per poter effettuare operazioni di ritesatura. Si procede con la messa in opera del capochiave esterno a bolzone (con battitura a freddo del cuneo di bloccaggio) e della piastra interna in acciaio. Si effettuerà poi la messa in tensione della catena tramite avvvitamento del dado sull'estremità filettata interna. Infine, verrà iniettata malta idraulica tra la guaina e la superficie muraria e ripristinata la continuità muraria interna a ricoprimento della piastra in acciaio. (*Appendice Tavole, n.23*)

¹¹ Donà C. (a cura di) con la collaborazione di De Maria A., *Manuale delle murature storiche, Volume II, Schede operative per gli interventi di restauro strutturale*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2011, p. 216.

7.3 RISANAMENTO DEL MURO CONTROTERRA

La stanza posta a Ovest del presbiterio essendo per buona parte controterra, risente di consistenti infiltrazioni d'acqua. La pendenza della sezione stradale e il mancato convogliamento delle acque meteoriche porta quest'ultime a defluire nel terreno a contatto con la muratura. Questa eccessiva imbibizione provoca ingenti fenomeni di degrado all'interno, quali efflorescenze, esfoliazioni, distacchi e macchie.

L'intervento progettuale prevede l'eliminazione del contatto diretto tra il paramento esterno della muratura interrata e il terreno umido, con la stesura di uno strato d'intonaco macroporoso e la successiva applicazione di una guaina impermeabile e traspirante idonea per i muri controterra. All'altezza della linea di spicco del muro verrà posato in opera un tubo drenante, per la raccolta e deflusso delle acque d'infiltrazione. Lo scavo verrà riempito con pietrame di diversa granulometria per garantire il drenaggio dell'acqua.

Le fasi operative¹² hanno inizio con lo scavo del terreno per una larghezza di circa 1 m e per una profondità di 2.60 m, tale da arrivare alla linea di base del muro, inferiore alla quota del pavimento interno; in questa fase si pone particolare attenzione a sostenere il terreno a monte, in modo da prevenire i rischi di smottamento. Successivamente verrà preparata la parete con la rimozione dello strato d'intonaco ammalorato e il consolidamento delle zone interessate, a cui seguirà la stesura di un nuovo strato di intonaco macroporoso, composto da leganti idraulici speciali a reattività pozzolanica e resistente ai sali solubili e l'applicazione di una membrana impermeabilizzante e traspirante.

Sul fondo dello scavo verrà posato in opera un tubo drenante corrugato con diametro di Ø 160 mm, ricoperto da apposito tessuto non tessuto per impedire l'ostruzione dei microfori di captazione. Infine, lo scavo verrà riempito con terreno di riporto a monte e pietrame di diversa forma e dimensione a ridosso della muratura.

Per risolvere il problema del continuo ruscellamento delle acque meteoriche dalla sede stradale al terreno adiacente il manufatto, si prevede l'inserimento di un sistema di raccolta tramite la posa di una canalina prefabbricata in calcestruzzo con griglia metallica, in corrispondenza del passaggio tra l'antica cappella e il muro di contenimento. L'acqua verrà convogliata a Nord nel sistema di deflusso delle acque meteoriche della copertura dell'edificio.

(Appendice Tavole, n.23)

¹² Torsello B. P., Musso S. F., *Tecniche di restauro architettonico, Tomo Secondo*, UTET, Torino, 2003, p. 864.

7.4 FATTIBILITÀ ECONOMICA DEL PROGETTO DELLA NUOVA COPERTURA

L'Associazione Onlus Can. A. Audero istituita nel 2004 si occupa della tutela e conservazione del patrimonio storico, culturale, artistico della Valle del Romarolo, con iniziative culturali e manifestazioni per la raccolta fondi. Attualmente ha stanziato una somma indicativa di 50.000 euro per il restauro della chiesa di S. Michele Arcangelo, a fronte della spesa totale di circa 166.000 euro, come sotto riportato nel computo metrico estimativo stilato per i soli lavori in copertura. Non essendo in grado di sostenere tale somma, se non per un terzo, risulta necessario richiedere dei contributi economici esterni.

Annualmente il Consiglio Comunale di Giaveno eroga un fondo di circa 15.000 euro (derivante dagli oneri di urbanizzazione e contributi regionali) alla parrocchia di S. Lorenzo Martire, che si occupa di indirizzare tale capitale agli edifici di culto nel territorio comunale, secondo le richieste pervenute, che necessitano di interventi di manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo.

Inoltre, gli istituti bancari tramite la Fondazione CRT e Compagnia di San Paolo erogano dei bandi annuali a cui è possibile partecipare. Ad esempio, il *Bando Restauri Cantieri diffusi* della Fondazione CRT sostiene il recupero del patrimonio storico, artistico e architettonico del Piemonte e della Valle d'Aosta, in particolare di beni mobili e immobili sottoposti a tutela ai sensi del D.lgs. 22/01/2004 n.42 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio". Independentemente dal numero di progetti pervenuti, il singolo contributo non potrà essere superiore a 40.000 euro.

Nel caso in cui non si riuscisse a raggiungere l'ammontare della spesa per i lavori in copertura, i fondi a disposizione potranno essere impiegati per il restauro materico dell'interno, con la possibilità inoltre di suddividere l'intervento in diverse unità di progetto.

COMPUTO METRICO - COPERTURA					
CODICE	DESCRIZIONE	U.M.	QUANT.	PREZZO UNITARIO	IMPORTO TOTALE
1 OPERE PROVVISORIALI					
Allestimento cantiere					
01.P25.A60.005	Nolo di ponteggio tubolare esterno eseguito con tubo -giunto, compreso trasporto, montaggio, smontaggio, nonché ogni dispositivo necessario per la conformità alle norme di sicurezza vigenti, comprensivo della documentazione per l'uso (Pi.M.U.S.) e della progettazione della struttura prevista dalle norme, escluso i piani di lavoro e sottopiani da compensare a parte (la misurazione viene effettuata in proiezione verticale).	m ²	680	€ 9,31	€ 6.330,80
01.P25.A60.010	Per ogni mese oltre al primo	m ²	680	€ 1,59	€ 1.081,20
01.P24.E65.010	Nolo di gru a torre compreso l'onere del manovratore addetto per il tempo di effettivo impiego, con sbraccio da m 21 a m 30.	h	100	€ 55,36	€ 5.536,00
28.A05.D25	BAGNO CHIMICO PORTATILE per cantieri edili, in materiale plastico, con superfici interne ed esterne facilmente lavabili, con funzionamento non elettrico, dotato di un WC alla turca ed un lavabo, completo di serbatoio di raccolta delle acque nere della capacità di almeno 200 l, di serbatoio di accumulo dell'acqua per il lavabo e per lo scarico della capacità di almeno 50 l, e di connessioni idrauliche acque chiare e scure. Dimensioni orientative 120 x 120 x 240 cm. Il WC dovrà avere una copertura costituita da materiale che permetta una corretta illuminazione interna, senza dover predisporre un impianto elettrico. Compreso trasporto, montaggio, smontaggio, preparazione della base e manutenzione espostamento durante le lavorazioni.	cad.	1	€ 148,01	€ 148,01
28.A20.F20	CASSETTA di PRONTO SOCCORSO, consistente in specifico dispositivo munito di apposito auto-iniettore (kit salvavita), contenente una dose standard di adrenalina che può essere conservata a temperatura ambiente, da utilizzarsi in caso di manifestazione dei sintomi di shock anafilattico provocato da puntura di insetto imenottero (api, vespe, calabroni) o da esposizione a pollini (contatto, ingestione o inalazione).	cad.	1	€ 81,24	€ 81,24
28.A20.H05.010	ESTINTORE PORTATILE a polvere chimica omologato D.M. 7 gennaio 2005 e UNI EN 3-7, montato a parete con idonea staffa e corredato di cartello di segnalazione. Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per il nolo, il carico, lo scarico ed ogni genere di trasporto, gli accessori di fissaggio, la manutenzione periodica, il ritiro a fine lavori e quanto altro necessario per dare il mezzo antincendio in efficienza per tutta la durata del cantiere.	cad.	2	€ 15,35	€ 30,70
					€ 13.207,95

CODICE	DESCRIZIONE	U.M.	QUANT.	PREZZO UNITARIO	IMPORTO TOTALE
Impianti					
28.A15.A10.005	IMPIANTO DI TERRA per CANTIERE MEDIO (25 kW)-apparecchi utilizzatori ipotizzati: gru a torre, betoniera, sega circolare, pulscitavole, piegaferri, macchina per intonaco premiscelato e apparecchi portatili, costituito da conduttore di terra in rame isolato direttamente interrato da 16 mm ² e n. 2 picchetti di acciaio zincato da 2 m; collegamento delle baracche e del ponteggio con conduttore equipotenziale in rame isolato da 16 mm ² .	cad.	1	€ 257,21	€ 257,21
	Allacciamento IDRICO alla rete pubblica. Costo medio.	cad.	1	€ 484,23	€ 484,23
	Impianto ELETTRICO di cantiere da 25 kW, quadro gen. ASC a tre prese 32A/380V e tre prese 16A/220V, interruttore differenziale, alimentazione con cavo quadripolare N1VVk da 35mmq fino a 75ml, collegamento a terra con cavo di rame isolato 16mmq fino a 6m. Interruttore generale in prossimità del punto di consegna. Montaggio, smontaggio e nolo per un anno. CLASSE 2A.	cad.	1	€ 697,51	€ 697,51
					€ 1.438,95
Sistemi di protezione individuale					
28.A10.A05.005	LINEA VITA TEMPORANEA di ancoraggio orizzontale, conforme alla norma tecnica di riferimento (UNI EN 795/2012), prodotto marcato CE certificato da ente certificatore notificato, utilizzabile da 1 solo operatore. Sono da considerarsi compresi e compensati gli oneri per la fornitura e posa di viti e tasselli e quant'altro per dare il lavoro finito a regola d'arte, gli oneri per carico e scarico, le opere di lattoneria/muratura necessarie per apertura e chiusura del manto di copertura. Per due punti di attacco con distanza massima tra essi non maggiore di 15 m.	cad.	1	€ 67,12	€ 67,12
28.A10.D40.005	KIT BASE per sistemi anticaduta, composto da: imbracatura leggera in materiale idoneo, dotata di aggancio dorsale e sternale, cordino in poliammide, con assorbitore di energia e moschettoni, elemento dielettrico in poliestere e zaino professionale in poliestere. Dotazione base.	cad.	3	€ 45,13	€ 135,39
28.A10.D05.005	ELMETTO DI PROTEZIONE in polietilene alta densità, conforme alla norma UNI EN 397 e ai requisiti di sicurezza stabiliti dalla direttiva europea 89/686/CEE allegato II, con regolazione automatica posteriore e apposito sistema di bloccaggio automatico alla nuca. Dotato di fascia parasudore in spugna sintetica e 4 punti d'aggancio per occhiali e cuffie. Nota: Come richiamato ad inizio capitolo, i DPI devono essere inseriti nella valutazione dei costi della sicurezza solo nel caso in cui il CSP richieda il loro utilizzo in presenza di lavorazioni tra di loro interferenti; diversamente sono a carico del datore di Lavoro ai sensi del D.Lgs. 81/08 s.m.i.	cad.	3	€ 5,32	€ 15,96
28.A10.D10.010	cuffia antirumore conforme alla norma UNI EN 352-1	cad.	3	€ 12,98	€ 38,94

CODICE	DESCRIZIONE	U.M.	QUANT.	PREZZO UNITARIO	IMPORTO TOTALE
28.A10.D10.025	occhiali per saldatura conformi alla norma UNI EN 169, con lenti ribaltabili.	cad.	1	€ 6,27	€ 6,27
28.A10.D10.030	mascherina monouso, dotata di valvola, per polveri a grana mediofine: classe FFP1 - conforme alla norma UNI EN 149:2001	cad.	6	€ 1,08	€ 6,48
28.A10.D15.005	GUANTI DI PROTEZIONE: contro le aggressioni meccaniche, conforme alla norma UNI EN 388, al paio	cad.	3	€ 11,73	€ 35,19
					€ 305,35
2_DEMOLIZIONI					
02.P02.A58.020	Rimozione manto di copertura compresa la cernita e l'accatastamento in cantiere del materiale riutilizzabile: in lose.	m ²	230	€ 21,40	€ 4.922,00
01.A02.B80.010	Rimozione di parti metalliche compreso il ripristino del muro o del rivestimento. Doccioni di gronda o tubi di discesa.	m	94,5	€ 3,61	€ 341,15
01.A02.A90.005	Demolizione dell'orditura di tetti, in qualunque piano di fabbricato, compresa la discesa o la salita a terra dei materiali, lo sgombero dei detriti, computando le superfici prima della demolizione, compreso il trasporto dei detriti ad impianto di smaltimento autorizzato, per superfici di m ² 0,50 ed oltre. Della piccola, media e grossa orditura di tetti.	m ²	230	€ 16,86	€ 3.877,80
01.A02.A50.005	Demolizione di strutture in calcestruzzo armato, in qualunque piano di fabbricato, compresa la discesa o la salita a terra dei materiali, lo sgombero dei detriti, computando i volumi prima della demolizione. Con carico e trasporto dei detriti ad impianto di smaltimento autorizzato.	m ³	4,26	€ 203,42	€ 866,57
02.P02.A02.010	Demolizione di muratura in mattoni o mista, superiore a cm 15, eseguita con martello demolitore.	m ³	46,7	€ 120,45	€ 5.625,02
					€ 15.632,53
3_NUOVO INTERVENTO					
Cordolo in muratura armata					
02.P55.N12.010	Rabboccatura e riscagliatura di muratura in pietrame già stonacata fino alla profondità media di cm 5-6, eseguita con malta premiscelata, conforme alla norma UNI EN 998-1 e scaglie di pietrame e/o mattoni (da reperire in loco).	m ²	38,26	€ 25,36	€ 970,27
01.P12.C00.060	Barre in acciaio ad aderenza migliorata B450A e B450C per gli usi consentiti dalle norme vigenti. Diametro mm 26	kg	292,16	€ 0,60	€ 175,30
	Barre filettate in acciaio inox M12x1.	cad.	30	€ 5,20	€ 156,00
01.A04.C30.015	Getto in opera di calcestruzzo cementizio preconfezionato eseguito con pompa compreso il nolo della stessa. In strutture armate.	m ³	2,05	€ 25,20	€ 51,66
02.P35.H25.010	Muratura a vista in mattoni pieni e pietrame di recupero, di spessore minimo cm 45, eseguita con idonea malta premiscelata, conforme alla norma UNI-EN 998-2 in classe M 10, a corsi irregolari, retta o curva per muri.	m ²	78,5	€ 744,19	€ 58.418,92

CODICE	DESCRIZIONE	U.M.	QUANT.	PREZZO UNITARIO	IMPORTO TOTALE
02.P55.N18.010	Rinzaffo fratazzato fine per esterni per sottofondo di rivestimenti di qualsiasi tipo (spessore fino a cm 2) eseguito con malta con malta premiscelata conforme alla norma UNI EN 998-1, (servizio materiali eseguito con l'ausilio di mezzi di sollevamento).	m ²	68,7	€ 40,08	€ 2.753,50
02.P55.N20.010	Arricciatura su rinzaffo con idonea malta, (servizio materiali eseguito con l'ausilio di mezzi di sollevamento).	m ²	68,7	€ 10,26	€ 704,86
02.P55.N38.010	Ripristino in intonaco di elemento decorativo lineare su facciate esterne, con preparazione a più strati, eseguito calce idraulica naturale certificata NHL, compresa la realizzazione di profili, di superfici a più livelli (specchiature, fasce di contorno delle specchiature con larghezza da cm 30 a cm 50), compresa l'esecuzione di sguinci, di voltini, di spallette, ecc., valutato sull'effettiva fascia di intervento costituita da uno strato di rinzaffo e da due o più strati successivi di intonaco con malta come sopra descritta, con granulometria degli inerti congruente per forma, natura, colore e consistenza a quella in opera, compresi tutti gli oneri per la formazione dei diversi strati, la realizzazione di spigoli, le sagome in legno o ferro ecc., gli oneri di trasporto al piano.	m ²	5,64	€ 131,19	€ 739,91
					€ 63.970,41
Tetto					
02.P45.L15	Fornitura e posa in opera di grossa orditura di tetto costituita da puntoni e colmi, banchine, ecc., segati a 4 fili con	m ³	16,28	€ 1.674,91	€ 27.267,53
02.P45.L20.010	Supplemento alle voci precedenti per assemblaggio capriate, compreso fornitura di ferramenta fucinata e bulloneria occorrente.	m ²	29,8	€ 787,08	€ 23.454,98
26.A03.A10.005	Manto di copertura in lose. Posa di manto di copertura in lose.	m ²	230	€ 72,64	€ 16.707,20
01.A19.A10.005	Posa in opera di tubi pluviali, doccioni, converse, faldali, compreso ogni accessorio. In lamiera di rame.	kg	174	€ 22,42	€ 3.901,08
					€ 71.330,80
Controventi					
	Trefolo in acciaio inox AISI 316 tipo 7x7 49 fili, diametro mm 6, carico di rottura 14,00 kN	m	112	€ 1,00	€ 112,00
	Profilato in ferro piatto 35 x 5 mm.	cad.	28	€ 1,40	€ 39,20
	Tenditore ad occhiolo 6 mm acciaio inox AISI 316, carico di lavoro 160 kg.	cad.	20	€ 4,35	€ 87,00
	Redance per trefoli diametro 6 mm, acciaio inox, 2 pezzi.	cad.	40	€ 0,55	€ 22,00
	Morsetti per trefolo diametro 6 mm, acciaio inox AISI 316, 2 pezzi.	cad.	80	€ 2,00	€ 160,00
					€ 420,20
TOTALE					€ 166.306,19

APPENDICE IV

I paragrafi seguenti affrontano il dimensionamento, l'analisi statica e la verifica agli stati limite ultimi dei singoli elementi costituenti l'orditura lignea della navata, eseguiti in conformità al D.M. 17/01/2018 (aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC 2018).

Si fa inoltre riferimento, dove necessario, alle seguenti norme:

UNI EN 1995-1-1:2005 Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno, Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici;

CNR – DT 206/2007 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Controllo di Strutture di Legno;

CNR – DT 207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni;

UNI EN 11035-2:2010 Legno strutturale, Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica, Parte 2;

UNI EN 338:2016 Legno strutturale – Classi di resistenza;

UNI EN 14081-1:2016 Strutture di legno – Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza, Parte 1.

IV.1 CARICHI E COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le azioni da tenere in considerazione per il calcolo statico della struttura sono classificate secondo la variazione della loro intensità nel tempo¹:

permanenti (G), azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione.

G_1 peso proprio degli elementi strutturali

G_2 peso proprio degli elementi non strutturali

variabili (Q), azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura.

Q_{k1} azione della neve

Q_{k2} azione del vento

Sulla struttura agiscono diversi carichi che, considerati indipendenti tra di loro, sono soggetti a variazioni della loro grandezza, questo porta a determinare combinazioni di carico risultanti dal cumulo di più azioni, in modo da ottenere le condizioni più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche. La sommatoria di tutti i carichi agenti sulla struttura in modo contemporaneo e con i rispettivi valori estremi di grandezza porterebbe a un carico totale eccessivo e quindi ad un sovradimensionamento della struttura. Perciò si determinano delle combinazioni di carico dove le diverse azioni vengono moltiplicate a coefficienti di sicurezza e di combinazione.

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi (SLU), si ha la combinazione fondamentale²:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} \cdot \psi_{02} + \dots$$

¹ NTC 2018, § 2.5 Azioni sulle costruzioni, pp. 37 - 38.

² Ibidem, p.39.

I coefficienti parziali di sicurezza³ γ nelle verifiche degli stati limite ultimi strutturali (STR) valgono:

carichi permanenti strutturali G_1 e non strutturali G_2 $\rightarrow \gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$

azioni variabili Q $\rightarrow \gamma_Q = 1.5$

Il coefficiente γ_{G2} viene assunto uguale a γ_{G1} in quanto l'intensità dei carichi permanenti non strutturali è definita in fase di progetto.

I valori dei coefficienti di combinazione⁴ ψ per le azioni variabili valgono rispettivamente:

	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
neve ≤ 1000 m	0.5	0.2	0.0
vento	0.6	0.2	0.0

³ NTC 2018, Tab. 2.6.I Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU, p. 40.

⁴ NTC 2018, Tab. 2.5.I Valori dei coefficienti di combinazione, pp. 38 – 39.

PESI PROPRI E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La pietra

Per il manto di copertura in lose si utilizza la pietra di Luserna, una roccia metamorfica appartenente al gruppo degli ortogneiss.

$$\text{peso specifico} \quad \gamma = 27 \text{ kN/m}^3$$

Nel calcolo del peso al m² si considera l'utilizzo delle lastre esistenti con dimensione 0.60 x 0.60 m ed uno spessore medio di 0.04 m. Ipotizzando una sovrapposizione delle lastre che varia da 0.10 a 0.15 m, la superficie di calcolo è pari a 1.5 m²/1 m².

$$g_{\text{lose}} = (1.5 \cdot 0.04 \cdot 27) = 1.62 \text{ kN/m}^2$$

Il legno

Per l'orditura lignea primaria e secondaria della copertura si utilizzano travi in legno massiccio di castagno, classe di resistenza S - D24, secondo la UNI EN 338:2016 e la UNI EN 11035 - 2:2010.

Classi di resistenza del Castagno/Italia D24 - S		
Resistenze		N/mm ²
Flessione (5 - percentile), MPa	f _{m,k}	28
Trazione parallela alla fibratura (5 - percentile), MPa	f _{t,0,k}	17
Trazione perpendicolare alla fibratura (5 - percentile), MPa	f _{t,90,k}	0,5
Compressione parallela alla fibratura (5 - percentile), MPa	f _{c,0,k}	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5 - percentile), MPa	f _{c,90,k}	3,8
Taglio (5 - percentile), MPa	f _{v,k}	2
Modulo elastico		kN/mm ²
Modulo elastico parallelo alla fibratura (medio), MPa (x 10 ³)	E _{0,mean}	11
Modulo elastico parallelo alla fibratura (5 - percentile), MPa (x 10 ³)	E _{0,05}	8
Modulo elastico perpendicolare alla fibratura (medio), MPa (x 10 ²)	E _{90,mean}	7,3
Modulo di taglio (medio), MPa (x 10 ²)	G _{mean}	9,5
Massa volumica		kg/m ³
Massa volumica (5 - percentile), kg/m ³	ρ _k	465
Massa volumica (media), kg/m ³	ρ _{mean}	550

Tab. 1

Travetti

sezione 0.08/0.10 m

peso specifico $\gamma = 6 \text{ kN/m}^3$

Il peso a metro lineare dei travetti vale: $g_{tr} = (0.08 \cdot 0.1 \cdot 6) = 0.05 \text{ kN/m}^2$

Trave di colmo e terzere

sezione 0.18/0.22 m

peso specifico $\gamma = 6 \text{ kN/m}^3$

Il peso a metro lineare delle terzere vale: $g_t = (0.18 \cdot 0.22 \cdot 6) = 0.24 \text{ kN/m}^2$

CARICO NEVE

Il carico provocato dalla neve sulla copertura⁵ è valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo

Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima ed esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose.

La città metropolitana di Torino rientra nella Zona I – Alpina, considerando l'altitudine del sito (a_s) di 763 m slm, si adotta la seguente formula:

$$q_{sk} = 1.39 \cdot \left[1 + \left(\frac{a_s}{728} \right)^2 \right] \quad a_s > 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 2.92 \text{ kN/m}^2$$

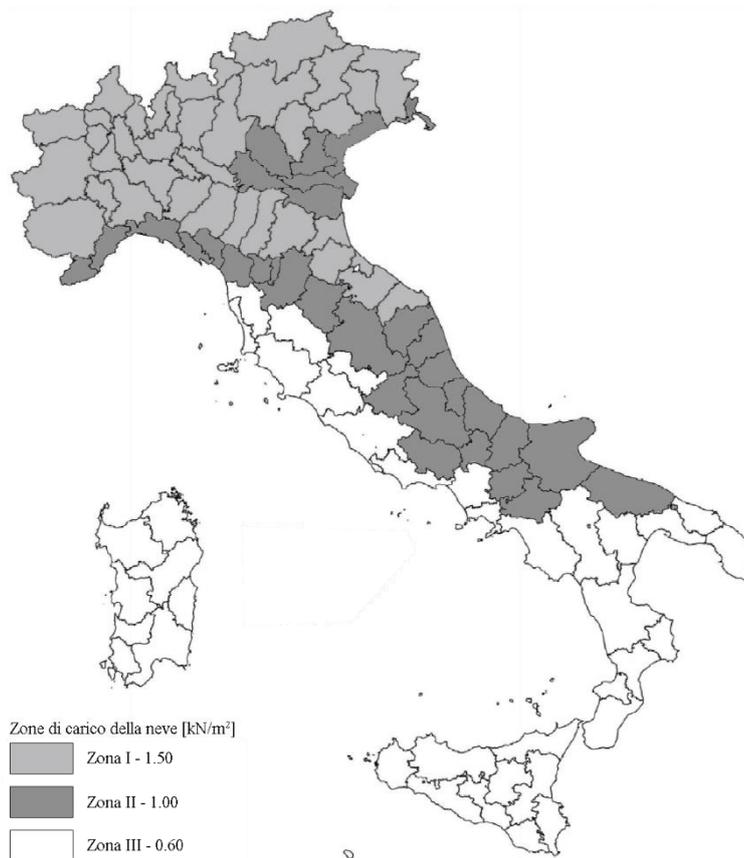


Fig. 1
Zone di carico della neve.
Fonte: NTC 2018

⁵ NTC 2018, § 3.4 Azioni della neve, p. 57 - 59.

μ_i è il coefficiente di forma della copertura

Per una copertura a due falde, con un angolo $\alpha = 28^\circ$ formato dalla falda con l'orizzontale, si ha un coefficiente di forma della copertura⁶ pari a 0.8.

$$\mu_i = 0.8 \qquad 0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$$

C_E è il coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione⁷ tiene conto delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge il manufatto. Considerando una condizione topografica "Normale" (Area in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi), $C_E = 1$.

C_t è il coefficiente termico

Non essendo la copertura coibentata e a contatto con ambienti riscaldati, non si verifica la riduzione del carico neve a causa di perdite di calore della costruzione, si ha $C_t = 1$.

Il carico provocato dalla neve sulla copertura vale, quindi:

$$q_s = 2.92 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 2.34 \text{ kN/m}^2$$

⁶ NTC 2018, Tab. 3.4.II Valori del coefficiente di forma, p. 58.

⁷ NTC 2018, Tab. 3.4.I Valori di C_E per diverse classi di esposizione, p. 59.

CARICO VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando effetti dinamici⁸.

La pressione del vento sulle falde della copertura è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

q_r è la pressione cinetica di riferimento, data dalla formula:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2$$

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 25^2 = 390 \text{ N/m}^2 \rightarrow 0.39 \text{ kN/m}^2$$

dove

ρ è la densità dell'aria, assunta convenzionalmente costante pari a 1.25 kg/m^3

v_r è la velocità di riferimento, data dalla formula:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

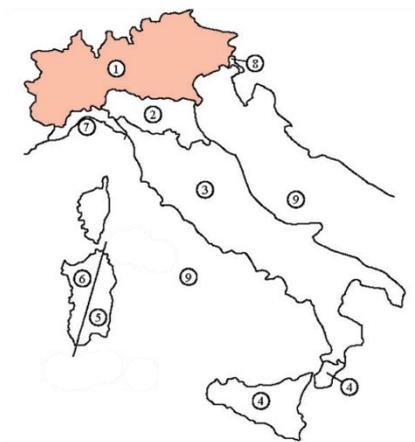
Considerando un periodo di ritorno di 50 anni, si ha il coefficiente di ritorno $c_r = 1$, ottenendo che $v_r = v_b$, quindi:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$$v_b = 25 \cdot 1 = 25 \text{ m/s}$$

c_a è il coefficiente di altitudine

$$c_a = 1 \quad \text{per} \quad a_s \leq a_0 \quad 763 \text{ m} \leq 1000 \text{ m}$$



I parametri $v_{b,0}$ (25 m/s), velocità base di riferimento a livello del mare e a_0 (1000 m), altitudine di riferimento, dipendo dalla zona in cui sorge il manufatto (Zona I – Alpina)⁹.

Fig. 2
Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano.
Fonte: NTC 2018.

⁸ NTC 2018, § 3.3 Azioni del vento, pp. 52 – 56.

⁹ NTC 2018, Tab. 3.3.I Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s , p. 52.

c_e è il coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z (14.40 m) sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln \frac{z}{z_0} \cdot \left(7 + c_t \cdot \ln \frac{z}{z_0} \right) \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = 0.22^2 \cdot 1 \cdot \ln \frac{14.40}{8} \cdot \left(7 + 1 \cdot \ln \frac{14.40}{8} \right) = 2.04$$

c_t è il coefficiente di topografia, generalmente assunto pari a 1

k_r , z_0 , z_{\min} sono parametri dipendenti dalla categoria di esposizione e valgono¹⁰:

$$k_r = 0.22 \quad z_0 = 0.30 \quad z_{\min} = 8$$

La categoria di esposizione (IV) è in funzione della posizione geografica del sito dove sorge la costruzione (Zona I – Alpina) e della classe di rugosità del terreno¹¹ (C – Aree con ostacoli diffusi: alberi, case, muri, recinzioni...).

ZONE 1,2,3,4,5						
	2 km	10 km	30 km	500m	750m	
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
 Categoria III in zona 5
 ** Categoria III in zona 2,3,4,5
 Categoria IV in zona 1

Fig. 3
 Definizione delle categorie di esposizione.
 Fonte: NTC 2018.

c_d è il coefficiente dinamico, cautelativamente assunto pari a 1, per edifici di forma regolare non eccedenti gli 80 m di altezza.

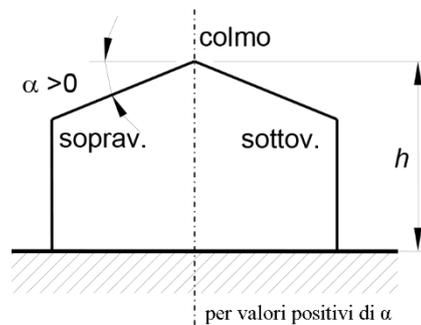


Fig. 4
 Schema di riferimento per coperture a doppia falda.
 Fonte: CNR - DT 207/2008.

¹⁰ Ibidem, Tab. 3.3.II Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione, p. 54.

¹¹ NTC 2018, Tab. 3.3.III Classi di rugosità del terreno, p. 55.

c_p è il coefficiente di pressione

La normativa¹² pone una distinzione tra falda sopravento e falda sottovento. La pressione può variare rapidamente da valori negativi a valori positivi, per cui si considerano ambedue le condizioni di carico, valutando quale può condurre a situazioni più gravose per la copertura. Si prende in esame la direzione del vento perpendicolare al colmo, perciò il coefficiente di pressione per la falda sopravento, con $\alpha = 28^\circ$, vale:

per valori negativi¹³

$$c_{pe} = -1 + \frac{\alpha + 15}{75} = -0.43 \quad \text{per} \quad -15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$$

per valori positivi¹⁴

$$c_{pe} = \frac{\alpha}{75} = 0.37 \quad \text{per} \quad 0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$$

Il coefficiente di pressione per la falda sottovento¹⁵ vale:

$$c_{pe} = -0.6 + \frac{\alpha - 15}{100} = -0.47 \quad \text{per} \quad 15^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$$

La pressione del vento sulle falde della copertura vale, quindi:

falda sopravento

$$p = 0.39 \cdot 2.04 \cdot 1 \cdot (-0.43) = -0.34 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 0.39 \cdot 2.04 \cdot 1 \cdot 0.37 = 0.29 \text{ kN/m}^2$$

falda sottovento

$$p = 0.39 \cdot 2.04 \cdot 1 \cdot (-0.47) = -0.37 \text{ kN/m}^2$$

¹² CNR - DT 207/2008, Appendice G, § G.2.3 Coperture, pp. 92 – 96.

¹³ CNR - DT 207/2008, Appendice G, Tab. G.III Coefficienti di pressione per copertura a semplice falda (α in $^\circ$): vento perpendicolare alla direzione di colmo, p.94

¹⁴ Ibidem.

¹⁵ CNR - DT 207/2008, Appendice G, Tab. G.V Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda (α in $^\circ$): falda sottovento, p. 96.

IV.2 TRAVETTI

Si ipotizza di utilizzare dei travetti in legno massiccio di castagno D24, con sezione rettangolare 0.08/0.10 m posti ad un interasse di 0.40 m. La luce totale di falda (6.55 m) viene coperta con la posa in opera di due elementi in linea di lunghezza 2.90 m e 3.65 m.

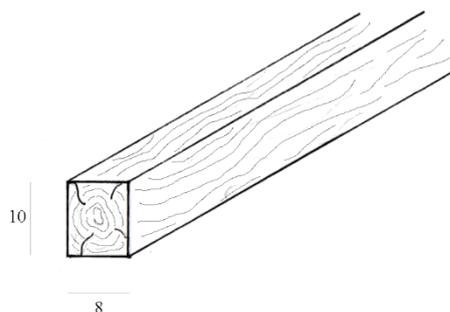


Fig. 5
Sezione del travetto.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Per determinare le azioni sul travetto inclinato si procede scomponendo i carichi agenti in direzione ortogonale e parallela alla trave stessa, eseguendo il calcolo delle azioni e delle deformate su un travetto avente luce tra gli appoggi pari a $l = l' / \cos \alpha$ caricato dall'azione q ortogonale.

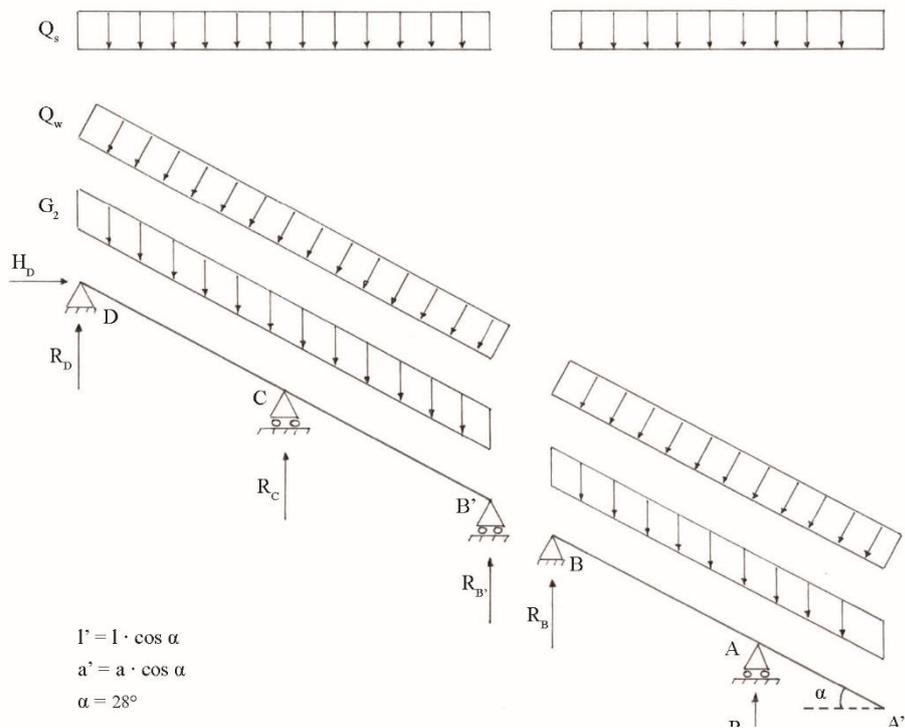


Fig. 6
Schema statico dei travetti.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Si ottengono i seguenti carichi in direzione ortogonale al travetto:

Azioni permanenti

Le azioni permanenti sono date dal peso del manto di copertura in lose e dal peso proprio dei travetti posti ad un interasse $i = 0.40$ m.

$$G_1' = G_1 \cdot \cos \alpha \quad \rightarrow \quad 0.048 \cdot \cos 28 = 0.042 \text{ kN/m}$$

$$G_2' = G_2 \cdot \cos \alpha \quad \rightarrow \quad 0.65 \cdot \cos 28 = 0.57 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = g_{\text{lose}} \cdot i = 1.62 \cdot 0.40 = 0.65 \text{ kN/m}$$

Azioni variabili

$$Q_{s'} = Q_s \cdot \cos \alpha \quad \rightarrow \quad 0.94 \cdot (\cos 28)^2 = 0.73 \text{ kN/m}$$

$$Q_s = q_s \cdot i = 2.34 \cdot 0.40 = 0.94 \text{ kN/m}$$

$$Q_{w'} = Q_w \quad \rightarrow \quad 0.12 \text{ kN/m}$$

$$Q_w = q_w \cdot i = 0.29 \cdot 0.40 = 0.12 \text{ kN/m}$$

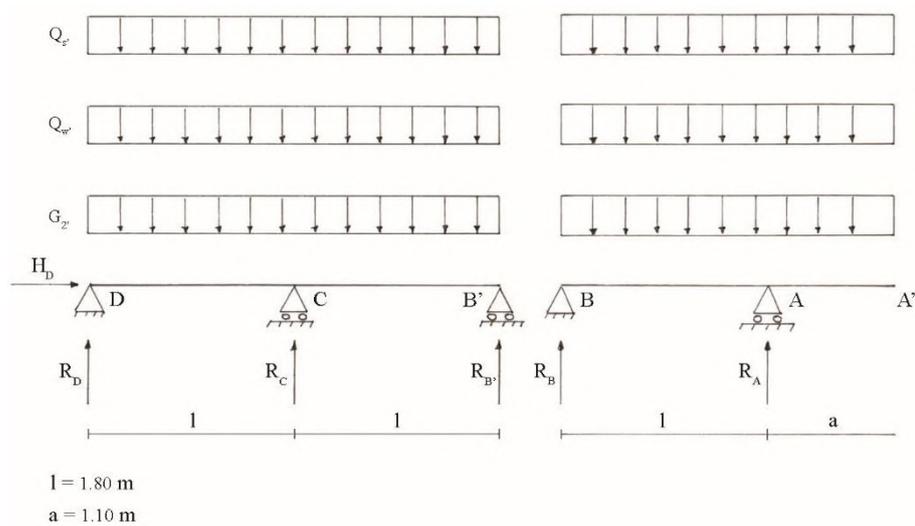


Fig. 7
 Schema statico dei travetti.
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Nel caso di combinazioni di carichi di durata differente, si deve far riferimento al carico con la durata minore per determinare la classe di durata della combinazione. La sollecitazione con il valore più elevato si ha durante l'azione contemporanea di tutti i carichi e si verifica soltanto nel lasso di tempo pari alla durata dell'azione più breve tra quelle contenute nella combinazione considerata.

Quindi le combinazioni significative sono:

Combinazione I – permanente

$$F_{d,I} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2$$

$$F_{d,I} = 1.3 \cdot 0.042 + 1.3 \cdot 0.57 = 0.80 \text{ kN/m}$$

Combinazione II – breve durata

$$F_{d,II} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q_s$$

$$F_{d,II} = 1.3 \cdot 0.042 + 1.3 \cdot 0.57 + 1.5 \cdot 0.73 = 1.89 \text{ kN/m}$$

Combinazione III – istantanea

$$F_{d,III} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q_s + \gamma_{Q2} \cdot Q_w \cdot \psi_{02}$$

$$F_{d,III} = 1.3 \cdot 0.042 + 1.3 \cdot 0.57 + 1.5 \cdot 0.73 + 1.5 \cdot 0.12 \cdot 0.6 = 2.00 \text{ kN/m}$$

Reazioni vincolari travetto 1

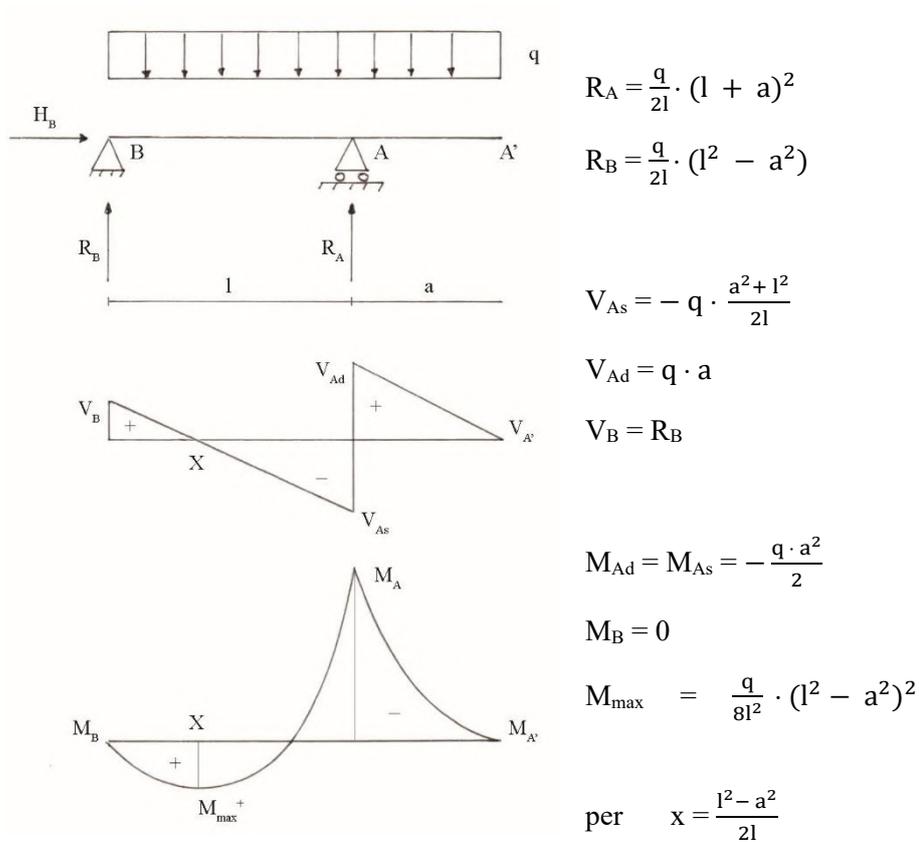


Fig. 8
 Diagrammi di taglio e momento del travetto 1.
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Travetto 1									
		R_A	R_B	V_{Ad}	V_{As}	V_B	M_A	M_B	M_{max}
	[kN/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
$F_{d,I}$	0,80	1,867	0,451	0,879	-0,988	0,451	-0,483	0	0,127
$F_{d,II}$	1,89	4,424	1,068	2,083	-2,341	1,068	-1,146	0	0,301
$F_{d,III}$	2,00	4,668	1,127	2,198	-2,470	1,127	-1,209	0	0,318

Tab. 2

Reazioni vincolari travetto 2

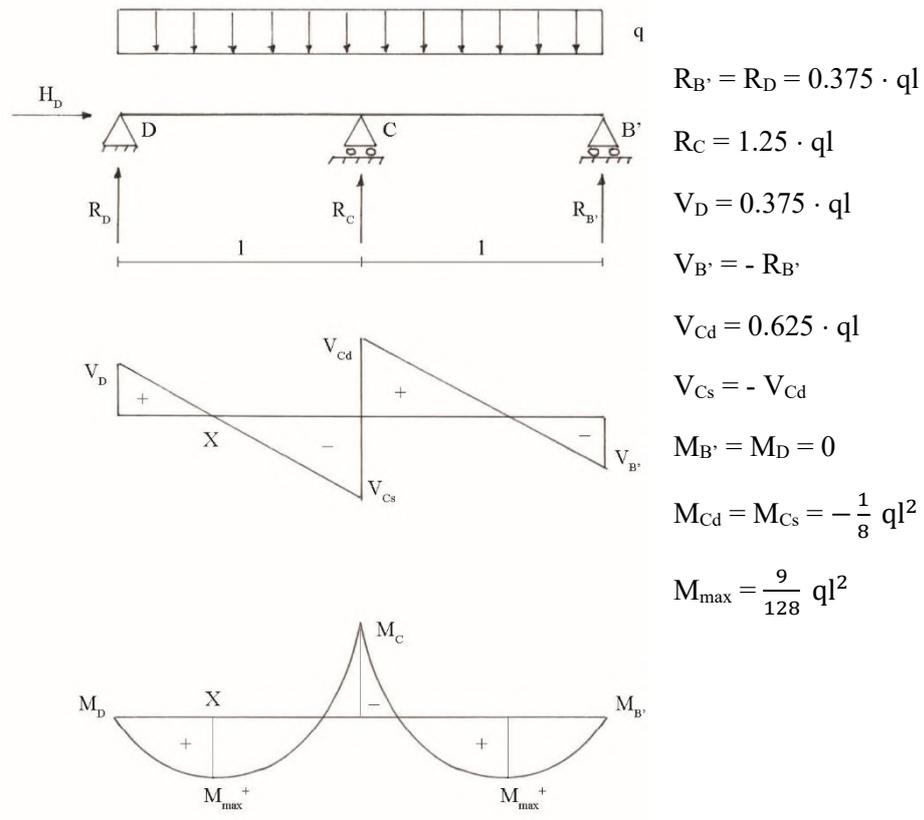


Fig. 9
 Diagrammi di taglio e momento del travetto 2.
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Travetto 2										
		$R_{B'}$ R_D	R_C	$V_{B'}$	V_{Cs}	V_{Cd}	V_D	$M_{B'}$ M_D	M_C	M_{\max}
	[kN/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
F _{d,I}	0,80	0,539	1,798	-0,539	-0,899	0,899	0,539	0	-0,324	0,182
F _{d,II}	1,89	1,278	4,261	-1,278	-2,131	2,131	1,278	0	-0,767	0,431
F _{d,III}	2,00	1,349	4,496	-1,349	-2,248	2,248	1,349	0	-0,809	0,455

Tab. 3

IV.2.1 RESISTENZA DI PROGETTO

I valori della resistenza di progetto¹⁶ per le proprietà del materiale, assegnati con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico, si ottengono mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

X_d è il valore di calcolo di una proprietà del materiale;

X_k è il valore caratteristico di una proprietà del materiale;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale.

Secondo l'Eurocodice 5 del 2005, il coefficiente¹⁷ parziale di sicurezza del legno massiccio è 1.3; in forma cautelativa si è scelto di utilizzare nei calcoli il valore del coefficiente¹⁸ di 1.5, dettato dalla Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

k_{mod} è un coefficiente correttivo

L'effetto della durata del carico e quello dell'umidità del legno sono riassunti dal coefficiente k_{mod} , il quale, considerando la copertura in classe di servizio 2¹⁹ (cioè tutti gli elementi di legno protetti in modo costruttivo dalle intemperie), assume i seguenti valori²⁰:

Combinazione I, permanente $k_{\text{mod,I}} = 0.6$

Combinazione II, breve durata $k_{\text{mod,II}} = 0.9$

Combinazione III, istantanea $k_{\text{mod,III}} = 1.1$

¹⁶ NTC 2018, § 4.4.6 Resistenza di progetto, p. 133.

¹⁷ UNI EN 1995-1-1:2005 Eurocodice 5, prospetto 2.3 Coefficienti parziali γ_M raccomandati per le proprietà e le resistenze dei materiali, p. 17.

¹⁸ NTC 2018, Tab 4.4.III Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali, p. 134.

¹⁹ Ibidem, Tab.4.4.II Classi di servizio, p. 133.

La scelta della classe di servizio 2 è dettata dall'Analisi climatica dei dati ARPA della stazione di Coazze.

²⁰ Ibidem, Tab. 4.4.IV Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno, p. 134.

IV.2.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

La resistenza di un elemento strutturale deve essere verificata in base agli sforzi cui è sottoposto, nelle sezioni con la massima sollecitazione.

Le verifiche allo stato limite ultimo sono nella forma:

$$F_d \leq X_d$$

La combinazione di carico determinante in fase di verifica sarà quella con il peggior rapporto tra i carichi e il coefficiente k_{mod} :

$$F_{d,I} / k_{mod,I} = 0.80 / 0.6 = 1.33$$

$$F_{d,II} / k_{mod,II} = 1.89 / 0.9 = 2.10$$

$$F_{d,III} / k_{mod,III} = 2.00 / 1.1 = 1.82$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A TAGLIO

La verifica del taglio²¹ avviene nella sezione della trave con la sollecitazione al taglio maggiore e deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

τ_d è il valore della massima tensione tangenziale di progetto

Nel caso di una sezione rettangolare con altezza h e larghezza b , si ha:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot 1.5}{b \cdot h}$$

V_d è il valore di calcolo dello sforzo di taglio maggiore per la combinazione di carico determinante

$f_{v,d}$ è la resistenza a taglio di progetto

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$f_{v,k}$ è il valore caratteristico della resistenza a taglio del materiale²²

²¹ NTC 2018, § 4.4.8.1.9 Taglio, p. 137.

²² § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo, Tab.1 Classi di resistenza del Castagno/Italia D24 – S.

Travetto 1

Il valore massimo dello sforzo di taglio per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $V_{Ad} = 2.34$ kN.

$$\tau_d = \frac{2.34 \cdot 10^3 \cdot 1.5}{80 \cdot 100} = 0.44 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{0.9 \cdot 2}{1.5} = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 0.44 \leq 1.2 \quad \text{Verificato}$$

Travetto 2

Il valore massimo dello sforzo di taglio per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $V_C = 2.13$ kN.

$$\tau_d = \frac{2.13 \cdot 10^3 \cdot 1.5}{80 \cdot 100} = 0.40 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{0.9 \cdot 2}{1.5} = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 0.40 \leq 1.2 \quad \text{Verificato}$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A FLESSIONE

La verifica della resistenza a flessione avviene nella sezione della trave con massimo momento flettente, ipotizzando l'assenza di fenomeni di instabilità dovuti allo svergolamento della trave stessa, impedito dal peso del manto di copertura.

La verifica assume per le sezioni rettangolari la forma:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

$\sigma_{m,d}$ è il valore di progetto della tensione massima per flessione

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W}$$

M_d è il valore di progetto del momento flettente maggiore per la combinazione di carico determinante

W è il momento resistente della sezione

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$f_{m,d}$ è il valore di progetto della resistenza a flessione

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$f_{m,k}$ è il valore caratteristico della resistenza a flessione del materiale²³

k_{crit} è il coefficiente di instabilità flesso – torsionale, tiene conto della riduzione di resistenza dovuta allo sbandamento laterale.

Poiché lo svergolamento è impedito dal manto di copertura, $k_{crit} = 1$.

²³ § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo, Tab.1 Classi di resistenza del Castagno/Italia D24 – S.

Travetto 1

La sollecitazione massima del momento flettente per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $M_A = 1.15$ kNm

$$\sigma_{m,d} = \frac{1.15 \cdot 10^6}{133333.33} = 8.59 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{80 \cdot 100^2}{6} = 133333.33 \text{ mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{0.9 \cdot 28}{1.5} = 16.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \quad 8.59 \leq 16.8 \quad \text{Verificato}$$

Travetto 2

La sollecitazione massima del momento flettente per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $M_C = 0.77$ kNm

$$\sigma_{m,d} = \frac{0.77 \cdot 10^6}{133333.33} = 5.75 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{80 \cdot 100^2}{6} = 133333.33 \text{ mm}^2$$

$$f_{m,d} = \frac{0.9 \cdot 28}{1.5} = 16.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \quad 5.75 \leq 16.8 \quad \text{Verificato}$$

IV.2.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

VALORI LIMITE DI FRECCIA

La deformazione degli elementi strutturali risultante dagli effetti delle azioni e dall'umidità del legno deve essere verificata rimanendo entro limiti appropriati.

Trattandosi di stati limite di esercizio il valore di calcolo delle sollecitazioni non è aumentato da coefficienti di sicurezza e si deve tener conto dei carichi effettivi agenti sull'elemento strutturale, nella loro combinazione più sfavorevole.

I valori limite massimi della deformazione²⁴ riferiti ad una trave inflessa su due appoggi:

W_{ist}	$W_{net,fin}$	W_{fin}
da 1/300 a 1/500	da 1/250 a 1/350	da 1/150 a 1/300

W_{ist} è la freccia istantanea

W_{dif} è la componente differita della freccia dovuta agli effetti viscosi

W_{fin} è la freccia finale

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

La deformazione istantanea si calcola facendo riferimento alla combinazione di carico rara²⁵.

$$F_{d,rara} = G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2}$$

$$W_{ist} = W_{ist,G} + W_{ist,Q1} + \psi_{02} \cdot W_{ist,Q2}$$

ψ_{02} è il coefficiente di combinazione del vento²⁶

²⁴ UNI EN 1995-1-1:2005 Eurocodice 5, prospetto 7.2 Esempi di valore limite per le frecce di travi, p. 46.

²⁵ NTC 2018, § 2.5.3 Combinazioni delle azioni, p. 39.

²⁶ § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo.

Calcolo della freccia finale w_{fin}

Nel calcolo della deformazione finale alla deformazione istantanea si deve sommare la deformazione differita, dovuta agli effetti viscosi del legno, calcolata con riferimento alla combinazione di carico quasi permanente²⁷.

$$F_{d,q\text{ perm}} = G_k + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2}$$

Il termine di deformazione differita può essere valutato moltiplicando per il coefficiente k_{def} il termine di deformazione iniziale w'_{ist} .

$$w_{dif} = k_{def} \cdot w'_{ist}$$

k_{def} è il coefficiente che tiene conto dell'aumento di deformabilità con il tempo causato dall'effetto combinato della viscosità e dell'umidità del materiale. Per il legno massiccio²⁸, considerando la classe di servizio 2, $k_{def} = 0.8$.

$$w'_{ist} = w_{ist,G} + \psi_{21} \cdot w_{ist,Q1} + \psi_{22} \cdot w_{ist,Q2}$$

$\psi_{2,j}$ sono i coefficienti di combinazione della neve e del vento²⁹

La deformazione finale si può quindi valutare:

$$w_{fin} = w_{ist} + w_{dif} = w_{ist} + k_{def} \cdot w'_{ist}$$

$$w_{fin} = w_{ist,G} \cdot (1 + k_{def}) + w_{ist,Q1} \cdot (1 + \psi_{21} \cdot k_{def}) + w_{ist,Q2} \cdot (\psi_{02} + \psi_{22} \cdot k_{def})$$

²⁷ NTC 2018, § 2.5.3 Combinazioni delle azioni, p. 39.

²⁸ UNI EN 1995-1-1:2005 Eurocodice 5, prospetto 3.2 Valori di k_{def} per il legno e i materiali a base di legno, p. 21.

²⁹ § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo.

Travetto I – tratto I

In riferimento alla combinazione di carico rara, si assumono i seguenti valori:

$$G_k = G_1 + G_2 = 0.042 + 0.57 = 0.61 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = Q_{s'} = 0.73 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k2} = Q_{w'} = 0.12 \text{ kN/m}$$

I valori delle frecce massime si ricavano con la seguente formula³⁰:

$$w_{M,\max} = \frac{q \cdot l^2}{32 \cdot E \cdot I} \cdot \left(\frac{5}{12} \cdot l^2 - a^2 \right)$$

I è il momento d'inerzia per una sezione rettangolare

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{80 \cdot 100^3}{12} = 6.67 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

E è il modulo elastico del materiale³¹

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Valgono rispettivamente:

$$w_{\text{ist},G} = 0.12 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist},Q_{k1}} = 0.14 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist},Q_{k2}} = 0.02 \text{ mm}$$

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

$$w_{\text{ist}} = 0.12 + 0.14 + 0.6 \cdot 0.02 = 0.27 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist}} \leq l/300 \quad 0.27 < 6 \quad \text{Verificato}$$

Calcolo della freccia finale w_{fin}

$$w_{\text{fin}} = 0.12 \cdot (1 + 0.8) + 0.14 \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) + 0.02 \cdot (0.6 + 0 \cdot 0.8) = 0.37 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}} \leq l/250 \quad 0.37 < 7.2 \quad \text{Verificato}$$

³⁰ Alasia U., Pugno M., *Manuale di costruzioni*, SEI, Torino, 2009, Tab. 9.1 Travi inflesse isostatiche a sezione costante, p. 89.

³¹ § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo, Tab.1 Classi di resistenza del Castagno/Italia D24 – S.

Travetto I – tratto a

In riferimento alla combinazione di carico rara, si assumono i seguenti valori:

$$G_k = G_1 + G_2 = 0.042 + 0.57 = 0.61 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = Q_s = 0.73 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k2} = Q_w = 0.12 \text{ kN/m}$$

I valori delle frecce massime si ricavano con la seguente formula³²:

$$W_{M,\max} = \frac{q \cdot a^3 \cdot (4l + 3a) - ql^3 \cdot a}{24 \cdot E \cdot I}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{80 \cdot 100^3}{12} = 6.67 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Valgono rispettivamente:

$$W_{\text{ist},G} = 2.62 \text{ mm}$$

$$W_{\text{ist},Q_{k1}} = 3.13 \text{ mm}$$

$$W_{\text{ist},Q_{k2}} = 0.52 \text{ mm}$$

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

$$w_{\text{ist}} = 2.62 + 3.13 + 0.6 \cdot 0.52 = 6.06 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist}} \leq 2a/300 \quad 6.06 < 7.33 \quad \text{Verificato}$$

Calcolo della freccia finale w_{fin}

$$w_{\text{fin}} = 2.62 \cdot (1 + 0.8) + 3.13 \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) + 0.52 \cdot (0.6 + 0 \cdot 0.8) = 8.16 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}} \leq 2a/250 \quad 8.16 < 8.8 \quad \text{Verificato}$$

³² Ibidem.

Travetto 2

In riferimento alla combinazione di carico rara, si assumono i seguenti valori:

$$G_k = G_1 + G_2 = 0.042 + 0.57 = 0.61 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = Q_{s'} = 0.73 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k2} = Q_{w'} = 0.12 \text{ kN/m}$$

I valori delle frecce massime si ricavano con la seguente formula³³:

$$w_{M,\max} = 0.0054 \cdot \frac{ql^4}{E \cdot I}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{80 \cdot 100^3}{12} = 6.67 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Valgono rispettivamente:

$$W_{\text{ist},G} = 0.47 \text{ mm}$$

$$W_{\text{ist},Q_{k1}} = 0.56 \text{ mm}$$

$$W_{\text{ist},Q_{k2}} = 0.09 \text{ mm}$$

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

$$w_{\text{ist}} = 0.47 + 0.56 + 0.6 \cdot 0.09 = 1.08 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist}} \leq l/300 \quad 1.08 < 6 \quad \text{Verificato}$$

Calcolo della freccia finale w_{fin}

$$w_{\text{fin}} = 0.47 \cdot (1 + 0.8) + 0.56 \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) + 0.09 \cdot (0.6 + 0 \cdot 0.8) = 1.46 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}} \leq l/250 \quad 1.46 < 7.2 \quad \text{Verificato}$$

³³ Alasia U., Pugno M., *op. cit.*, Tab. 10.3 Travi continue omogenee a sezione costante, p. 104.

IV.3_TRAVE DI COLMO

Si ipotizza di utilizzare travi in legno massiccio di castagno C24, con sezione rettangolare 0.18/0.22 m e lunghezza di 3.25 m.

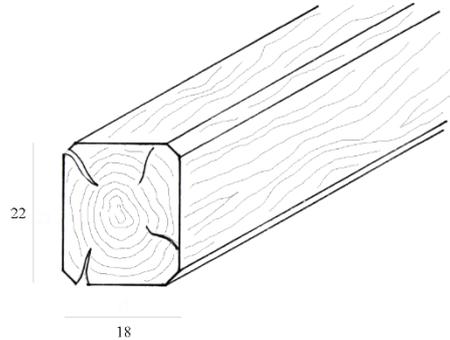


Fig. 10
Sezione della trave di colmo.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Le azioni agenti sulla trave di colmo sono dovute alle reazioni di appoggio dei travetti e del manto di copertura. Per semplicità di calcolo, i carichi vengono assunti come uniformemente ripartiti sulla lunghezza della trave, anziché come forze concentrate poste ad un interasse di 0.40 m. Si considera inoltre, una lunghezza d'influenza dei carichi pari a 1.59 m, trascurando l'effetto del vento.

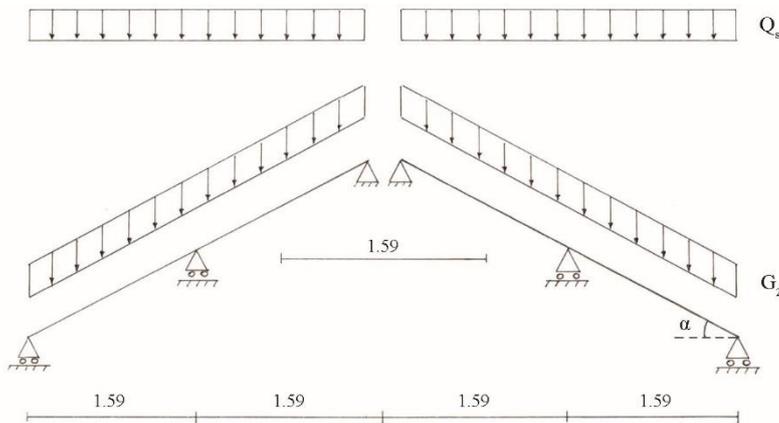


Fig. 11
Schema statico della trave di colmo, vista in sezione.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Si ottengono i seguenti carichi proiettati al piano di colmo:

Azioni permanenti

Le azioni permanenti sono date dal peso del manto di copertura in lose, dal peso dei travetti e dal peso proprio della trave di colmo.

$$G_1' = G_1 \quad \rightarrow \quad 0.24 \text{ kN/m}$$

$$G_2' = G_2 \cdot l_{\text{infl}} \quad \rightarrow \quad 1.97 \cdot 1.59 = 3.13 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = [G_{\text{lose}} + (G_{\text{tr}} / \text{int}_{\text{tr}})] / \cos \alpha = [1.62 + (0.048 / 0.40)] / \cos 28 = 1.97 \text{ kN/m}^2$$

Azioni variabili

$$Q_s' = Q_s \cdot l_{\text{infl}} \quad \rightarrow \quad 2.34 \cdot 1.59 = 3.72 \text{ kN/m}$$

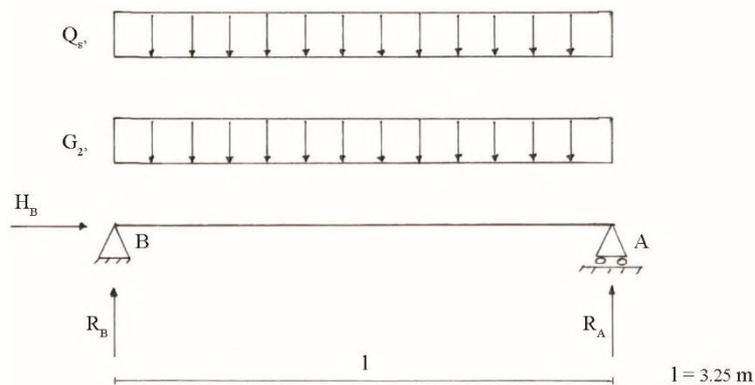


Fig. 12
 Schema statico della trave di colmo, vista frontale.
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Le combinazioni significative sono:

Combinazione I – permanente

$$F_{d,I} = \gamma_{G1} \cdot G_1' + \gamma_{G2} \cdot G_2'$$

$$F_{d,I} = 1.3 \cdot 0.24 + 1.3 \cdot 3.13 = 4.38 \text{ kN/m}$$

Combinazione II – breve durata

$$F_{d,II} = \gamma_{G1} \cdot G_1' + \gamma_{G2} \cdot G_2' + \gamma_Q \cdot Q_s'$$

$$F_{d,II} = 1.3 \cdot 0.24 + 1.3 \cdot 3.13 + 1.5 \cdot 3.72 = 9.96 \text{ kN/m}$$

Reazioni vincolari

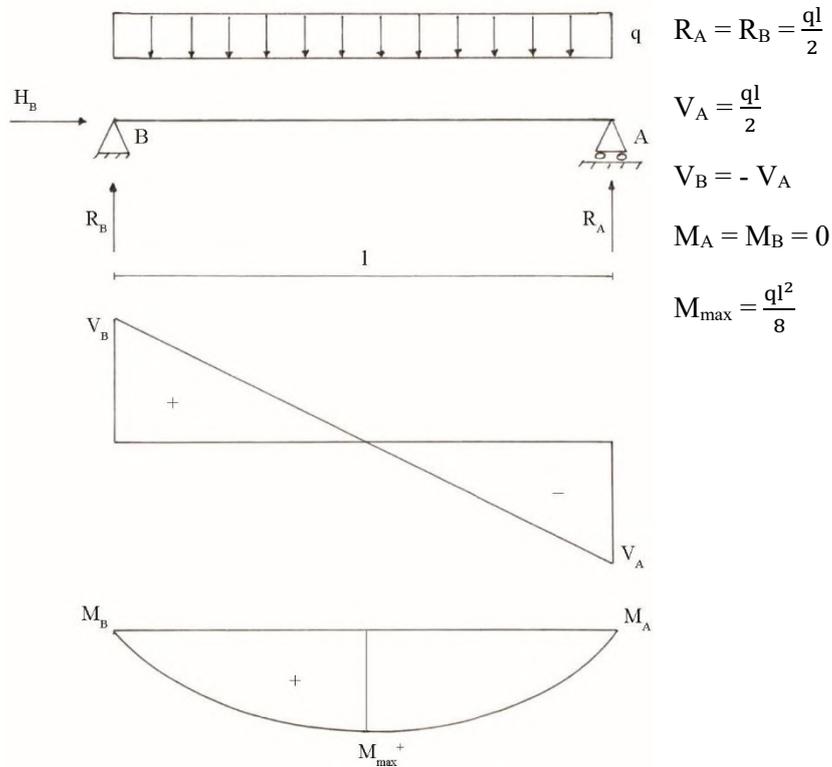


Fig. 13
 Diagramma di taglio e momento della trave di colmo.
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Trave Colmo								
	[kN/m]	R_A [kN]	R_B [kN]	V_A [kN]	V_B [kN]	M_A [kNm]	M_B [kNm]	M_{\max} [kNm]
$F_{d,I}$	4,38	7,118	7,118	7,118	-7,118	0	0	5,784
$F_{d,II}$	9,96	16,184	16,184	16,184	-16,184	0	0	13,150

Tab. 4

IV.3.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le verifiche allo stato limite ultimo sono nella forma³⁴:

$$F_d \leq X_d$$

La combinazione di carico determinante in fase di verifica sarà quella con il peggior rapporto tra i carichi e il coefficiente k_{mod} :

$$F_{d,I} / k_{mod,I} = 4.38 / 0.6 = 7.3$$

$$F_{d,II} / k_{mod,II} = 9.96 / 0.9 = 11.07$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A TAGLIO

Il valore massimo dello sforzo di taglio per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $V_A = 16.18$ kN.

$$\tau_d = \frac{16.18 \cdot 10^3 \cdot 1.5}{180 \cdot 220} = 0.61 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{0.9 \cdot 2}{1.5} = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 0.61 < 1.2 \quad \text{Verificato}$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A FLESSIONE

La sollecitazione massima del momento flettente per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $M_{max} = 13.15$ kNm

$$\sigma_{m,d} = \frac{13.18 \cdot 10^6}{1452000} = 9.06 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{180 \cdot 220^2}{6} = 1452000 \text{ mm}^3$$

$$f_{m,d} = \frac{0.9 \cdot 28}{1.5} = 16.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \quad 9.06 < 16.8 \quad \text{Verificato}$$

³⁴ § IV.2.1 Resistenza di progetto.

IV.3.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

In riferimento alla combinazione di carico rara, si assumono i seguenti valori:

$$G_k = G_1 + G_2 = 0.24 + 3.13 = 3.37 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = Q_s = 3.72 \text{ kN/m}$$

Essendo la trave di colmo una trave in semplice appoggio caricata da un carico uniformemente distribuito di valore costante, si considera oltre al valore di freccia massima in mezzeria w_M , anche la componente di freccia dovuta allo sforzo di taglio w_V .

Quindi i valori delle frecce massime si ricavano con la seguente formula³⁵:

$$w_{\text{tot}} = w_M + w_V = \left(\frac{5 \cdot ql^4}{384 \cdot E \cdot I} \right) + \left(\frac{ql^2}{8 \cdot G \cdot A} \right)$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{180 \cdot 220^3}{12} = 1.6 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \cdot h = 180 \cdot 220 = 39600 \text{ mm}^2$$

$$G \quad \text{è il modulo di taglio}^{36} \quad G = 950 \text{ N/mm}^2$$

Valgono rispettivamente:

$$W_{\text{ist,G}} = 2.66 \text{ mm}$$

$$W_{\text{ist,Qk1}} = 3.16 \text{ mm}$$

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

$$w_{\text{ist}} = 2.66 + 3.16 = 5.82 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist}} \leq 1/300 \quad 5.82 < 10.8 \quad \text{Verificato}$$

Calcolo della freccia finale w_{fin}

$$w_{\text{fin}} = 2.66 \cdot (1 + 0.8) + 3.16 \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) = 7.95 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}} \leq 1/250 \quad 7.95 < 12.96 \quad \text{Verificato}$$

³⁵ Alasia U., Pugno M., *op. cit.*, Tab. 9.1 Travi inflesse isostatiche a sezione costante, p. 83.

³⁶ § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo, Tab.1 Classi di resistenza del Castagno/Italia D24 – S.

IV.4 TERZERE

IV.4.1 TERZERE 2 E 3

Si ipotizza di utilizzare travi in legno massiccio di castagno C24, con sezione rettangolare 0.18/0.22 m e lunghezza di 3.25 m.

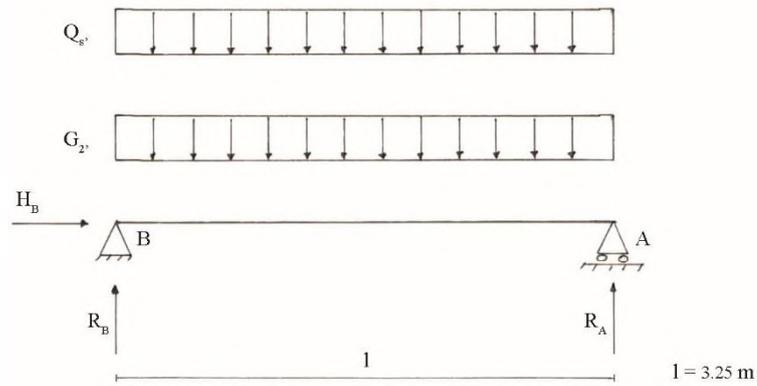


Fig. 14
 Schema statico della trave
 Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Le azioni agenti sulle travi 2 e 3 sono dovute alle reazioni di appoggio dei travetti e del manto di copertura. Per semplicità di calcolo, i carichi vengono assunti come uniformemente ripartiti sulla lunghezza della trave, anziché come forze concentrate poste ad un interasse di 0.40 m. Si considera inoltre, una lunghezza d'influenza dei carichi pari a 1.80 m. Trascurando l'effetto del vento, si ottengono i seguenti carichi in direzione ortogonale alla trave:

Azioni permanenti

$$G_1' = G_1 \quad \rightarrow \quad 0.24 \text{ kN/m}$$

$$G_2' = G_2 \cdot l_{\text{infl}} \quad \rightarrow \quad 1.54 \cdot 1.80 = 2.77 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = [G_{\text{lose}} + (G_{\text{tr}} / \text{int}_{\text{tr}})] \cdot \cos \alpha = [1.62 + (0.048 / 0.40)] \cdot \cos 28 = 1.54 \text{ kN/m}^2$$

Azioni variabili

$$Q_s' = Q_s \cdot (\cos \alpha)^2 \cdot l_{\text{infl}} \quad \rightarrow \quad 2.34 \cdot (\cos 28)^2 \cdot 1.80 = 3.28 \text{ kN/m}$$

Le combinazioni significative sono:

Combinazione I – permanente

$$F_{d,I} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2$$

$$F_{d,I} = 1.3 \cdot 0.24 + 1.3 \cdot 2.77 = 3.90 \text{ kN/m}$$

Combinazione II – breve durata

$$F_{d,II} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q_S$$

$$F_{d,II} = 1.3 \cdot 0.24 + 1.3 \cdot 2.77 + 1.5 \cdot 3.28 = 8.83 \text{ kN/m}$$

Reazioni vincolari terza e 3

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2}$$

$$V_A = \frac{ql}{2} \quad V_B = -V_A$$

$$M_A = M_B = 0 \quad M_{\max} = \frac{ql^2}{8}$$

Terzere 2 e 3								
		R _A	R _B	V _A	V _B	M _A	M _B	M _{max}
	[kN/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
F _{d,I}	3,90	6,345	6,345	6,345	-6,345	0	0	5,155
F _{d,II}	8,83	14,351	14,351	14,351	-14,351	0	0	11,660

Tab. 5

A5.4.1.1 _ VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le verifiche allo stato limite ultimo sono nella forma³⁷:

$$F_d \leq X_d$$

La combinazione di carico determinante in fase di verifica sarà quella con il peggior rapporto tra i carichi e il coefficiente k_{mod} :

$$F_{d,I} / k_{mod,I} = 3.90 / 0.6 = 6.5$$

$$F_{d,II} / k_{mod,II} = 8.83 / 0.9 = 9.81$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A TAGLIO

Il valore massimo dello sforzo di taglio per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $V_A = 14.35$ kN.

$$\tau_d = \frac{14.35 \cdot 10^3 \cdot 1.5}{180 \cdot 220} = 0.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{0.9 \cdot 2}{1.5} = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 0.54 < 1.2 \quad \text{Verificato}$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A FLESSIONE

La sollecitazione massima del momento flettente per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $M_{max} = 11.66$ kNm

$$\sigma_{m,d} = \frac{11.66 \cdot 10^6}{1452000} = 8.03 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{180 \cdot 220^2}{6} = 1452000 \text{ mm}^3$$

$$f_{m,d} = \frac{0.9 \cdot 28}{1.5} = 16.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \quad 8.03 < 16.8 \quad \text{Verificato}$$

³⁷ § IV.2.1 Resistenza di progetto.

A5.4.1.2_ VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

In riferimento alla combinazione di carico rara, si assumono i seguenti valori:

$$G_k = G_1 + G_2 = 0.24 + 2.77 = 3.01 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = Q_s = 3.28 \text{ kN/m}$$

Come per la trave di colmo, anche nel calcolo delle deformazioni delle terzere si considera oltre al valore di freccia massima in mezzeria w_M , anche la componente di freccia dovuta allo sforzo di taglio w_V .

Quindi i valori delle frecce massime si ricavano con la seguente formula:

$$w_{\text{tot}} = w_M + w_V = \left(\frac{5 \cdot ql^4}{384 \cdot E \cdot I} \right) + \left(\frac{ql^2}{8 \cdot G \cdot A} \right)$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{180 \cdot 220^3}{12} = 1.6 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 950 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \cdot h = 180 \cdot 220 = 39600 \text{ mm}^2$$

Valgono rispettivamente:

$$w_{\text{ist,G}} = 2.56 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist,Qk1}} = 2.79 \text{ mm}$$

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

$$w_{\text{ist}} = 2.56 + 2.79 = 5.35 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist}} \leq l/300 \quad 5.35 < 10.8 \quad \text{Verificato}$$

Calcolo della freccia finale w_{fin}

$$w_{\text{fin}} = 2.56 \cdot (1 + 0.8) + 2.79 \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) = 7.40 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}} \leq l/250 \quad 7.40 < 12.96 \quad \text{Verificato}$$

V.4.2_TERZERE 4

Si ipotizza di utilizzare travi in legno massiccio di castagno C24, con sezione rettangolare 0.18/0.22 m e lunghezza di 3.25 m.

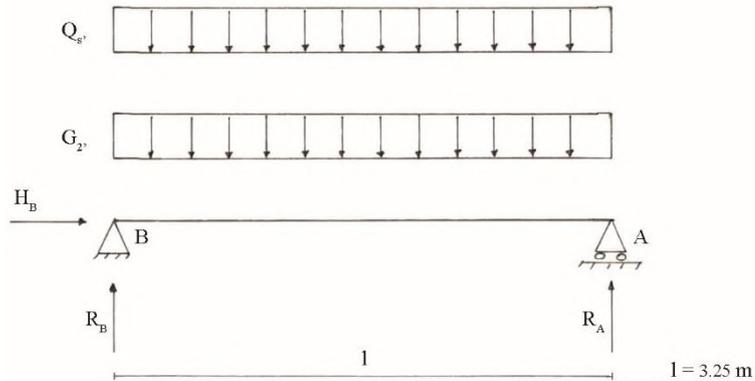


Fig. 15
Schema statico della trave.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

Le azioni agenti sulla trave 4 sono dovute alle reazioni di appoggio dei travetti e del manto di copertura. Per semplicità di calcolo, i carichi vengono assunti come uniformemente ripartiti sulla lunghezza della trave, anziché come forze concentrate poste ad un interasse di 0.40 m. Si considera inoltre, una lunghezza d'influenza dei carichi pari a 2.00 m. Trascurando l'effetto del vento, si ottengono i seguenti carichi in direzione ortogonale alla trave:

Azioni permanenti

$$G_1 = G_1 \rightarrow 0.24 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = G_2 \cdot l_{\text{infl}} \rightarrow 1.54 \cdot 2.00 = 3.08 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = [G_{\text{lose}} + (G_{\text{tr}} / \text{int}_{\text{tr}})] \cdot \cos \alpha = [1.62 + (0.048 / 0.40)] \cdot \cos 28 = 1.54 \text{ kN/m}^2$$

Azioni variabili

$$Q_s = Q_s \cdot (\cos \alpha)^2 \cdot l_{\text{infl}} \rightarrow 2.34 \cdot (\cos 28)^2 \cdot 2.00 = 3.65 \text{ kN/m}$$

Le combinazioni significative sono:

Combinazione I – permanente

$$F_{d,I} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2$$

$$F_{d,I} = 1.3 \cdot 0.24 + 1.3 \cdot 3.08 = 4.31 \text{ kN/m}$$

Combinazione II – breve durata

$$F_{d,II} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot Q_S$$

$$F_{d,II} = 1.3 \cdot 0.24 + 1.3 \cdot 3.08 + 1.5 \cdot 3.65 = 9.79 \text{ kN/m}$$

Reazioni vincolari terza 4

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2}$$

$$V_A = \frac{ql}{2} \quad V_B = -V_A$$

$$M_A = M_B = 0 \quad M_{\max} = \frac{ql^2}{8}$$

Terzera 4								
	[kN/m]	R _A [kN]	R _B [kN]	V _A [kN]	V _B [kN]	M _A [kNm]	M _B [kNm]	M _{max} [kNm]
F _{d,I}	4,31	7,008	7,008	7,008	-7,008	0	0	5,694
F _{d,II}	9,79	15,904	15,904	15,904	-15,904	0	0	12,922

Tab. 6

A5.4.2.1 _ VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le verifiche allo stato limite ultimo sono nella forma³⁸:

$$F_d \leq X_d$$

La combinazione di carico determinante in fase di verifica sarà quella con il peggior rapporto tra i carichi e il coefficiente k_{mod} :

$$F_{d,I} / k_{mod,I} = 4.31 / 0.6 = 7.18$$

$$F_{d,II} / k_{mod,II} = 9.79 / 0.9 = 10.88$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A TAGLIO

Il valore massimo dello sforzo di taglio per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $V_A = 15.90$ kN.

$$\tau_d = \frac{15.90 \cdot 10^3 \cdot 1.5}{180 \cdot 220} = 0.60 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{0.9 \cdot 2}{1.5} = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad 0.60 < 1.2 \quad \text{Verificato}$$

VERIFICA DELLA RESISTENZA A FLESSIONE

La sollecitazione massima del momento flettente per la combinazione di carico determinante $F_{d,II}$, vale $M_{max} = 12.92$ kNm

$$\sigma_{m,d} = \frac{12.92 \cdot 10^6}{1452000} = 8.90 \text{ N/mm}^2$$

$$W = \frac{180 \cdot 220^2}{6} = 1452000 \text{ mm}^3$$

$$f_{m,d} = \frac{0.9 \cdot 28}{1.5} = 16.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \quad 8.90 < 16.8 \quad \text{Verificato}$$

³⁸ § IV.2.1 Resistenza di progetto.

A5.4.2.2_ VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

In riferimento alla combinazione di carico rara, si assumono i seguenti valori:

$$G_k = G_{1'} + G_{2'} = 0.24 + 3.08 = 3.32 \text{ kN/m}$$

$$Q_{k1} = Q_{s'} = 3.65 \text{ kN/m}$$

Come per la trave di colmo e per le terzere 2 e 3, anche nel calcolo delle deformazioni delle terzere 4 si considera oltre al valore di freccia massima in mezzeria w_M , anche la componente di freccia dovuta allo sforzo di taglio w_V . Quindi i valori delle frecce massime si ricavano con la seguente formula:

$$w_{\text{tot}} = w_M + w_V = \left(\frac{5 \cdot ql^4}{384 \cdot E \cdot I} \right) + \left(\frac{ql^2}{8 \cdot G \cdot A} \right)$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{180 \cdot 220^3}{12} = 1.6 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$E = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$G = 950 \text{ N/mm}^2$$

$$A = b \cdot h = 180 \cdot 220 = 39600 \text{ mm}^2$$

Valgono rispettivamente:

$$w_{\text{ist,G}} = 2.82 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist,Qk1}} = 3.10 \text{ mm}$$

Calcolo della freccia istantanea w_{ist}

$$w_{\text{ist}} = 2.82 + 3.10 = 5.92 \text{ mm}$$

$$w_{\text{ist}} \leq 1/300 \quad 5.92 < 10.8 \quad \text{Verificato}$$

Calcolo della freccia finale w_{fin}

$$w_{\text{fin}} = 2.82 \cdot (1 + 0.8) + 3.10 \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) = 8.18 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}} \leq 1/250 \quad 8.18 < 12.96 \quad \text{Verificato}$$

IV.5 TABELLA RIASSUNTIVA DELLE VERIFICHE DI PROGETTO

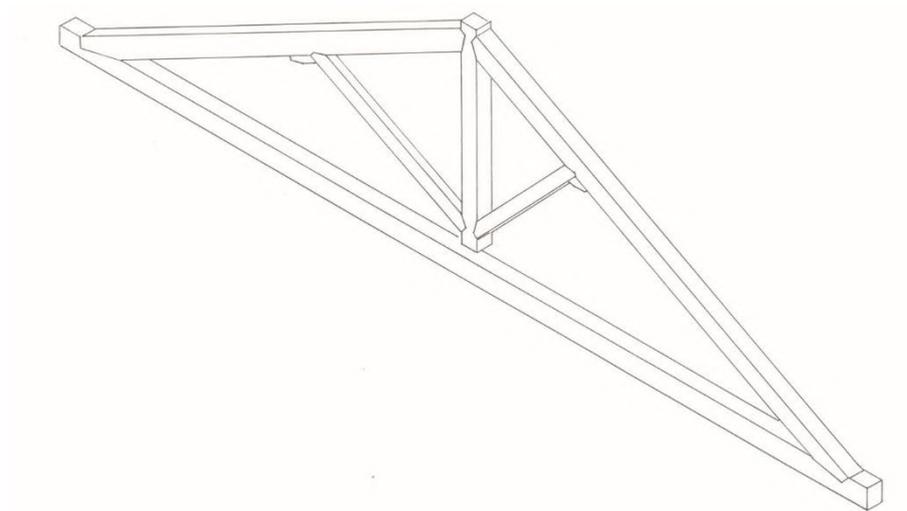
Verifiche					
Elemento		SLU		SLE	
	b/h [mm]	τ_d [N/mm ²]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm ²]	W _{ist} [mm]	W _{fin} [mm]
		< 1,2	< 16,8	< 7,33	< 8,8
Travetto 1 - a	80/100	0,44	8,59	6,06	8,16
		< 1,2	< 16,8	< 6	< 7,2
Travetto 1 - l	80/100	0,44	8,59	0,27	0,37
Travetto 2	80/100	0,40	5,75	1,08	1,46
		< 1,2	< 16,8	< 10,80	< 12,96
Trave di colmo	180/220	0,61	9,06	5,82	7,95
Terzere 2 e 3	180/220	0,54	8,03	5,35	7,4
Terzere 4	180/220	0,60	8,90	5,92	8,18

Tab. 7

IV.6 CAPRIATA

IV.6.1 GEOMETRIA E CARICHI

L'orditura primaria della navata, in legno massiccio di castagno, è costituita da quattro capriate palladiane poste ad un interasse di 3.25 m.



Nel calcolo dell'equilibrio dei nodi si adotta uno schema semplificato della capriata, ipotizzando una sola terza intermedia posta in corrispondenza del nodo puntone – saetta.

La capriata è soggetta ai seguenti carichi concentrati:

trave di colmo → $F_1 = 16.18 \text{ kN}$

terzere → $F_2 = 21.28 \text{ kN}$ $F_3 = 22.81 \text{ kN}$

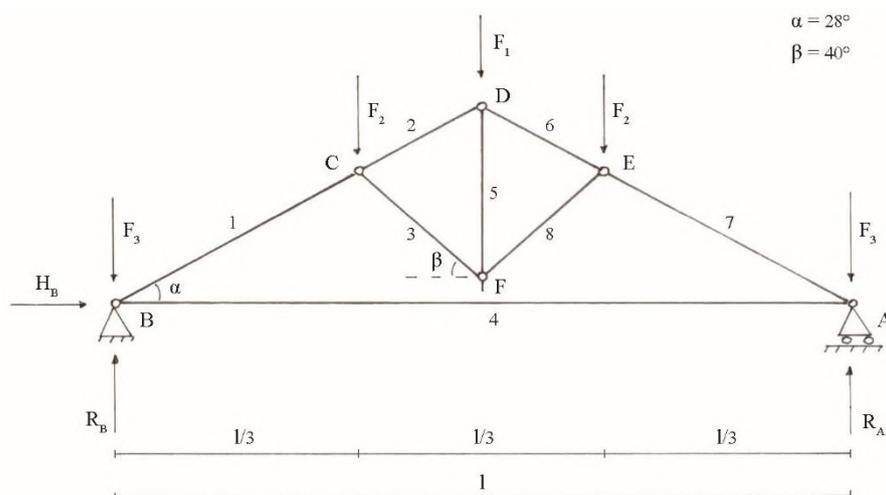


Fig. 16
Schema statico della capriata palladiana.
Fonte: disegno realizzato dagli autori.

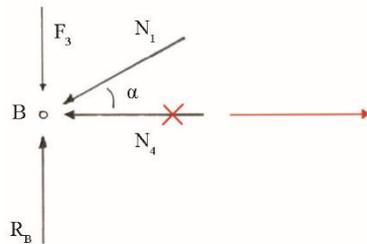
$$l = 9.60 \text{ m} \quad l/3 = 3.20 \text{ m}$$

$$\sum F_V = 0 \quad V_A + V_B - F_1 - 2F_2 - 2F_3 = 0 \quad V_A = 52.18 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \quad V_B l - F_2 l - F_1 l/2 - F_3 l = 0 \quad V_B = 52.18 \text{ kN}$$

Si risolve la struttura, trascurando il peso proprio degli elementi, con il metodo dei nodi.

NODO B

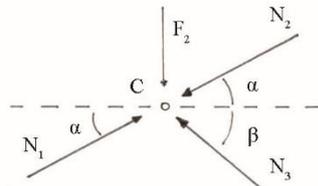


$$\begin{cases} \sum F_H = 0 & -N_4 - N_1 \cdot \cos \alpha = 0 \\ \sum F_V = 0 & V_B - F_3 - N_1 \cdot \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_4 = -N_1 \cdot \cos 28 \\ N_1 = \frac{(52.18 - 22.81)}{\sin 28} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_4 = -55.24 \text{ kN} \\ N_1 = 62.56 \text{ kN} \end{cases}$$

NODO C



$$\begin{cases} \sum F_H = 0 & -N_3 \cdot \cos \beta - N_2 \cdot \cos \alpha + N_1 \cdot \cos \alpha = 0 \\ \sum F_V = 0 & -F_2 + N_1 \cdot \sin \alpha + N_3 \cdot \sin \beta - N_2 \cdot \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

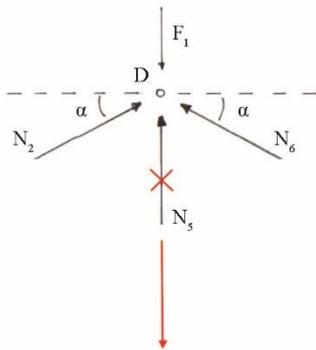
$$\begin{cases} N_3 = \frac{(-N_2 \cdot \cos 28 + N_1 \cdot \cos 28)}{\cos 40} \\ N_3 = \frac{(21.28 - N_1 \cdot \sin 28 + N_2 \cdot \sin 28)}{\sin 28} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_3 = \frac{(-N_2 \cdot \cos 28 + N_1 \cdot \cos 28)}{\cos 40} \\ \frac{(-N_2 \cdot \cos 28 + N_1 \cdot \cos 28)}{\cos 40} = \frac{(21.28 - N_1 \cdot \sin 28 + N_2 \cdot \sin 28)}{\sin 28} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_3 = \frac{(-N_2 \cdot \cos 28 + N_1 \cdot \cos 28)}{\cos 40} \\ -N_2 \left(\frac{\cos 28}{\cos 40} + \frac{\sin 28}{\sin 40} \right) = -84.70 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_3 = 20.3 \text{ kN} \\ N_2 = 45.05 \text{ kN} \end{cases}$$

NODO D

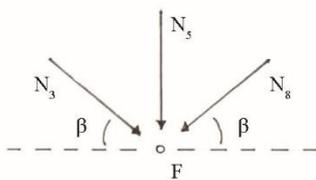


$$\begin{cases} \sum F_H = 0 & -N_6 \cdot \cos \alpha + N_2 \cdot \cos \alpha = 0 \\ \sum F_V = 0 & -F_1 + N_5 + N_6 \cdot \sin \alpha + N_2 \cdot \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = N_6 \\ N_5 = -2N_2 \cdot \sin 28 + 16.18 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_2 = N_6 \\ N_5 = -26.12 \text{ kN} \end{cases}$$

NODO F – VERIFICA $N_3 = N_8$



$$\begin{cases} \sum F_H = 0 & N_3 \cdot \cos \beta + N_8 \cdot \cos \beta = 0 \\ \sum F_V = 0 & N_5 - N_3 \cdot \sin \beta - N_8 \cdot \sin \beta = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_3 = N_8 \\ N_3 = \frac{26.12}{2 \sin 40} \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_3 = N_8 \\ N_3 = 20.3 \text{ kN} \end{cases}$$

Capriata			
Asta	Sforzo [kN]	Elemento	
1 = 7	62,56	puntone	compresso
2 = 6	45,05	puntone	compresso
3 = 8	20,3	saetta	compressa
4	55,24	catena	tesa
5	26,12	monaco	teso

Tab. 8

IV.6.2 VERIFICA DELLA STABILITÀ DEL PUNTO

Nella verifica della stabilità del puntone³⁹, trascurando il peso proprio dell'elemento, si considera lo sforzo normale più gravoso N_1 , ipotizzando che influisca sull'intera lunghezza dell'elemento pari a 5.50 m.

I puntoni, essendo soggetti ad una sollecitazione di compressione, sono sottoposti al fenomeno di instabilità che può provocarne lo sbandamento laterale in entrambe le direzioni principali, perciò deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{crit,c} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$\sigma_{c,0,d}$ è il valore di progetto della tensione di compressione per lo sforzo normale

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = N_1 / A = 62.56 \cdot 10^3 / 180 \cdot 220 = 1.58 \text{ N/mm}^2$$

N_d è il valore di progetto dello sforzo assiale per la combinazione di carichi determinante

A è l'area della sezione

$f_{c,0,d}$ è la resistenza di progetto a compressione

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0.9 \cdot 22 / 1.5 = 13.2 \text{ N/mm}^2$$

$f_{c,0,k}$ è il valore caratteristico della resistenza a compressione⁴⁰ del materiale

$k_{crit,c}$ è il coefficiente riduttivo di tensione critica per l'instabilità di colonna valutato per il piano in cui assume il valore minimo

Il coefficiente riduttivo $k_{crit,c}$ si calcola in funzione della snellezza relativa di colonna:

$$\lambda_{rel,c} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$$

³⁹ NTC 2018, § 4.4.8.2.2 Elementi compressi (instabilità di colonna), p. 139.

⁴⁰ § IV.1 Carichi e combinazioni di calcolo, Tab.1 Classi di resistenza del Castagno/Italia D24 – S.

$f_{c,0,k}$ resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibratura⁴¹

$$f_{c,0,k} = 22$$

$E_{0,05}$ è il modulo elastico parallelo alla fibratura⁴²

$$E_{0,05} = 8000$$

λ è la snellezza dell'elemento strutturale

$$\lambda = l / i = 5500 / 51.98 = 105.81$$

i è il raggio d'inerzia della sezione

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{107 \cdot 10^6}{180 \cdot 220}} = 51.98 \text{ mm}$$

$$I = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{180^3 \cdot 220}{12} = 107 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Quindi la snellezza relativa vale:

$$\lambda_{rel,c} = \frac{105.81}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{22}{8000}} = 1.77$$

Per valori di $\lambda_{rel,c} > 0.3$ si pone:

$$k_{crit,c} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \lambda_{rel,c}^2}} = \frac{1}{2.21 + \sqrt{2.21^2 + 1.77^2}} = 0.2$$

con $k = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,c} - 0.3) + \lambda_{rel,c}^2]$

$$k = 0.5 [1 + 0.2 (1.77 - 0.3) + 1.77^2] = 2.21$$

β_c è il coefficiente di imperfezione

$$\beta_c = 0.2 \text{ per il legno massiccio}$$

La stabilità del puntone soddisfa la seguente condizione:

$$\frac{1.58}{0.2 \cdot 13.2} \leq 1 \quad 0.6 < 1 \quad \text{Verificato}$$

⁴¹ Ibidem.

⁴² Ibidem.



VENITE ADOREMUS

MICHAEL ARCHANGEL

ESTO MEMOR NOSTR

VENI IN

ANTHONY

VIC ET DIS

INTER PRAE

8. INTERVENTI DI RESTAURO DI FINITURE E RIVESTIMENTI

8.1 ANALISI MATERICA

L'INTONACO E LA TINTEGGIATURA

La scarsità di risorse economiche e di manodopera, oltre al difficile trasporto dei materiali in cantiere, ha privilegiato l'intonacatura dei soli ambienti interni e della facciata, lasciando la tessitura muraria parzialmente a vista in esterno. Lo strato d'intonaco grezzo, composto da inerti grossolani ed elevato dosaggio di legante, ha conferito alla *facies* esterna il suo aspetto definitivo, garantendo la protezione dagli agenti atmosferici. L'intonacatura delle pareti ha lo scopo di proteggere la muratura sottostante e di regolarizzare le eventuali scabrosità della pietra. La stesura dell'intonaco non è sempre stata realizzata con le stesse tecniche, ma ha subito delle variazioni nelle diverse fasi storiche. Mentre Vitruvio raccomandava per gli edifici più importanti la stesura di ben sei strati d'intonaco, fino a raggiungere uno spessore complessivo di circa dieci centimetri; in epoca rinascimentale i trattatisti si limitarono a raccomandarne tre, indicandoli con terminologie ed ingredienti diversi, assimilabili a quelli odierni. Questa semplificazione è da ricercare principalmente in ragioni economiche e una mancata consapevolezza della funzione dei diversi strati.¹

Nell'interno della chiesa di Provonda è chiaramente visibile dai tasselli di profondità la successione dei tre strati d'intonaco sopra la muratura mista in elementi lapidei e laterizi, risalenti all'impianto originale del 1839.



Fig. 1
Tassello di profondità in cui si legge la successione dei tre strati di intonaco.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

¹ Morra G. R., Oddi R. F., *Note introduttive al restauro dei materiali*, C.L.U.T. Editrice, Torino, 2004, p. 176.

Il *rinzaffo*, che costituisce il primo strato a contatto con la muratura, presenta uno spessore di circa 5-10 mm; l'applicazione avviene con la cazzuola per ottenere una superficie scabra, la cui funzione è quella di regolarizzare il supporto e assicurare aderenza agli strati successivi. Il rinzaffo è costituito da una malta più grassa con sabbia e un elevato dosaggio di legante (calce spenta)².

L'*arriccio*, di spessore pari a 18-25 mm, si presenta di colore rosato, probabilmente composto da una malta idraulica con cocciopesto e pezzetti di paglia; esso garantisce uniformità, tenuta ed impermeabilità al paramento murario, il minor dosaggio di legante ne limita il ritiro.

L'ultimo strato di *finitura* o *scialbo* di circa 4 mm è realizzato con intonaco a stucco (bianco), a base di calce e gesso, macinati e impastati finemente, con la funzione di fondo alla pellicola pittorica.

Nella maggior parte delle cappelle rurali presenti nella Valle del Romarolo, la funzione di finitura degli ambienti interni è demandata all'intonaco a stucco; nella chiesa di Provonda, probabilmente per importanza nella valle essendo chiesa parrocchiale, la coloritura dello strato superficiale dell'intonaco, il cui scopo era quello di valorizzare l'importanza della fabbrica stessa, ha visto sovrapporsi nel corso del tempo più strati di pellicola pittorica.

Gli esami stratigrafici³, eseguiti a marzo 2017, evidenziano due livelli di pittura corrispondenti all'impianto decorativo⁴ della fine dell'800 e ad una sostanziale trasformazione stilistica avvenuta nella prima metà del '900.



Fig. 2

Il tassello di superficie mostra il livello pittorico ottocentesco con motivo a mattonato, si nota l'inconsueto accostamento tra la decorazione in laterizio e il capitello in stile composito.

Fonte: fotografia scattata dagli autori.

² Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume I, Parte II*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1923, p. 3.

³ Archivio privato Associazione Onlus Can. A. Audero, Pandiani M., *Relazione sui saggi stratigrafici effettuati sulle pareti interne della chiesa di S. Michele Arcangelo di Provonda*, Torino, 03/05/2017.

⁴ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita anno 1883* di M. C. Siccardi in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

Dalla Relazione sullo stato delle chiese del 1872, si viene a conoscenza che le pareti interne “portavano una tinta in colore giallo chiaro”⁵. Tale facies si è conservata sino al 1883, anno in cui, molto probabilmente, è stata rimossa e sostituita con la stesura di un fondo rossastro⁶ o grigio scuro, preparazioni per la tinta a base di calce⁷.

Le pareti della navata e la controfacciata presentavano un motivo a mattonato di colore grigio violaceo, bordato da un fondo piatto di colore verde chiaro con filettature brune. La decorazione delle paraste invece, mostrava un finto marmo a toni caldi, incorniciato da una filettatura che simulava una depressione e da un bordo grigio violaceo. L’interno delle cappelle laterali e del Battistero avevano una tessitura a croci con toni chiari e scuri, mentre nell’intradosso degli archi d’accesso e lungo le paraste una decorazione a losanghe e fiori. L’impianto decorativo del presbiterio era il medesimo della navata, a differenza delle paraste dove il motivo a finto marmo si presentava con toni freddi; questo può essere interpretato come un diverso approccio decorativo oppure al fatto che la marmorizzazione a toni caldi sia ancora una fase successiva.

Lo strato pittorico attualmente visibile è una tinta a tempera con additivi non conosciuti, eseguito direttamente sul livello pittorico sottostante non rispettando le regole dell’arte⁸. Le pareti della navata, del presbiterio e la



Fig. 3

Il tassello di superficie all’interno delle cappelle laterali mostra la decorazione precedente a losanghe e fiori.

Fonte: fotografia scattata dagli autori

⁵ Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.20, foglio 387, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1872.

⁶ Il fondo rosso scuro è ottenuto con acqua di calce e cocciopesto.

⁷ Archivio privato Associazione Onlus Can. A. Audero, Pandiani M., *op. cit.*, Torino, 03/05/2017.

⁸ La tinta a tempera è una tecnica antica utilizzata soprattutto nella decorazione di interni; aderisce a qualsiasi tipo d’intonaco, però il supporto deve essere preparato rimuovendo ogni traccia di sostanza grassa o vernice preesistente. Con questa tecnica è possibile sia tinteggiare stanze intere con pigmenti bianchi o colorati, sia realizzare figure, fregi o fasce decorative, ricorrendo al minor numero di strati per evitare distacchi e scrostature. È molto delicata a vari fattori, come l’umidità del supporto che può provocare macchie, aloni, o variazioni di tinta.

In Morra G. R., Oddi R. F., *op. cit.*, p. 183.

controfacciata presentano una tinta uniforme di colore rosa/pesca, ornate da motivi angolari floreali con doppia filettatura giallo ocra e bordate da un fondo piatto simile al precedente livello. La decorazione delle paraste ripropone lo stesso motivo a finto marmo con toni caldi, però a finitura lucida attribuendo alla superficie una brillantezza tale da dare l'illusione di un rivestimento lapideo, contornato da una filettatura scura e da un fondo chiaro omogeneo. Il motivo precedente a croci con toni chiari e scuri delle pareti di fondo delle cappelle laterali è stato ripreso seppur con lievi modifiche, mentre è stato completamente alterato nel battistero, dove la tinta uniforme di colore rosa/pesca è incorniciata dal medesimo fondo verde chiaro della navata. L'intradosso degli archi d'accesso propone un motivo geometrico romboidale, così come le nervature della volta a catino del battistero. La volta a botte lunettata della navata, le volte a vela e a catino del presbiterio presentano una decorazione a cielo stellato, con fondo uniforme azzurro e stelle dorate, contornate da una filettatura a simulazione di una cornice in stucco. L'intradosso dell'arco trionfale e le nervature delle volte presentano motivi geometrici, ripresi con diverse cromie anche nel fregio dell'ordine architettonico.

Il sostanziale cambiamento stilistico dell'impianto decorativo della chiesa, che ha interessato in due fasi distinte lo strato di pellicola pittorica, non ha tralasciato alcuni elementi in elevato come la balaustra in pietra grigia non rifinita, la quale ha subito due principali smaltature: la prima con una tonalità verde scuro ad imitazione di un marmo serpentino e successivamente in bianco. Le colonnine presentano invece, tre diversi livelli: uno grigio azzurro, uno rosso scuro e l'ultimo, attualmente visibile, ocra con accenni di venature.

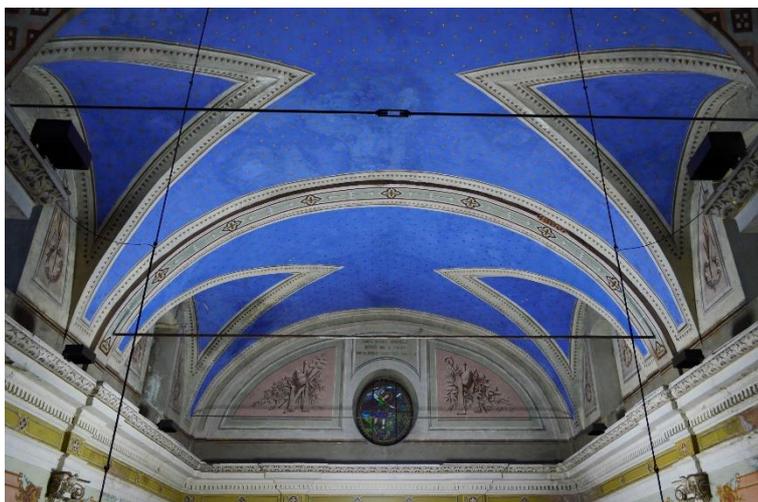


Fig. 4
Volta a botte lunettata della navata con decorazione a cielo stellato, in cui si notano le macchie dovute all'infiltrazione delle acque meteoriche prima dell'intervento in copertura del 2006. In fondo la controfacciata e il rosone in vetro del 1928.

Fonte: fotografia scattata dagli autori.

LA PIETRA

La pietra, largamente diffusa nell'arco Alpino, presenta apparati geologici variabili da luogo a luogo. La Valle del Romarolo appartiene al gruppo litologico degli gneiss occhiadini⁹, rocce metamorfiche a grana medio – grossolana, con scistosità più o meno marcata. Il materiale lapideo è caratterizzato da una buona resistenza a compressione e da una scarsa resistenza a flessione e taglio. Estratta dai numerosi affioramenti rocciosi presenti in valle, ha trovato largo impiego nella realizzazione dell'apparato murario del complesso parrocchiale.

Le difficoltà nel raggiungere il cantiere e i costi del trasporto non limitarono l'utilizzo di altre varietà lapidee provenienti dalle Valli Po e Pellice, come la quarzite Bargiolina e la pietra di Luserna, oltre alcune varietà marmoree.

La quarzite Bargiolina è una roccia scistosa micacea di colore variabile, a spacco regolare, da cui è possibile ricavare lastre molto sottili; viene estratta unicamente nelle cave del Monte Bracco, nei pressi di Barge (CN).¹⁰ All'interno della chiesa è stata impiegata esclusivamente per la pavimentazione della navata, dell'abside e della sacrestia.¹¹



Fig. 5

Balaustra lapidea smaltata con motivo a finto marmo, delimita il presbiterio dalla stanza Ovest.

Fonte: fotografia scattata dagli autori

La pietra di Luserna è una roccia appartenente al gruppo degli gneiss di natura scistosa, fratturabile lungo piani orizzontali, dalla quale si ottengono lastre di dimensione e spessore variabile, dai 2 ai 10 cm.¹² Oltre ad essere utilizzata per il manto di copertura (lose), è stata impiegata all'interno della chiesa con un maggior grado di finitura: nelle soglie d'accesso ai vari ambienti, nei gradini dell'altare maggiore e in alcuni elementi in alzato. Finemente lavorata è la

⁹ Parte I, § 1.1 Inquadramento, Geologico.

¹⁰ Montagni C., *Materiali per il restauro e la manutenzione*, UTET, Torino, 2000, p. 17.

¹¹ Parte II, § 5.3 La chiesa: descrizione architettonica.

¹² Montagni C., *op. cit.*, p. 41.

balaustra semicircolare tra la navata e il presbiterio composta da uno zoccolo sul quale poggiano le colonnine (balaustri), sormontate da una cimasa.

Il marmo, roccia metamorfica composta prevalentemente da carbonato di calcio, è stato utilizzato per elementi monolitici come le acquasantiere in marmo fino di Carrara¹³, la fonte battesimale¹⁴ e le piccole colonne a sostegno della tavola della mensa nei diversi altari. Inoltre, è stato impiegato in lastre a rivestimento della struttura in muratura degli altari¹⁵, presentando degli inserti policromi in marmo rosso Verona e verde Issorie¹⁶.



Fig. 6

Altare delle cappelle laterali in marmo bianco e grigio con inserti policromi.

Fonte: fotografia scattata dagli autori

¹³ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita anno 1892* di M. C. Siccardi in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

¹⁴ In marmo bianco, Archivio Arcivescovile di Torino, Sezione 8.2.20, foglio 387, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1872.

¹⁵ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita anno 1911* di E. Frasca in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

¹⁶ Montagni C., *op. cit.*, pp. 11, 14.

IL LEGNO

Nella chiesa di S. Michele Arcangelo il legno assume una funzione strutturale esclusivamente nell'orditura primaria e secondaria del tetto, caratterizzate da elementi in larice e pioppo¹⁷, essenze non presenti nella valle, in cui vi è invece una diffusione prevalente del castagno. Negli ambienti interni ha avuto largo impiego nella realizzazione di arredi fissi, mobili e rivestimenti. Dalla documentazione storica¹⁸ si è a conoscenza dell'utilizzo di essenze lignee come il castagno, per il guardaroba nel corridoio di accesso alla sacrestia, il noce, per il gradino (ingincchiato) della balaustra ed il larice rosso, impiegato nelle porte interne e nell'assito della sacrestia. Degli altri elementi lignei presenti, quali il pulpito, la bussola d'accesso con la tribuna, le sedute del coro, i confessionali, non se ne conosce l'essenza.



Fig. 7
Bussola lignea d'accesso con tribuna e le due acquasantiere in marmo bianco di carrara del 1891.

Fonte: fotografia scattata dagli autori

¹⁷ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, *Memoriale d'uscita anni 1845-46* di L. G. Boriglione in *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

¹⁸ Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, AA.VV., *Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952*.

8.2 ANALISI DEL DEGRADO

I meccanismi alla base dei processi di alterazione sono fondati sull'equilibrio intercorrente tra il materiale e l'ambiente circostante. Infatti, ogni materiale, inserito in un dato ambiente, tende a mettersi in equilibrio con esso; se i parametri ambientali cambiano nel tempo, ciò provoca la perdita dell'equilibrio raggiunto e la necessità, per l'oggetto, di nuovi adattamenti. Tali adattamenti si traducono in modifiche delle caratteristiche originarie del materiale e quindi in deterioramento.¹⁹

In un materiale è possibile identificare cause di degrado estrinseche quando subisce l'azione di fattori dipendenti dall'ambiente esterno, in particolare: l'acqua, la temperatura, l'inquinamento e i biodeteriogeni. Allo stesso tempo si possono riscontrare cause intrinseche legate alle caratteristiche dei materiali stessi, per le quali concorrono: errori di produzione, progettuali, di posa in opera ed errata manutenzione.²⁰

L'acqua, sia a livello fisico che chimico, è indubbiamente il più importante agente innescante fenomeni di alterazione nel manufatto. La sua presenza nelle murature innesca meccanismi di degrado che consistono nella cristallizzazione dei sali, aggressioni biologiche e processi di alterazione chimica. L'acqua si manifesta nel manufatto sottoforma di umidità di risalita capillare dal terreno, di infiltrazione meteorica e accidentale.²¹

Il rilievo dello stato di fatto, quale supporto fondamentale per l'analisi delle patologie di degrado delle componenti materiche dell'edificio, raggiunge un grado di dettaglio tale da permettere l'acquisizione di un quadro conoscitivo completo, che coadiuvato dall'esame visivo, consente di risalire alle cause scatenanti del deterioramento dei materiali.

¹⁹ Morra G. R., Oddi R. F., *Note introduttive al restauro dei materiali*, C.L.U.T. Editrice, Torino, 2004, p. 7.

²⁰ *Ibidem*, pp. 7-19.

²¹ Franceschi S., Germani L., *Il degrado dei materiali nell'edilizia*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2012, pp. 22-27.

8.2.1 INTERNO

Da un'osservazione macroscopica d'insieme si nota che la navata e l'annessa cappella del Battistero presentano uno stato di conservazione peggiore rispetto al presbiterio. Il lato ovest risulta più compromesso a causa della maggior esposizione agli agenti atmosferici ed al contatto diretto con il terreno, questo ne agevola la risalita dell'acqua per capillarità e per imbibizione dall'esterno. L'acqua ricca di sali arriva all'intonaco per trasmissione da contatto, il quale per raggiungere l'equilibrio igrometrico tra l'umidità relativa del manufatto e l'atmosfera, tende ad assorbire o cedere acqua. La cessione avviene in condizioni di lenta evaporazione provocando la formazione di rigonfiamenti, di efflorescenze biancastre, che si presentano sottoforma di piccoli aghetti poco aderenti, e la conseguente perdita di aderenza tra gli strati superficiali.

Nella parte basale della muratura, l'alcalinità del substrato connessa alla presenza di sali solubili contenuti nell'acqua di risalita capillare, ha favorito il proliferare di microflora, che si presenta sottoforma di patina di colore verde e nero aderente al supporto.

L'infiltrazione dell'acqua meteorica attraverso il manto di copertura gravemente dissestato, prima dell'intervento di sostituzione, ha favorito l'insorgere di numerose macchie d'umidità sull'intradosso della volta. Allo stesso modo i vecchi serramenti in alluminio anodizzato, non più connessi con la muratura, hanno permesso lo scorrimento per gravità dell'acqua, lungo le pareti



Fig. 8
Cornice e capitello nell'angolo Sud-Ovest della navata in cui è evidente la disgregazione del materiale.

Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 9
Dentelli presenti nella cornice dell'ordine architettonico in cui è visibile la disgregazione, l'esfoliazione e il distacco dell'intonaco.

Fonte: fotografia scattata dagli autori



Fig. 10
Fessura lungo la trabeazione.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 11
Efflorescenza biancastra sulla parete Ovest della navata.
Fonte: fotografia scattata dagli autori.

sottostanti, provocando molteplici forme di degrado, quali esfoliazione, macchie, distacchi, efflorescenza e lacune.

Gli elementi decorativi in stucco si trovano in buono stato di conservazione ad eccezione di alcuni casi puntuali di disgregazione, dove la dissoluzione e polverizzazione del materiale ne hanno compromesso la facies: si tratta del capitello situato nell'angolo sud – ovest, delle porzioni degli archi a tutto sesto (cappelle laterali e battistero) e di parte dei dentelli presenti nella cornice dell'ordine architettonico, prevalentemente in corrispondenza delle aperture.

Gli interventi antropici, effettuati nel tentativo di ripristino della continuità superficiale con poca attenzione alla preesistenza, si individuano per l'apposizione di materiale incompatibile. L'utilizzo di malta cementizia e cemento a presa rapida (facilmente riconoscibile dal colore bruno) su intonaco a base di calce idraulica e cocchiopesto, caratterizzati da differente modulo elastico e permeabilità, hanno provocato un ulteriore distacco dal substrato accelerando il meccanismo di degrado. È evidente inoltre, la stesura di una tinta a base di acqua di diversa cromia o tonalità sull'ultimo strato di pellicola pittorica.

Il degrado degli elementi lignei si è verificato per la poca ventilazione dell'ambiente interno e per l'umidità del materiale $\geq 20\%$. L'attacco biologico da parte di insetti xilofagi²², gli *anobidi* (comunemente tarli), ha

²² Ibidem, pp. 83-85.

causato la riduzione delle caratteristiche fisico - meccaniche del materiale con la creazione di gallerie larvali, facilmente riconoscibili dal rosone giallastro che fuoriesce dai fori. (Appendice Tavole, n.24-27)

8.2.2 ESTERNO

La facciata, rispetto agli altri fronti, presenta uno strato d'intonaco di finitura tinteggiato. Il livello pittorico superficiale steso durante l'intervento del 2006, presentando un'incompatibilità con il substrato, manifesta diversi fenomeni di degrado. L'esposizione agli agenti atmosferici, in particolare l'azione dell'acqua, ha causato distacchi, alterazione cromatica e colaticci di ruggine e sali dagli elementi metallici e lapidei. Nella parte inferiore l'umidità ha favorito la cristallizzazione dei sali provocando rigonfiamenti e la colonizzazione da parte di microrganismi e vegetazione. Gli interventi antropici si individuano nella stesura puntuale di una tinta cromaticamente diversa, nel tentativo di ripristinare la continuità pittorica; nell'apposizione di malta cementizia dietro le lastre in marmo deformatesi per le oscillazioni termiche, non risolvendo ma accentuando il fenomeno.

Gli altri fronti esterni presentano uno strato d'intonaco di finitura grezzo che lascia intravedere in alcuni punti la tessitura muraria. Complessivamente si trovano in buono stato di conservazione, seppur manifestino alcuni fenomeni di degrado. Lungo la fascia basale sono presenti estese apposizioni di malta cementizia, poste in opera per ripristinare la continuità



Fig. 12
Facciata della chiesa in cui si notano i colaticci di ruggine dal rosone e la stesura puntuale di tinta cromaticamente diversa rispetto il substrato.

Fonte: fotografia scattata dagli autori



Fig. 13
Apposizione di malta cementizia lungo la parte basale della parete Est.

Fonte: fotografia scattata dagli autori.



Fig. 14
Erosione puntuale dell'intonaco sul fronte Est
provocato dal percolamento delle acque
meteoriche.

Fonte: fotografia scattata dagli autori.

superficiale in seguito a distacchi dell'intonaco, causati dall'umidità di risalita, dall'azione erosiva della pioggia e dalla vegetazione superiore. Prima dell'intervento di rifacimento della copertura, il percolamento continuo delle acque meteoriche sul fronte Est ha provocato l'erosione puntuale dell'intonaco e dei giunti d'allettamento tra gli elementi lapidei della muratura.

L'errato convogliamento delle acque meteoriche lungo tutto il fronte Ovest provoca un ristagno idrico a ridosso delle pareti, accentuando l'infiltrazione diretta, l'umidità di risalita e la colonizzazione biologica.

8.3 FILOSOFIA D'INTERVENTO E UNITÀ DI PROGETTO

La costruzione materializza lo scorrere del tempo attraverso i segni tangibili e gli effetti che il degrado ha prodotto su di essa.

Ciascun processo di degrado è riconducibile a un cinematismo evolutivo: le azioni erosive che aggrediscono le parti fisiche di un manufatto, producono su di esse dei mutamenti, che a loro volta partecipano al processo aumentandone gli effetti o scatenandone di nuovi. Tale meccanismo di causa ed effetto pone in luce naturalmente o accentua la visibilità della stratificazione costruttiva e materica.²³

L'intervento di restauro nei confronti del degrado può essere ridotto a tre possibili azioni: *cancellare* gli effetti del processo di degradazione, eliminando le tracce delle alterazioni e riportando il manufatto nella condizione di "stato iniziale"; *arrestare* la prosecuzione degli effetti dannosi intervenendo principalmente sulle cause, conservando la materia e i suoi segni; *attenuare* i fenomeni, rallentando il più possibile il loro svolgimento.²⁴

Indiscutibilmente tali concetti costituiscono significativi punti di riferimento per l'agire del restauro, le svariate combinazioni tra causa, effetto, contesto e manufatto sono così diverse tra loro che ogni caso preso in esame porterà ad ipotizzare degli interventi specifici, seppur in riferimento alla generalità di casi simili.

Lo studio della stratigrafia ha assunto negli ultimi anni un'importanza sempre maggiore tra le analisi preliminari al progetto di restauro, rivolta alle sole superfici visibili o legata a saggi stratigrafici in elevato, per accertare la natura e la sequenza di assetti sotto strato.²⁵

L'analisi stratigrafica eseguita nell'interno della Chiesa conferma che l'intonaco dell'apparato murario, risalente all'impianto originale del 1839, non ha subito aggiunte successive; ha definito inoltre, l'esistenza di un ulteriore livello pittorico, con i rispettivi fondi preparatori, della fine dell'800, il quale non presenta peculiari valenze artistiche.²⁶

²³ Doglioni F., *Nel restauro, Progetti per le architetture del passato*, Marsilio Editori, Venezia, 2008, pp. 165 / 191.

²⁴ *Ibidem*, p. 165.

²⁵ Doglioni F., *Ruolo e salvaguardia delle evidenze stratigrafiche nel progetto e nel cantiere di restauro*, in *Arqueologia de la Arquitectura*, 1 – 2002, pp. 113 – 130.

²⁶ Parte III, § 8.1 Analisi materica, L'intonaco e la tinteggiatura.

Le scelte dell'intervento di restauro assumendo una valenza critico – conservativa, sensibili alla tutela, perpetuazione e conservazione del bene, devono inoltre rispettare “regole non scritte” imposte dalla società e dalla cultura, le quali mirano all'arresto definitivo delle cause di degrado, alla restituzione di uno “stato di decoro” e al soddisfacimento di aspettative di valorizzazione.

L'obiettivo che si pone l'intervento di restauro è quindi quello di restituire una dignità formale e di decoro all'edificio, semplificando l'articolazione visiva dell'apparato pittorico e decorativo, attenuando²⁷ le forme di degrado con la volontà di non mutare radicalmente la leggibilità dell'ambiente interno e il suo carattere. Sulla superficie interna, parte visibile della costruzione che contribuisce in modo fondamentale all'aspetto e al suo modo di apparire, si nota una differenza piuttosto marcata in alzato: la fascia basale (fino all'ordine architettonico), caratterizzata da un'elevata saturazione delle cromie novecentesche, risulta in contrasto con i toni più sobri della parte superiore. La volontà di imitare l'assetto tardo ottocentesco dal punto di vista cromatico, con l'intento non riuscito di ricercare un'immagine unitaria dell'ambiente interno, è risultato *indecoroso*.

La ricerca di un maggior *decoro* perciò viene perseguita mutando di poco l'aspetto cromatico delle superfici, il nuovo livello pittorico riprenderà le sobrie cromie ottocentesche che caratterizzano la parte superiore la trabeazione, ricercando un'immagine unitaria.

Se da una parte la ricerca del decoro porta alla cancellazione degli effetti del degrado sulla superficie muraria, dall'altra vi è un arresto del processo di degradazione sugli elementi in stucco, dove la mancanza di parti rappresenterà il segno tangibile del tempo sul manufatto. A tal fine l'intento progettuale è quello di non ricostruire la materia, ma consolidarla e lasciarla incompleta. L'intervento sulle forme di degrado di natura antropica e di assestamento strutturale della fabbrica, quali lacune e lesioni maggiori, vedrà l'integrazione precisa e discreta di materia con la realizzazione di un bordo netto in depressione rispetto alla superficie, in modo da soddisfare il requisito richiesto dal restauro di rendere distinguibile la parte aggiunta, senza “*forzare l'intenzionale contrasto a detrimento della percezione dell'opera*”²⁸.

L'intervento sarà diviso in sei unità di progetto, affrontati in modo indipendente.

²⁷ In questo caso il termine indica sia azioni di arresto che di cancellazione.

²⁸ Re L., Vinardi de Vecchi B., *Istruzioni di restauro*, Celid, Torino, 2009, p. 195.

UNITÀ DI PROGETTO 1 _DEUMIDIFICAZIONE ELETTROFISICA NON INVASIVA

Il primo intervento di restauro riguarda l'allontanamento dell'acqua, presente all'interno delle murature sottoforma di umidità, con l'installazione di una centralina elettrofisica ad onde elettromagnetiche.

Il principio di funzionamento è quello di contrastare la risalita capillare dell'acqua mediante l'emissione di onde elettromagnetiche. Gli impulsi elettromagnetici di diversa intensità (MicroTesla) si tramettono alla struttura grazie alle forze elettrostatiche presenti nel moto del fluido attraverso i pori della muratura. Le onde portano al cedimento della coesione tra *cluster* (grappoli di molecole d'acqua), arrestandone il percorso e facilitandone la lenta evaporazione.²⁹

Si prevede l'installazione di una centralina con raggio di propagazione pari a 12 m sul tirante metallico centrale della volta a botte della navata. La posizione scelta risulta ottimale per il corretto funzionamento del dispositivo (la diffusione delle onde elettromagnetiche avviene dall'alto verso il basso), il raggio d'azione raggiunge tutte le aree interessate dall'umidità, infine è facilmente collegabile all'impianto elettrico tramite la canalina esistente sopra la trabeazione. Questo sistema non è in grado di deumidificare le pareti che hanno un'elevata percentuale di sali all'interno, perciò è opportuno eseguire simultaneamente opere di risanamento ed estrazione dei sali.

UNITÀ DI PROGETTO 2 _MURATURE

L'intervento sulle murature perimetrali prevede una fase iniziale di rimozione delle risarciture a base cementizia eseguite sia nella parte basamentale sia in prossimità degli spigoli delle paraste, per colmare i distacchi dell'intonaco a causa dell'umidità e di natura antropica. Tali operazioni vengono eseguite manualmente in modo graduale con l'ausilio di piccoli scalpelli e bisturi.

Le graffette e i chiodi in ferro a sostegno dei vecchi impianti vengono rimossi così come il sistema d'illuminazione presente, costituito da grossi fari a vista lungo la trabeazione e faretto nelle cappelle laterali, troppo impattanti per l'ambiente in cui sono stati installati. Si provvede all'installazione di apparecchi ad illuminazione up&down iPlan da parete con una temperatura colore calda (3000 K) nell'ambiente principale e faretto a parete orientabili iPro con distribuzione della luce a medio raggio.

Le patologie di degrado che interessano la pellicola pittorica e in parte l'ultimo strato d'intonaco, come l'esfoliazione, il rigonfiamento e il distacco vengono trattate per raschiatura in modo da asportare le parti che hanno perso la coesione con il substrato. Inoltre, si intende rimuovere totalmente i diversi

²⁹ www.dsdeumidificazioni.it/centraline-elettrofisiche/

strati di pellicola pittorica nella parte basale, priva di valenza artistica e degradata per più dell'80% della superficie totale.

Laddove sono presenti microlesioni o distacchi che interessano uno o più strati d'intonaco è necessario eseguire il pre-consolidamento delle parti sfruttando le soluzioni di continuità esistenti, con iniezioni puntuali di resine acriliche³⁰ o d'impasti a base di calce idraulica, se la sezione di scorrimento è pari o maggiore a 6 mm.³¹

Successivamente si provvede all'estrazione dei sali solubili mediante impacchi, i quali consentono di asportare le efflorescenze saline non solo dalle superfici del manufatto ma anche dagli strati immediatamente sottostanti. Tale tecnica implica l'impiego di sostanze ad elevata capacità assorbente come la polpa di cellulosa e particolari argille (sepiolite, attapulгите), mescolate ad acqua deionizzata, ottenendo un fango fluido e pastoso facilmente spalmabile sulle superfici.³² Le pareti vengono pulite meccanicamente a secco con spazzole e getti di aria compressa a bassa pressione, rimuovendo lo strato polverulento di deposito superficiale e le efflorescenze saline più cospicue. L'applicazione dell'impasto assorbente avviene con pennelli o spatole previa velinatura delle superfici con sottili fogli di carta giapponese, essendo l'intonaco decorato. Trascorso il tempo necessario per permettere l'evaporazione dell'acqua contenuta nell'impasto, si provvede alla rimozione tramite soffi di aria compressa tra la velina e la superficie. Si conclude con una pulitura manuale eseguita con pennelli morbidi per eliminare eventuali tracce residue.

Per concludere la fase di pulitura è opportuno effettuare un trattamento biocida³³ nei punti in cui si è manifestata una colonizzazione di microrganismi biodeterioranti, dopo l'asportazione meccanica con spazzole in nylon si esegue il lavaggio delle superfici con acqua nebulizzata a bassa pressione, così da rimuovere ogni traccia di prodotto.³⁴

Il consolidamento dell'apparato murario interessa le parti lacunose in cui si è verificata la caduta o perdita di strati d'intonaco e le lesioni di maggiore entità, preventivamente pulite e pre-consolidate (vedi sopra). Dove la lacuna riguarda lo strato di finitura dell'intonaco, si ripristina la continuità muraria con la stesura di intonaco di composizione simile a quello originario o comunque compatibile con esso.³⁵ Nei casi in cui interessa i tre strati d'intonaco, portando a vista la tessitura muraria, come negli spigoli delle paraste, si interviene con la ristilatura dei giunti e successivo rappezzo (previa bagnatura della zona da trattare per una migliore adesione) con malta a base di calce

³⁰ Consolidante organico che può essere utilizzato in ambienti interni solo su superfici assai limitate, in quanto impedisce la normale traspirazione del muro.

³¹ Montagni C., *Materiali per il restauro e la manutenzione*, UTET, Torino, 2000, p. 538.

³² Vecchiattini R., *Estrazione di sali solubili mediante impacchi*, in *Le Guide Pratiche, Progetto Colore*, 2009.

³³ Arcolao C., *Disinfestazione con prodotti biocidi*, in *Le Guide Pratiche, Progetto Colore*, 2009.

³⁴ Franceschi S., Germani L., *op. cit.*, p. 160.

³⁵ Morra G. R., Oddi R. F., *op. cit.*, p. 206.

idraulica e cocciopesto ad elevata traspirabilità.³⁶ Il ripristino non viene eseguito a filo con la superficie muraria ma creando un bordo in depressione, così da rendere visibile l'intervento.

Le lesioni vengono pulite dallo strato polverulento e di deposito interno e successivamente consolidate con iniezioni di una miscela composta da leganti idraulici e resine acriliche. Tale operazione viene eseguita in profondità per la riadesione delle due superfici murarie, lasciando evidente la traccia come segno tangibile della vita del manufatto.

UNITÀ DI PROGETTO 3_STUCCO

Le parti in stucco dell'ordine architettonico (capitelli e trabeazione) vengono trattate similmente agli intonaci. La pulitura puntuale delle parti disgregate avviene con pennelli di setola morbida e getti di aria compressa a bassa pressione, si estende poi a tutta la superficie con spazzole³⁷ morbide per rimuovere il deposito polverulento. Nelle parti in cui è presente l'efflorescenza salina si interviene allo stesso modo della superficie intonacata, con impacchi di sostanze ad elevata capacità assorbente (cft Unità di Progetto 2).

L'operazione di consolidamento consiste nel trattare mediante imbibizione il materiale disgregato laddove ha subito una perdita di compattezza, cercando di ristabilire la coesione tra un granello e l'altro o tra le microfessure.³⁸ Si intende utilizzare un consolidante inorganico a base di silicato d'etile³⁹, impregnando il supporto con pennello sino a rifiuto del preparato.

Il trattamento degli elementi in stucco prevede la non reintegrazione delle mancanze ormai storicizzate.

UNITÀ DI PROGETTO 4_PIETRA

I marmi policromi⁴⁰ degli altari laterali presentano una degradazione superficiale a scaglie, causata da subflorescenze saline. L'intervento prevede il pre-consolidamento con micro-iniezioni, sfruttando le soluzioni di continuità esistenti, di una miscela a base di calce idraulica, polverino del materiale lapideo e resine acriliche. La pulitura del supporto avviene prima rimuovendo i depositi polverulenti con pennelli a setole morbide e aspiratori a bassa pressione, poi con impacchi di sostanze ad elevata capacità assorbente (cft Unità di Progetto 2), così da estrarre i sali presenti.

³⁶ Franceschi S., Germani L., *op. cit.*, p. 182.

³⁷ Arcolao C., *Pulitura con pennelli, spazzole, spugne e bisturi*, in *Le Guide Pratiche, Progetto Colore*, 2009.

³⁸ Natali C., Lorenzini G., *La prassi del restauro dei manufatti in stucco*, Ricerca in tesi di Laurea Magistrale, *La conservazione degli stucchi. Il caso dell'Oratorio Imbonati a Cavallasca (CO)*, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, A.A. 1997-1998, relatore: prof. Della Torre.

³⁹ Musso S. F., *Tecniche di Restauro*, UTET, Torino, 2013, p. 176.

⁴⁰ Parte III, § 8.1 Analisi materica, La pietra.

Infine, si procede alla stesura a pennello del consolidante-riaggregante organico a base di silicato di etile.

L'intervento di restauro sulle balaustre in pietra naturale ha l'obiettivo di riportare a vista la superficie lapidea grezza, rimuovendo i diversi strati di vernice smaltata con l'ausilio di bisturi e spatoline metalliche. Per rimuovere i residui più aderenti al supporto si esegue una microsabbatura con pressione del getto d'aria (2 – 3 atm) e quantità d'abrasivo controllabili.⁴¹

UNITÀ DI PROGETTO 5 _LEGNO

L'intervento di disinfestazione biologica degli elementi lignei viene eseguito in situ, poiché la maggior parte costituiscono rivestimenti e arredo fisso. L'accurata pulizia delle parti si ottiene mediante spazzolatura meccanica per la rimozione dello strato polverulento e del rosario in corrispondenza delle gallerie larvali. Il trattamento di risanamento avviene con sostanza biocida disinfestante e preventiva, abbinata ad una miscela consolidante. L'applicazione viene eseguita per impregnazione a spruzzo, con una profondità di penetrazione proporzionale alla capacità di assorbimento.⁴² Infine, si prevede la stesura a pennello di un impregnante trasparente di finitura su tutte le superfici precedentemente trattate.

UNITÀ DI PROGETTO 6 _TINTEGGIATURA

I diversi strati di pellicola pittorica messi in luce dall'analisi stratigrafica, non presentano particolari valenze storiche o artistiche, perciò si è deciso di mantenere l'impianto attuale, da cui si sono sviluppate due ipotesi di intervento.

Al fine di ricercare un'immagine unitaria nella percezione dell'ambiente interno, l'intento principale è quello di riprendere nella parte basamentale, caratterizzata da un'elevata saturazione cromatica, le sobrie tonalità ottocentesche della parte superiore la trabeazione, quali il rosa antico, il verde salvia e i due toni di grigio. Queste tinte giustapposte paiono luminose ed equilibrate data la complementarietà tra il rosa e il verde, e risultano in armonia con i toni neutri (due colori complementari si neutralizzano nel grigio).

La prima ipotesi vede la riproposizione fedele dell'impianto decorativo novecentesco (attualmente visibile): i motivi floreali e geometrici delle pareti vengono trattati con una tinta monocromatica uniforme (rosa antico) su fondo piatto verde salvia; l'effetto a bassorilievo degli stessi è reso dal chiaroscuro, dato dal semplice contrasto tra luce e ombra. Il finto marmo con finitura lucida

⁴¹ Palmero P., *Le tecniche di pulitura dei materiali per i beni culturali*, slide Atelier Progetto di Restauro Architettonico, Politecnico di Torino, 2016.

⁴² Franceschi S., Germani L., *op. cit.*, p. 151.

delle paraste viene sostituito da un fondo piatto rosa antico incorniciato da una filettatura semplice grigio scuro.

La seconda ipotesi vede la semplificazione dell'articolato apparato decorativo sia nelle pareti che nel fregio della trabeazione: basandosi sui motivi della parte superiore e seguendo le linee dell'attuale decorazione viene proposta una cornice dipinta in chiaroscuro composta da più righe, che va a racchiudere lo spazio tra le paraste. La successione cromatica riprende quella ottocentesca, così come nelle paraste, che allo stesso modo della precedente ipotesi, abbandonano il finto marmo per un fondo piatto e uniforme.

In entrambe le ipotesi d'intervento la volta dipinta a cielo stellato, le nervature con motivi geometrici e la parte superiore la trabeazione vedono la ripresa della pellicola pittorica nei punti in cui il degrado ne ha compromesso la facies, senza alterare le cromie o la decorazione. In modo analogo si interviene nelle cappelle laterali preservando il motivo a croci delle pareti di fondo e quello geometrico nell'intradosso dell'arco d'accesso.

(Appendice Tavole, n.28,29)

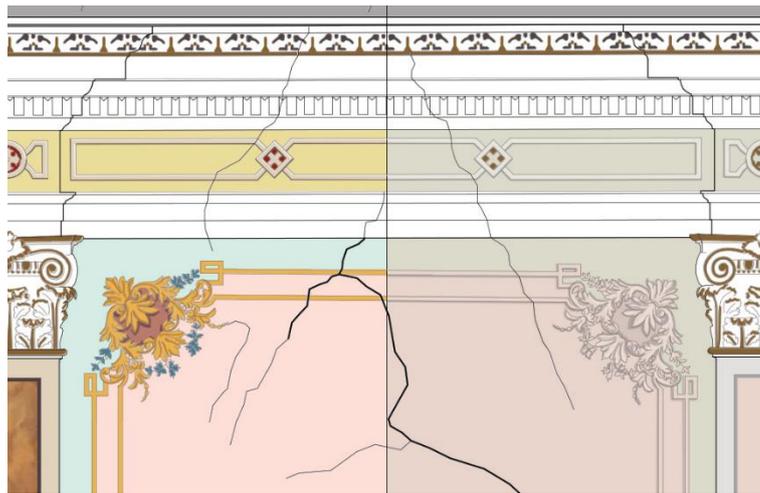


Fig. 15

Controfacciata con livelli pittorici a confronto: a sinistra lo stato attuale, a destra la prima proposta d'intervento che, ricercando un'immagine unitaria, vede la ripresa dell'impianto decorativo esistente con le sobrie cromie della parte superiore (ottocentesca).

Stralcio della Tavola 29.

CONCLUSIONI

Il lavoro di tesi ha voluto porre l'attenzione sull'interdisciplinarietà del progetto di restauro quale approccio fondamentale per arrivare a definire degli interventi idonei e realmente necessari, secondo le priorità che mostra il manufatto in esame. Non sono rari i casi in cui edifici religiosi di interesse storico – culturale, abbandonati o sottoutilizzati, siano oggetto di interventi di *recupero* che mostrano poca attenzione alle esigenze e all'effettivo stato di conservazione degli stessi.

Attraverso le fasi di conoscenza diretta e indiretta si è cercato di giungere ad una consapevolezza globale del manufatto, del suo rapporto con il contesto e la valle, di cui ne è il simbolo, nonché delle dinamiche che hanno portato alle sue attuali condizioni di sottoutilizzo, degrado e dissesto.

Il percorso d'indagine, affrontato con particolare dedizione in tutte le discipline, ha visto il supporto di diverse professionalità, le quali hanno permesso di raggiungere un grado di approfondimento tale da poter analizzare a fondo le caratteristiche e le problematiche dell'oggetto d'interesse.

Con l'obiettivo di coniugare le istanze della conservazione e le esigenze della sicurezza strutturale al fine di garantire la fruizione pubblica del bene, il progetto di consolidamento e di miglioramento sismico ricorre a diverse modalità d'intervento – unendo tradizione ed innovazione - modificandone, dove necessario, gli elementi strutturali o inserendone di nuovi da affiancare a quelli esistenti, ma sempre rimanendo salvo il principio inalienabile del rispetto delle caratteristiche strutturali originarie del manufatto. Oltre al dimensionamento della nuova copertura lignea e all'inserimento di un sistema di controventatura nel piano inclinato delle falde, si è prevista la realizzazione di un cordolo in muratura armata a cerchiatura sommitale creando le condizioni di reciproca collaborazione fra le pareti.

Le scelte adottate per l'intervento di restauro dell'interno della chiesa mirano a restituire una dignità formale e di decoro, arrestando le forme di degrado e semplificando l'articolazione visiva dell'apparato pittorico e decorativo, con la volontà di non mutare radicalmente la leggibilità dell'ambiente e il suo carattere. La ricerca di un maggior *decoro* perciò è stata perseguita variando di poco l'aspetto cromatico delle superfici: il nuovo livello pittorico intende riprendere le sobrie cromie ottocentesche che caratterizzano la parte superiore la trabeazione, ricercando un'immagine unitaria.

Il progetto di restauro, il cui obiettivo principale è quello del *prolungamento della vita del manufatto*, nel rispetto della sua autenticità, non sempre è in grado "da solo" di garantire una più ampia fruizione e valorizzazione dello stesso. Risulta quindi essenziale l'interessamento delle istituzioni, che con iniziative a sostegno dei beni architettonici *minori* sparsi sul territorio, siano promotori della cultura locale.

RINGRAZIAMENTI

Vorremmo ringraziare i Professori Cesare Tocci, Edoardo Piccoli e Francesco Fassi per il sostegno e la dedizione mostratoci, nonché per le numerose nozioni che ci hanno trasmesso durante la redazione della Tesi di Laurea.

Un sentito grazie va anche al Geom. e amico Marco Rosa Clot, alla Dott.ssa Alessandra Maritano, al C.A.I. di Giaveno e al Sig. Renato Favaron, la cui professionalità e disponibilità è risultata fondamentale per la stesura dello scritto.

Infine, un ringraziamento sincero va ai nostri genitori per il sostegno economico e morale datoci nel corso di questi anni di studio.

Bibliografia

Claretta G., *Cronistoria del Municipio di Giaveno*, Stabilimento Giuseppe Civelli, Torino, 1875.

Gelati C., *Nozioni pratiche ed artistiche di Architettura*, Libreria Editrice Carlo Pasta, Torino, 1907.

Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume I, Parte I*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1923.

Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume I, Parte II*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1923.

Chevalley G., *Elementi di Tecnica dell'Architettura*, Carlo Pasta – Libraio Editore, Torino, 1924.

Donghi D., *Manuale dell'Architetto, Volume II, Parte I*, Unione Tipografico – Editrice Torinese, Torino, 1925.

Rolla P., Giaveno e Dintorni, Guida illustrata della Valle del Sangone, La Palatina Tipografia, Torino, 1935.

Bergeretti A. L., *Provonda e la Valle del Romarolo*, G. Alzani, Pinerolo, 1966.

Gerardi A. (a cura di), Lions Club Giaveno Val Sangone, Giaveno c'era una volta, Edinfolio, Torino, 1982.

Bergeretti A. L., Provonda...Briciole di Storia “dla Valada dl'Armireul”, Tipolito Melli, Susa, 1985.

Cuaz M., *Il maestro di scuola*, in *L'uomo e le Alpi*, Vivalda Editori, Torino, 1993, pp. 313 – 316.

Tessa B., *I piloni votivi*, in *Muntagne Noste C.A.I. Val Susa e Val Sangone*, 1993, pp. 50 - 51.

Giai Via F., *Il potere temporale clusino in Giaveno*, in *Muntagne Noste C.A.I. Val Susa e Val Sangone*, 1993, pp. 54 – 57.

Monti A., *Val d'Armirolo, ultimo amore*, Araba Fenice, Cuneo, 1994.

Doglioni F., Moretti A., Petrini V. (a cura di), C. N. R. Gruppo Nazionale per la difesa dai terremoti, Le chiese e il terremoto, Edizioni LINT, Trieste, 1994.

Bergeretti R., *Piemonte terra di emigranti*, in *Bollettino del C.A.I. di Giaveno*, 1995/1996, pp. 28 – 30.

Monti A., *Vietato Pentirsi e altre storie*, Araba Fenice, Cuneo, 1996.

- Viretto Truto G., *Ricordi di scuola*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 1997/1998, pp. 40 – 43.
- Sciolotti G. C., Gaii Via F., *A lezione sui sentieri*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 1998/1999, pp. 30 – 32.
- Baratin L., Selvini A., (a cura di), Jean – Paul Saint Aubin, *Il rilievo e la rappresentazione dell'architettura*, Moretti & Vitali, Bergamo, 1999.
- Re L., *Questioni di conservazione*, Celid, Torino, 1999.
- Barbisan U., Laner F., *Capriate e tetti in legno, progetto e recupero*, FrancoAngeli, Milano, 2000.
- Gaspani A., *Astronomia e geometria nelle antiche chiese alpine*, Quaderni di cultura alpina, Priuli & Verlucca editori, Ivrea, 2000.
- Montagni C., *Materiali per il restauro e la manutenzione*, UTET, Torino, 2000.
- Mainardi M., Maurino R., Motta R. (a cura di), GAL “Escartons e Valli Valdesi”, *Riuso e Progetto, Tutela e valorizzazione nell'architettura tradizionale e del paesaggio*, Selene Consulting, Torino, Programma Leader plus 2000 – 2006.
- Maritano G. M., *Antichi scambi tra le valli*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 2001/2002, pp. 49 – 52.
- AA.VV., *I monti di Giaveno, Escursioni nelle valli del Romarolo e del Tauneri tra natura, memoria, storia*, C.A.I. sezione di Giaveno, Tipografica Commerciale s.n.c., Giaveno, 2002.
- Torsello B. P., Musso S. F., *Tecniche di restauro architettonico, Tomo Primo*, UTET, Torino, 2003.
- Torsello B. P., Musso S. F., *Tecniche di restauro architettonico, Tomo Secondo*, UTET, Torino, 2003.
- Baggio P., Giardino M., Mercalli L., *Val Sangone: Climi e forme del paesaggio*, Società Meteorologica Subalpina, Graficat, Torino, 2003.
- Morra G. R., Oddi R. F., *Note introduttive al restauro dei materiali*, C.L.U.T. Editrice, Torino, 2004.
- Cangi C., *Manuale del Recupero Strutturale e Antisismico*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2005.
- Rolando C., *Sentieri in Val Sangone*, Edizioni Susalibri, Sant'Ambrogio di Torino, 2005.
- Amerio C., Canavesio G., *Tecniche ed elementi costruttivi*, SEI Società Editrice Internazionale, Torino, 2006.
- Furiozzi B., Messina C., Paolini L., *Prontuario per il calcolo di elementi strutturali*, Le Monier, Firenze, 2006.

Di Pasquale S., Messina C., Paolini L., Furiozzi B., *Corso di costruzioni 1*, Le Monnier, Firenze, 2007.

Di Pasquale S., Messina C., Paolini L., Furiozzi B., *Corso di costruzioni 2*, Le Monnier, Firenze, 2007.

Mainardi M., Maurino R., Motta R. (a cura di), GAL “Escartons e Valli Valdesi”, Riuso e Progetto, Riqualificazione del patrimonio edilizio e dei beni culturale, Selene Consulting, Torino, Programma Leader plus 2007 – 2013.

Dogliani F., *Nel restauro, Progetti per le architetture del passato*, Marsilio Editori, Venezia, 2008.

Pozzo Figliomeni G., *Architettura Alpina e paesaggio*, Alzani Editore, Pinerolo, 2008.

Re L., Vinardi de Vecchi B., *Istruzioni di restauro*, Celid, Torino, 2009.

Bergeretti A. L., S. Michele di Provonda Piccola Sacra di Giaveno (TO), Edit System, 2009.

Alasia U., Pugno M., *Manuale di costruzioni*, SEI, Torino, 2009.

Carocci C. F., Tocci C. (a cura di), *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture*, Gangemi Editore, Roma, 2010.

D’Apostoli R., Giampaolo F., *Il rilievo degli edifici per il ripristino, il restauro, la conservazione, l’ampliamento*, Maggioli Editore, Rimini, 2011.

Donà C. (a cura di) con la collaborazione di De Maria A., *Manuale delle murature storiche, Volume I, Analisi e valutazione del comportamento strutturale*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2011.

Donà C. (a cura di) con la collaborazione di De Maria A., *Manuale delle murature storiche, Volume II, Schede operative per gli interventi di restauro strutturale*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2011.

Mariani M., *Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2012.

Franceschi S., Germani L., *Il degrado dei materiali nell’edilizia*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, 2012.

Hopkins O., *Architettura: un dizionario visivo*, Logos, Modena, 2012.

Vai P., *Le Borgate Montane di Giaveno*, Alzani Editore, Pinerolo, 2013.

Musso S. F., *Tecniche di Restauro*, UTET, Torino, 2013.

Di Pol R. S., *La formazione del maestro italiano tra istanze pedagogiche e scelte politico – sociali. Un profilo storico*, in *Insegnare ad insegnare*, FrancoAngeli, Milano, 2014, pp. 13 – 35.

Pane V., *Geologia e archeologia mineraria in Val Sangone*, in *Bollettino del C.A.I. di Giaveno*, 2015/2016, pp. 78 – 84.

Giai Via F., *Il mondo dei carbonai*, in Bollettino del C.A.I. di Giaveno, 2015/2016, pp. 91 – 96.

Tesi, articoli e documenti

Jurina L., I controventi nelle coperture lignee antiche: evoluzione storica e sviluppi recenti, Milano, s.d.

Ruffino C., *Giaveno entro il dominio degli abati di San Michele della Chiusa*, tesi di Laurea in Storia Medievale, Università degli Studi di Torino, Facoltà di Lettere e Filosofia, A.A. 1971 – 1972, relatore: prof. Tabacco G.

A.s., *Terremoto: tanta paura, feriti leggeri*, in La Stampa, Cronaca di Torino, anno 114 – numero 5, 06 gennaio 1980.

Cugno G., Un paese della provincia di Torino tra Fascismo e Resistenza: il caso di Giaveno, tesi di Laurea, Università degli Studi di Torino, A.A. 1990/1991.

Piccoli E., *Architettura barocca in Piemonte: le volte planteriane*, tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, 1996, relatori: prof. Rosso F., prof. Zorgno A. M.

Natali C., Lorenzini G., *La prassi del restauro dei manufatti in stucco*, Ricerca in tesi di Laurea Magistrale, *La conservazione degli stucchi. Il caso dell'Oratorio Imbonati a Cavallasca (CO)*, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, A.A. 1997-1998, relatore: prof. Della Torre.

Minola M., *Le fortificazioni della Val Sangone: Forte di S. Moritio, Trinceramento al Colle del Besso*, in Segusium, n. 39, Società di Ricerche e Studi, Susa, settembre 2000, pp. 99 – 120.

Minola M., *Il trinceramento francese al Colle del Besso*, in Segusium, n. 40, Società di Ricerche e Studi, Susa, ottobre 2001, pp. 69 – 82.

Dogliani F., Ruolo e salvaguardia delle evidenze stratigrafiche nel progetto e nel cantiere di restauro, in *Arqueologia de la Arquitectura*, 1 – 2002, pp. 113 – 130.

Valfrè C., *Analisi del quadro fessurativo absidale e proposta di recupero della chiesa di San Lorenzo di Barbaso a Mombello di Torino*, tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura per il Restauro, 2008, relatori: prof. Tulliani J.M., prof. Ventura G.

AA.VV. *Materiali per un catalogo dei terremoti italiani: revisione della sismicità minore del territorio nazionale*. Quaderni di Geofisica, 57, INGV, Roma, 2008.

Vecchiattini R., *Estrazione di sali solubili mediante impacchi*, in *Le Guide Pratiche*, Progetto Colore, 2009.

Vecchiattini R., *Pulitura con acqua nebulizzata, con acqua atomizzata*, in *Le Guide Pratiche*, Progetto Colore, 2009.

Arcolao C., *Pulitura con pennelli, spazzole, spugne e bisturi*, in *Le Guide Pratiche*, Progetto Colore, 2009.

Arcolao C., *Disinfestazione con prodotti biocidi*, in *Le Guide Pratiche*, Progetto Colore, 2009.

Napoleone L., *Riadesione dell'intonaco con iniezioni*, in *Le Guide Pratiche*, Progetto Colore, 2009.

Fregonese L., Taffureli L., Fassi F., *Processi di Analisi della Forma: superfici digitali a confronto nel processo della conservazione*, in *Archeomatica*, n°1 marzo 2010.

Monni F., *I solai negli edifici a struttura muraria (2), le coperture*, slide, Università Politecnica delle Marche, 2010.

Palmero P., *I materiali usati nel restauro conservativo*, slide Atelier Progetto di Restauro Architettonico, Politecnico di Torino, 2016.

Palmero P., *Le tecniche di pulitura dei materiali per i beni culturali*, slide Atelier Progetto di Restauro Architettonico, Politecnico di Torino, 2016.

Palmero P., *I materiali lapidei*, slide Atelier Progetto di Restauro Architettonico, Politecnico di Torino, 2016.

Fassi F., *Fotogrammetria, principi fondamentali*, slide workshop Laboratory of the places, Ghesc, 2017.

Fassi F., *Fotogrammetria, principi fondamentali di fotografia*, slide workshop Laboratory of Places Ghesc and surrounding – History, survey, evolution, 26 luglio – 4 agosto, 2017.

Fassi F., *The terrestrial laser scanning*, slide workshop Laboratory of Places Ghesc and surrounding – History, survey, evolution, 26 luglio – 4 agosto, 2017.

Fassi F., Achille C., *Topografia, nozioni base*, slide workshop Laboratory of Places Ghesc and surrounding – History, survey, evolution, 26 luglio – 4 agosto, 2017.

Normativa di riferimento

UNI EN 1995-1-1:2005 Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno, Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.

CNR – DT 206/2007 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Controllo di Strutture di Legno.

CNR – DT 207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

NTC 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008.

NTC 2008 – Circolare 617/2009

UNI EN 11035-2:2010 Legno strutturale, Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica, Parte 2.

D.G.R. 65-7656/2014, Allegato Prevenzione del rischio sismico.

UNI EN 338:2016 Legno strutturale – Classi di resistenza.

UNI EN 14081-1:2016 Strutture di legno – Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza, Parte 1.

NTC 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17 gennaio 2018.

Fonti Archivistiche

Archivio corrente della città di Giaveno

Archivio Storico della città di Giaveno

Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno

Archivio privato A. L. Bergeretti (Giaveno)

Archivio privato Associazione Onlus Can. A. Audero (Giaveno)

Archivio Arcivescovile di Torino

Archivio di Stato di Torino

Biblioteca Comunale di Giaveno

Biblioteca del C.A.I. di Giaveno

Biblioteca Alliaudi di Pinerolo

Biblioteca Storica della Provincia di Torino

Sitografia

Comune di Giaveno:

www.comune.giaveno.to.it (ultima consultazione: 25/06/2019)

Archivio Arcivescovile di Torino:

www.diocesi.torino.it/archivio/ (ultima consultazione: 20/12/2018)

Archivio di Stato di Torino:

archiviostatotorino.beniculturali.it/ (ultima consultazione: 16/11/2018)

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale:

www.arpa.piemonte.it (ultima consultazione: 11/04/2019)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia:

cnt.rm.ingv.it/ (ultima consultazione: 21/03/2019)

Regione Piemonte:

www.regione.piemonte.it (ultima consultazione: 12/07/2019)

Costruire con il legno – Promo legno:

www.promolegno.com (ultima consultazione: 05/06/2019)

Archivio Storico – La Stampa:

www.lastampa.it (ultima consultazione: 28/02/2019)

La S. Messa, cenni generali - spazi sacri:

www.missagregoriana.it (ultima consultazione: 24/04/2019)

Ecomuseo – La Carbonaia:

www.ghironda.com/vpellice/rubriche/carbon.htm (ultima consultazione: 17/10/2018)

Teknoring – Guide Architettura:

www.teknoring.com/guide/guide-architettura/il-trattamento-delle-lacune-nelle-superfici-di-architettura/ (ultima consultazione: 24/07/2019)

Centralina elettrofisica non invasiva:

www.dsdeumidificazioni.it/centraline-elettrofisiche/ (ultima consultazione: 22/07/2019)

Come illuminare una chiesa o un luogo di culto con la tecnologia LED:

www.eurocali.it/blog/ (ultima consultazione: 02/09/2019)

iGuzzini:

www.iguzzini.com (ultima consultazione: 14/09/2019)

Regesto documentario

In seguito alla perdita e allo smembramento di gran parte dell'archivio parrocchiale di Provonda, avvenuto nel corso degli anni '90, restano ben pochi documenti consultabili oltre alle ricerche condotte da alcuni storici locali.

La ricerca è iniziata presso l'Archivio Storico della città di Giaveno dove è stato possibile ricostruire la storia socioeconomica della Valle del Romarolo fin dall'epoca di erezione della parrocchia di Provonda. Al tempo stesso la consultazione delle numerose *Relazioni sullo Stato delle chiese*, conservate presso l'Archivio Arcivescovile di Torino, è stata fondamentale per iniziare a delineare la storia socioculturale e costruttiva della chiesa di San Michele Arcangelo. La documentazione rinvenuta è stata integrata sia con il *Memoriale d'entrata e d'uscita* dei capitali e crediti spettanti alla parrocchia di Provonda, conservato presso l'Archivio parrocchiale della collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno, sia con il manoscritto *Res memoria Dignae* tenuto dai cinque parroci di Provonda, conservato presso l'Archivio privato A. L. Bergeretti (Giaveno). Infine, sono state condotte ricerche presso l'Archivio di Stato di Torino e nella sezione di urbanistica dell'Archivio corrente della città di Giaveno.

Archivio privato Associazione Onlus Can. A. Audero (Giaveno)

[1] Pandiani M., *Relazione sui saggi stratigrafici effettuati sulle pareti interne della chiesa di S. Michele Arcangelo di Provonda*, Torino, 03/05/2017.

Relazione materica eseguita in base tasselli di superficie e di profondità sulle pareti interne, elementi in stucco e lapidei.

[2] Geom. Germena, Geom. Merlo, *Relazione storica*, 2003.

Breve relazione storica sulla chiesa di San Michele Arcangelo.

[3] Geom. Germena, Geom. Merlo, *Relazione tecnica*, 2003.

Relazione tecnica relativa al rifacimento della copertura della chiesa di San Michele Arcangelo.

[4] Geom. Germena, Geom. Merlo, *Computo Metrico Estimativo*, 2005.

Computo Metrico Estimativo relativo al rifacimento della copertura della chiesa di San Michele Arcangelo.

Archivio privato A. L. Bergeretti (Giaveno)

[1] AA.VV., *Res memoria Dignae, diario scritto da R. D. Leone Boriglione, primo Parroco di detta Parrocchia e altri fatti e misure del suo Successore*, Provonda, 1840.

Manoscritto dei cinque parroci della parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda. Iniziato da L. G. Boriglione nel 1840 con la dicitura di *Memorie istoriche*.

[2] Siccardi M. C., *Registro dei Censimenti, 1869 – 1879 – 1894*, Provonda.

Registro dello stato della popolazione nella frazione di Provonda nei tre anni indicati.

[3] AA. VV., *Libro di contabilità delle due venerande confraternite ossia compagnie: Immacolato Cuore di Maria e Immacolata Concezione*, Provonda 1855 - 1898.

Registro di contabilità delle due confraternite erette nella chiesa di Provonda con decreto Arcivescovile del 24 settembre 1855.

[4] Tabacco F., *Inaugurazione del nuovo orologio e della lapide ai caduti*, Provonda, 28/09/1924.

Discorso tenutosi dal Sac. Tabacco in occasione della festa di S. Michele Arcangelo nel centenario dalla fondazione della Parrocchia.

[5] *Preventivo orologio Fratelli Miroglio*, Provonda, 23/09/1924.

Preventivo con descrizione dettagliata dell'orologio da installarsi sul campanile di Provonda.

[6] *Fattura di pagamento Fratelli Miroglio*, Provonda, 11/12/1924.

Fattura di pagamento con il dettaglio dei singoli elementi installati.

[7] *Collette per l'acquisto dell'orologio*, Provonda, 1919 – 27/04 e 23/11 del 1924.

Elenco degli oblatori.

Archivio Parrocchiale della Collegiata di San Lorenzo Martire di Giaveno

[1] *Fascicolo Provonda, foglio 814 A, 24/07/1819.*

Lettera degli abitanti della Borgata Fusero di Giaveno all'Arcivescovo di Torino, per la richiesta di erezione di una Cappella in suddetta borgata.

[2] *Fascicolo Provonda, foglio 814 B, 01/08/1819.*

Lettera di risposta dell'Arcivescovo di Torino agli abitanti della Borgata Fusero, acconsente all'erezione della Cappella.

[3] *Fascicolo Provonda, foglio 815.1, 28/11/1839.*

Lettera del Can. Arduino di Giaveno, annuncia lo smembramento di una parte della collegiata di Giaveno per la nascita della Parrocchia di Provonda.

[4] *Fascicolo Provonda, foglio 816.1, 04/03/1840.*

Lettera di Don L. Alfano al Can. Arduino di Giaveno, richiede che gli venga spedito il saldo di L. 270 per l'incarico di Cappellano nella Cappella di S. Michele Arcangelo in Provonda.

[5] *Fascicolo Provonda, foglio 819, s.d.*

Lettera dei parrocchiani di Provonda all'Arcivescovo di Torino, lamentavano il linguaggio troppo forbito del primo parroco di Provonda L. G. Boriglione.

[6] *Fascicolo Provonda, foglio 820, s.d.*

Lettera dei parrocchiani di Provonda all'Arcivescovo di Torino, lamentavano il linguaggio troppo forbito del primo parroco di Provonda L. G. Boriglione.

[7] *Fascicolo Provonda, foglio 822, 26/04/1822.*

Atto di vendita scritto dal Notaio G. Calcagni. Una certa A. M. Dematteis, il 31/03/1822, vende un terreno a favore della Cappella di S. Michele Arcangelo in Provonda, per L. 120, con riserva di celebrare 3 messe annue a suo nome per 50 anni.

[8] *Fascicolo Provonda, foglio 823 A, s.d.*

Lettera del direttore della Cappella di S. Michele Arcangelo in Provonda all'Arcivescovo di Torino, viene richiesta l'approvazione dell'atto di vendita del documento [7].

[9] *Fascicolo Provonda, foglio 825, 01/01/1839.*

Estratto del Registro dei conti della Cappella di S. Michele Arcangelo in Provonda dell'anno 1839 dal 1° di gennaio, scritto dal cappellano L. Alfano.

[10] *Fascicolo Provonda, foglio 826.1.1, 27/07/1938.*

Atto verbale di consegna delle temporalità del beneficio parrocchiale di Provonda, dopo la rinuncia del Teol. F. Tabacco il 15/07/1938, scritto dal commercialista regio E. Filippa e il Sac. C. Merlo. Viene riportato l'elenco dei terreni posseduti.

[11] *Fascicolo Provonda, foglio 826.2.1, 22/06/1939.*

Atto verbale di immissione in possesso delle temporalità del beneficio parrocchiale di Provonda, da parte del Sac. A. Audero, scritto dal Sac. C. Merlo. Viene riportato una descrizione della chiesa e della casa parrocchiale, oltre che l'elenco dei terreni posseduti.

[12] *AA.VV., Contabilità Chiesa e Corpus Domini, 1840 – 1952.*

Memoriale dell'entrata e uscita dei Capitali e crediti spettanti alla Prebenda di Provonda, tenuto dai diversi parroci della chiesa di Provonda (suddiviso in parcelle).

Archivio Storico della città di Giaveno

In alcuni faldoni i documenti non sono catalogati e si presentano in ordine sparso, per maggior chiarezza si elencano in ordine cronologico con dicitura *Faldone n. xx, fascicolo xx, gg/mm/aaaa*.

- [1] *Sezione II, faldone n.38, foglio 33, 15/07/1753.*
Notizie relative ai redditi parrocchiali di Giaveno.
- [2] *Sezione II, faldone n.38, foglio 57, 23/06/1760.*
Notizie trasmesse al Conte Gambarano sullo stato dei benefici ecclesiastici, cappellanie, preti.
- [3] *Sezione II, faldone n.38, foglio 92, 04/02/1802.*
Lettere alla Prefettura riguardo informazioni sui canonici e i loro beni.
- [4] *Sezione II, faldone n.38, foglio 103, s.d.*
Inventario generale dei beni mobili e beni immobili delle confraternite di Giaveno.
- [5] *Sezione II, faldone n.38, foglio 116, 06/01/1824.*
Regie patenti di Carlo Felice per le riparazioni delle chiese, case parrocchiali, episcopie.
- [6] *Sezione II, faldone n.39, foglio 128, 18/02/1840.*
Lettera del priore di Provonda L. G. Boriglione al Sindaco di Giaveno, invitandolo a partecipare alla sua nomina di Parroco.
- [7] *Sezione II, faldone n.39, foglio 130 bis, 23/12/1843.*
Ordinato del comune di Giaveno relativo al ricorso del prevosto di Provonda per l'abbattimento di piante di castagno.
- [8] *Sezione II, faldone n.40, foglio 31, 01/03/1859.*
Lettera del parroco di Provonda L. G. Boriglione all'Arcivescovo di Torino sul regolamento d'uso delle campane.
- [9] *Sezione II, faldone n.40, foglio 38, 07/12/1861.*
Lettera del Sotto Prefetto di Susa al Segretario Comunale, riguardo il censimento delle borgate sotto le parrocchie della Maddalena e di Provonda.
- [10] *Sezione II, faldone n.40, foglio 124, 05/11/1871.*
Verbale del Consiglio Comunale riguardo la richiesta di sussidio da parte del parroco di Provonda per l'acquisto di un orologio per il campanile.
- [11] *Sezione II, faldone n.40, foglio 131, 14/04/1873.*
Verbale del Consiglio Comunale riguardo il ricorso dei particolari di Provonda per ottenere l'orologio per il campanile.
- [12] *Sezione II, faldone n.40, foglio 150, 19/05/1878.*
Verbale del Consiglio Comunale riguardo l'acquisto degli orologi per Provonda e San Rocco.

- [13] *Sezione II, faldone n.42, foglio 19, 20/11/1806.*
Stato generale di tutti i proprietari e possessori dei beni rurali nel comune di Giaveno.
- [14] *Sezione II, faldone n.91, fascicolo 15, 1814.*
Censimento della popolazione suddivisa in borgate.
- [15] *Sezione II, faldone n.92, fascicolo 11, 1848.*
Censimento della popolazione suddivisa in borgate.
- [16] *Sezione II, faldone n.118, anni diversi.*
Contiene la lettera del parroco di Provonda Don L. G. Boriglione del 15 dicembre 1850, riguardo l'istituzione della scuola elementare nella borgata.
- [17] *Sezione II, faldone n.119, libro 1, 1865 - 1867.*
Registri annuali delle scuole elementari.
- [18] *Sezione II, faldone n.120, foglio 9, 1867.*
Verbale del Consiglio Comunale per erogare un sussidio alle scuole di Mollar dei Franchi, Merlera e Provonda.
- [19] *Sezione II, faldone n.283, libro 3, 1653 - 1664.*
Ordinati – Libro delle proposte.
- [20] *Sezione II, faldone n.287, libro 3, 1743 - 1753.*
Ordinati – Deliberamenti.
- [21] *Sezione II, faldone n.288, libro 1, 1747 - 1757.*
Ordinati – Registro degli atti sottoposti all'insinuazione.
- [22] *Sezione II, faldone n.288, libro 2, 1753 - 1764.*
Ordinati – Registro degli atti sottoposti all'insinuazione.
- [23] *Sezione II, faldone n.294, libro 2, 1796 - 1798.*
Ordinati.
- [24] *Sezione II, faldone n.296, libro 1, 1821 - 1823.*
Ordinati (con rubrica iniziale).
- [25] *Sezione II, faldone n.296, libro 2, 1824 - 1825.*
Ordinati (con rubrica iniziale). Il *foglio 101* riguarda l'erezione della parrocchia in borgata Provonda.
- [26] *Sezione II, faldone n.299, libro 1, 1834 - 1836.*
Ordinati (con rubrica iniziale).
- [27] *Sezione II, faldone n.299, libro 2, 1837 - 1838.*
Ordinati (con rubrica iniziale).
- [28] *Sezione II, faldone n.299, libro 3, 1838 - 1841.*
Ordinati (con rubrica iniziale).

[29] *Sezione III, faldone n.358, fascicolo 6, 1857, 1876, 1878, 1885, 1895 - 1896.*

Strade e ponti da Mollar dei Franchi a Provonda: carte, progetti, riparazioni.

[30] *Sezione IV, categoria IV, classe 7, faldone n.726, fascicolo 1, 1894, 1911 - 1929, 1952.*

Cimitero di Provonda: documenti e carte relativi all'ampliamento e documenti vari.

[31] *Sezione IV, categoria VII, classe 6, faldone n.1182, fascicolo 1, 1897 - 1907, 1919 - 1929, 1941 - 1966.*

Parrocchia di S. Michele Arcangelo di Provonda: lavori e riparazioni.

[31.1] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 15/05/1897.*

Lettera di Don E. Frasca al Sindaco di Giaveno, chiedendo un aiuto economico di L. 400 al comune per le riparazioni alla Casa Parrocchiale.

[31.2] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 06/09/1897.*

Lettera del Pretore al Sindaco di Giaveno, con decreto del 04/09/1897 viene concesso il Regio Placet alla nomina del Sac. E. Frasca ad Economo Spirituale della Parrocchia di Provonda.

[31.3] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 06/09/1897.*

Lettera del Sottoprefetto di Susa al Sindaco di Giaveno, il Procuratore Generale del Re munisce di Regio Placet la nomina del Sac. E. Frasca ad Economo Spirituale della Parrocchia di Provonda.

[31.4] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 02/03/1898.*

Lettera del Pretore al Sindaco di Giaveno, viene concesso il Regio Placet alla nomina del Sac. E. Frasca a Titolare della Parrocchia di Provonda.

[31.5] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 05/03/1898.*

Lettera del Sottoprefetto di Susa al Sindaco di Giaveno, il Procuratore Generale del Re munisce di Regio Placet la nomina del Sac. E. Frasca a Titolare della Parrocchia di Provonda.

[31.6] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 01/10/1902.*

Lettera del Sac. E. Frasca al Regio Economato, richiede di poter celebrare una seconda Messa Festiva e per tanto di ricevere un assegno annuo.

[31.7] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 07/03/1903.*

Lettera del Regio Subeconomato al Sindaco di Giaveno, richiede se sussistono le circostanze esposte dal Sac. E. Frasca per la seconda Messa Festiva.

[31.8] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 08/03/1903.*

Lettera del Sindaco di Giaveno al Regio Subeconomato, si afferma che la seconda Messa Festiva risulta necessaria (si è tenuta dal 1840 al 1881).

[31.9] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 29/04/1919.*

Lettera del Regio Subeconomato al Sindaco di Giaveno, chiede chiarimenti sul Sac. F. Tabacco in seguito ad una richiesta di sussidio.

[31.10] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 30/04/1919.*

Lettera del Sindaco di Giaveno al Regio Subeconomato, risponde alle cinque domande riguardo il Sac. F. Tabacco, concludendo che nessuno meglio di lui è meritevole di sussidio.

[31.11] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 21/01/1920.*

Lettera del Sac. F. Tabacco al Commissario Prefettizio, denuncia come il tetto della Chiesa e della Canonica, già danneggiato dal terremoto degli ultimi anni, è stato ulteriormente deteriorato dal vento; per tanto necessita di urgenti riparazioni per salvaguardare la decorazione della chiesa e la sua solidità.

[31.12] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 03/02/1920.*

Lettera del Commissario Prefettizio al Sac. F. Tabacco, affinché possa provvedere alla domanda di sussidio per le riparazioni del tetto della Chiesa e della Canonica deve essere in possesso della perizia dei lavori, della dichiarazione che la Parrocchia non ha mezzi sufficienti per fronteggiare le spese e che non vi sono persone obbligate al mantenimento della stessa.

[31.13] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 18/02/1920.*

Dichiarazione della Curia Arcivescovile di Torino che non vi sono persone obbligate al mantenimento della Parrocchia di Provonda.

[31.14] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 18/02/1920.*

Dichiarazione del Regio Subeconomato che la Parrocchia di Provonda è sprovvista di mezzi sufficienti per sostenere la spesa dei restauri per la Chiesa e Canonica.

[31.15] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 23/04/1920.*

Verbale del Commissario Prefettizio, perizia per le riparazioni alla Chiesa, campanile e casa parrocchiale di Provonda per una somma totale di L. 900.

[31.16] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 11/05/1920.*

Lettera del Commissario Prefettizio al Sac. F. Tabacco, comunica l'approvazione della Prefettura riguardo il verbale del 23/04/1920.

[31.17] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 9/12/1920 – 18/01/1921.*

Lettere tra il Sindaco di Giaveno e il Regio Subeconomato in merito ad una richiesta di sussidio da parte del Sac. F. Tabacco.

[31.18] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 01/07/1941.*

Lettera del Sac. A. Audero al Commissario Prefettizio, ricorso per ottenere un contributo a fronte delle spese di L. 4560 per il rinnovo quasi totale del tetto della Chiesa di Provonda.

[31.19] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 27/07/1941.*

Preventivo redatto dall'Ufficio tecnico Comunale per il rinnovo quasi totale del tetto della Chiesa di Provonda.

[31.20] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 08/08/1941.*

Verbale del Commissario Comunale riguardo i lavori svolti alla chiesa di Provonda quasi interamente a carico del Parroco.

[31.21] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 26/12/1956.*

Resoconto dei lavori di riparazione e sostituzione delle gronde alla chiesa e alla casa parrocchiale di Provonda.

[31.22] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 08/03/1961, 15/03/1961.*

Lettera del Sac. A. Audero al Sindaco di Giaveno (e responso) richiedendo un contributo economico per la riparazione della campana.

[31.23] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 17-18/03/1961.*

Fattura di riparazione e di trasporto della campana da parte dell'industria dei F.lli Fagan di Vicenza.

[31.24] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 09/12/1961.*

Delibera Comunale per concedere un contributo alla spesa sostenuta per la riparazione della campana.

[31.25] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 12/09/1963.*

L'ufficio Tecnico Comunale redige una relazione di tecnica con allegato il preventivo per la riparazione della gradinata d'accesso al piazzale della chiesa, della scuola elementare e del muro di sostegno del piazzale.

[31.26] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 28/08/1963.*

Preventivo per i lavori da eseguire nei dintorni del piazzale della chiesa da parte della ditta Ughetto Felice.

[31.27] *Faldone n.1182, fascicolo 1, 29/10 - 12/11 - 19/11/1963, 09/01/1964.*

Delibere del Consiglio Comunale e Verbale dell'Ufficio Tecnico Comunale per autorizzare la ditta Ughetto Felice all'esecuzione dei lavori e saldare la spesa finale.

[32] *Sezione IV, categoria IX, classe 2, faldone n.1280, fascicolo 3, 1889 - 1927, 1949, 1962 - 1965.*

Scuola di Provonda: lavori di sistemazione.

[32.1] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 21/04/1889.*

Verbale del Consiglio Comunale riguardo la richiesta al Consiglio Provinciale di Torino di istituire una scuola mista nella frazione di Provonda e non nella frazione Maddalena, a seguito di una classificazione delle scuole elementari, in quanto risulta più necessaria.

[32.2] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 24/04/1889.*

Perizia dei lavori occorrenti alla sistemazione di una parte dell'antica Cappella di S. Michele Arcangelo in Provonda per la formazione di una scuola elementare mista, eseguita dal Geom. N. Fontana.

[32.3] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 15/05/1889.*

Perizia supplementare dei lavori occorrenti all'ultimazione della scuola elementare mista in Provonda, eseguita dal Geom. N. Fontana.

[32.4] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 13/06/1889.*

Lettera della Regia Prefettura della Provincia di Torino in risposta al Verbale del Consiglio Comunale di Giaveno del 21/04/1889; delibera di modificare la

classificazione delle scuole elementari rendendo obbligatoria quella in frazione Provonda.

[32.5] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 14/07/1889.*

Verbale della Giunta Municipale relativo all'affidamento dei lavori di adattamento dell'antica Cappella in Provonda ad uso scolastico al capomastro M. Gillio, secondo la perizia eseguita dal Geom. N. Fontana.

[32.6] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 22/10/1889.*

Municipio di Giaveno, conto finale e collaudo lavori. Secondo il perito comunale i lavori sono stati svolti ad opera d'arte, perciò il Comune deve saldare il conto di L. 435.

[32.7] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 15/11/1889.*

Verbale della Giunta Comunale che delibera il pagamento al capomastro M. Gillio per i lavori effettuati a Provonda.

[32.8] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 01/01/1904.*

Lettera del Sac. E. Frasca al Comune di Giaveno richiedendo un affitto annuo per i locali adibiti a scuola di Provonda e Fusero.

[32.9] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 04/04/1904.*

Verbale di deliberazione del Consiglio Comunale, accorda un affitto annuo al parroco di Provonda per i locali scuola.

[32.10] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 24/04/1904.*

Verbale di deliberazione del Consiglio Comunale, in seconda lettura accorda un affitto annuo al parroco di Provonda per i locali scuola.

[32.11] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 26/05/1904.*

Lettera della Giunta Provinciale Amministrativa, estratto del verbale dove viene accolto positivamente l'affitto annuo al parroco di Provonda.

[32.12] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 05/07/1904.*

Lettera del Sac. E. Frasca al Comune di Giaveno, chiedendo notizie in merito alla sua precedente richiesta.

[32.13] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 31/07/1908.*

Lettera del Sac. E. Frasca al Comune di Giaveno, essendogli stata imposta una nuova tassa d'esercizio non intende più concedere l'antica Cappella come locale scolastico; richiede un affitto maggiore, con un ultimatum di 20 giorni.

[32.14] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 15/09/1908.*

Lettera del Sindaco al Regio Subeconomato dei Benefizi Vacanti, chiedendo chiarimenti sulla proprietà della Cappella di S. Michele Arcangelo in Provonda.

[32.15] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 13/10/1908.*

Lettera dell'Agente per le imposte dirette di Avigliana al Sindaco di Giaveno, dichiara di non poter attribuire con certezza la proprietà del fabbricato in questione.

[32.16] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 17/12/1908, 29/12/1908, 30/12/1908, 03/01/1909, 04/01/1909.*

Lettere tra il Comune di Giaveno e il Regio Subeconomato dei Benefizi Vacanti, riguardo il diritto del parroco di Provonda di richiedere un affitto al Comune per i locali scolastici.

[32.17] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 10/03/1923.*

Verbale del Regio Commissario del Comune di Giaveno, acconsente alla richiesta di aumento del canone annuo per l'affitto del locale scuole da parte del Teol. F. Tabacco.

[32.18] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 14/04/1923.*

Lettera della Prefettura di Susa al Commissario Regio di Giaveno, dove viene accolto positivamente l'affitto annuo al parroco di Provonda.

[32.19] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 22/09/1927.*

Regio Provveditorato agli Studi del Piemonte Torino, Consiglio Scolastico Regionale, l'Ispettore di Susa dichiara la soppressione della scuola del Fusero e l'istituzione di una nuova scuola mista di ruolo a Provonda.

[32.20] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 29/09/1927.*

Regio Ispettorato Scolastico di Susa, l'Ispettore invita a provvedere subito al locale e all'arredamento per la nuova scuola a Provonda.

[32.21] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 06/10/1927.*

Verbale del Podestà del Comune di Giaveno, delibera di affittare dal Sig. G. Gillia una camera per adibirla ad uso scolastico.

[32.22] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 21/11/1927.*

Verbale del Podestà del Comune di Giaveno, accorda al parroco lo stesso affitto del Sig. G. Giacomo per i locali scolastici.

[32.23] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 15/11/1949.*

Ufficio Tecnico del Comune di Giaveno, relazione e disegni di progetto per la sistemazione della Cappella ad uso scolastico.

[32.24] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 23/01/1962.*

Ufficio Tecnico del Comune di Giaveno, descrizione dell'immobile e interventi da eseguire nel fabbricato di G. Giacomo già adibito ad uso scolastico.

[32.25] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 21/10/1963.*

Ufficio Tecnico del Comune di Giaveno, urgenza nel sistemare la Cappella ad uso scolastico, momentaneamente le lezioni si svolgono nel corridoio della manica di collegamento. Primo preventivo dei lavori di L. 530.000.

[32.26] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 18/09/1964.*

Preventivo per il rimodernamento della scuola elementare di Provonda da parte dell'Impresa Ughetti Felice, L. 1.150.000.

- [32.27] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 02/10/1964.*
Ufficio Tecnico del Comune di Giaveno: preventivo di spesa, Capitolato Speciale d'Appalto e progetto di sistemazione dell'ex Cappella in scuola.
- [32.28] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 07/10/1964.*
Verbale del Consiglio Comunale, vengono affidati i lavori di rimodernamento della scuola elementare di Provonda alla ditta Ughetti Felice.
- [32.29] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 22/10/1964.*
Lettera del Comune di Giaveno alla Prefettura, richiedendo di esaminare la delibera del 07/10/1964 e di affrettarne l'approvazione.
- [32.30] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 18/11/1964 – 22/02/1965.*
Lettere tra Comune di Giaveno, Ufficio Genio Civile e Prefettura, autorizzano la trattativa del 07/10/1964.
- [32.31] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 24/11/1964.*
Verbale della Giunta Municipale, liquidazione parziale della fattura presentata dall'impresa Ughetti Felice per i lavori di rimodernamento della scuola elementare di Provonda.
- [32.32] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 25/11/1964.*
Fattura dell'impresa Ughetti Felice per i lavori di rimodernamento della scuola elementare di Provonda.
- [32.33] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 25/11/1964.*
Ufficio Tecnico Comunale, Verbale di regolare esecuzione dei lavori di rimodernamento della scuola elementare di Provonda.
- [32.34] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 28/11/1964.*
Mandato di Pagamento del Comune di Giaveno, viene fatturata una prima somma dei lavori all'impresa Ughetti Felice.
- [32.35] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 16/12/1964.*
Lettera della Prefettura di Torino al Comune di Giaveno, viene fatto notare che sono stati eseguiti i lavori di sistemazione dell'edificio scolastico prima che fosse stato approvato il progetto e senza autorizzazione prefettizia.
- [32.36] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 27/01/1965.*
Ufficio Tecnico Comunale, relazione tecnica riguardo il progetto di sistemazione dell'edificio scolastico.
- [32.37] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 12/03/1965, 07/04/1965.*
Lettere tra il Comune di Giaveno e la Prefettura di Torino.
- [32.38] *Faldone n.1280, fascicolo 3, 13/05/1965.*
Mandato di Pagamento del Comune di Giaveno, viene fatturata il saldo dei lavori all'impresa Ughetti Felice.
- [33] *Sezione IV, categoria X, classe I, faldone n.1292, 1896 - 1962.*
Strada di Provonda: lavori costruzione, riparazioni, documenti vari.

[33.1] *Faldone n.1292, 30/04/1931.*

Lettera la Comune di Giaveno dal Canonico di Mollar dei Franchi per denunciare, a nome di tutti i borghigiani, la necessità di una strada carrabile.

[33.2] *Faldone n.1292, 01/12/1931.*

Lettera alla Prefettura di Torino dal Comune di Giaveno esponendo le ragioni per la costruzione della strada Giaveno-Provonda, ma il comune non può sostenere la spesa.

[33.3] *Faldone n.1292, 24/12/1933.*

Lettera alla Prefettura di Torino dai parroci della Valle del Romarolo che essendo venuti a conoscenza di un progetto per realizzare la strada che escluderebbe diverse borgate, espongono le motivazioni per mantenere il tracciato originale.

[33.4] *Faldone n.1292, 14/04/1935.*

Lettera al Commissario Prefettizio dai borghigiani per elencare le ragioni per cui la strada non può assolutamente cambiare il tracciato originale del sentiero, molto importante per la situazione economica della valle.

[33.5] *Faldone n.1292, 26/04/1935.*

Lettera al commissario Prefettizio dalla Prefettura, in seguito al sopralluogo è stata decisa la realizzazione di due strade distinte, una per Monterossino e una per Provonda.

[33.6] *Faldone n.1292, 05/06/1935.*

Lettera al Commissario Prefettizio dai borghigiani che cedono gratuitamente terreni e offrono la loro manodopera per la realizzazione della strada.

[33.7] *Faldone n.1292, 16/09/1935.*

Verbale del Comune di Giaveno, viene incaricato l'Ing. G. Baldizzone di Torino per la redazione dei progetti di massima per le strade nella Valle del Romarolo.

[33.8] *Faldone n.1292, 01/04/1938.*

Verbale del Comune di Giaveno, in cui delibera di non poter affrontare la spesa preventivata (L. 663.000) per la realizzazione delle strade poiché sta già finanziando la tramvia Giaveno-Orbassano.

[33.9] *Faldone n.1292, 17/11/1938.*

Lettera al Comune di Giaveno dalla Prefettura di Torino, non prenderà provvedimenti vista la situazione dell'amministrazione comunale, perciò risulta sospesa la realizzazione della strada fino a Provonda.

[33.10] *Faldone n.1292, 11/05/1951.*

Lettera alla Prefettura di Torino dal Comune di Giaveno, richiede un contributo per la realizzazione della strada, la spesa (del progetto redatto nel '38) ammonterebbe a L. 40 milioni.

[33.11] *Faldone n.1292, 04/10/1951.*

Lettera al Comune di Giaveno dalla Provincia di Torino dichiarando di essere disposta ad assumersi l'onere della realizzazione della strada.

[33.12] *Faldone n.1292, 27/07/1954.*

Lettera alla Provincia dal Comune di Giaveno, inaugurazione del primo tratto di strada fino a Mollar dei Franchi.

[33.13] *Faldone n.1292, 17/05/1956.*

Lettera al Comune dal Corpo Forestale, inaugurazione del secondo tratto di strada fino a Provonda.

[33.14] *Faldone n.1292, 19/01/1957.*

Lettera al Comune di Giaveno dalla Provincia dichiarando di assumersi l'onere della manutenzione ordinaria della strada.

[34] *Sezione IV, categoria X, classe 3, faldone n.1326, fascicolo 4, 1961 - 1965.*

Consorzio elettrico Provonda.

[35] *Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1483, 1901.*

IV Censimento generale della popolazione, frazione Provonda e Mollar dei Franchi.

[36] *Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1486, 1911.*

V Censimento generale della popolazione, frazione Provonda e Mollar dei Franchi.

[37] *Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1518, 1936.*

VIII Censimento generale della popolazione, frazione Provonda.

[38] *Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1531, 1951.*

IX Censimento generale della popolazione, frazione Provonda e Mollar dei Franchi.

[39] *Sezione IV, categoria XII, classe 3, faldone n.1546, 1961.*

X Censimento generale della popolazione, frazione Provonda.

[40] *Sezione V, faldone n.11, 1789 - 1792.*

Libro di catasto: Monterossino e Provonda.

[41] *Sezione V, faldone n.16, 1789.*

Libro di catasto: Monterossino e Provonda.

[42] *Sezione V, faldone n.27, 1789 - 1810.*

Libro di catasto: Monterossino e Provonda.

[43] *Sezione V, faldone n.83, XX secolo.*

Planimetrie sciolte del territorio di Giaveno.

Archivio Arcivescovile di Torino

- [1] *Sezione 7.1.28, foglio 13, Visita Pastorale, anon., 1744.*
Visita pastorale compiuta da Gabriele Ignazio Bogino, Vicario generale di Giovanni G. Millo abate dell'Abbazia di S. Michele della Chiusa.
- [2] *Sezione 7.1.21, fogli 208 - 232, Visita Pastorale, anon., 1757.*
Visita pastorale compiuta dal Teol. Francesco Ferrero, delegato del Card. Millo, Vicario generale dell'Abbazia di S. Michele della Chiusa.
- [3] *Sezione 7.1.21, foglio 310, Visita Pastorale, anon., 1766.*
Visita pastorale compiuta dal Teol. Francesco Ferrero, delegato del Card. Millo, Vicario generale dell'Abbazia di S. Michele della Chiusa.
- [4] *Sezione 7.1.85, foglio 154, Visita Pastorale, anon., 1845.*
Visita pastorale compiuta dal Mons. Luigi dei Marchesi Fransoni, Arcivescovo di Torino.
- [5] *Sezione 8.2.14, foglio 389, Relazione sullo stato delle chiese, L. G. Boriglione., 1845.*
Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, Parte I - riguarda la chiesa, le Compagnie e i redditi, Parte II – riguarda il parroco, gli ecclesiastici e i parrocchiani, (suddivisa in paragrafi).
- [6] *Sezione 8.2.20, foglio 387, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1872.*
Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, resoconto molto dettagliato riguardo la chiesa, le Compagnie, i redditi, il clero e i parrocchiani, (risposte ai quesiti).
- [7] *Sezione 8.2.25, foglio 33, Relazione sullo stato delle chiese, M. C. Siccardi, 1896.*
Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, risposte ai quesiti per la Visita Pastorale a tenore della lettera al Clero di S. E. Monsignor Riccardi Davide, N° 7, in data 18 novembre 1893. Viene riportato il censimento delle borgate e un inventario delle suppellettili.
- [8] *Sezione 8.2.36, foglio 78, Relazione sullo stato delle chiese, E. Frasca, 1911.*
Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, risposte ai quesiti per la Visita Pastorale del Card. A. Richelmy Arcivescovo di Torino, in data 2 - 5 agosto del 1902. Viene riportato il censimento delle borgate e le entrate ed uscite della parrocchia.
- [9] *Sezione 8.2.47bis, foglio 72, Relazione sullo stato delle chiese, E. Frasca, 1918.*
Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, viene riportato il censimento delle borgate e un dettagliato prospetto di entrate ed uscite della parrocchia, (risposte ai quesiti).

[10] *Sezione 8.2.39, foglio 314, Relazione sullo stato delle chiese, F. Tabacco, 1926.*

Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, Parte I – Luoghi e cose sacre, Parte II – Ministero Ecclesiastico, (suddivisa in paragrafi).

[11] *Sezione 8.2.46, foglio 326, Relazione sullo stato delle chiese, F. Tabacco, 1935.*

Relazione sullo stato della Parrocchia di S. Michele Arcangelo in Provonda, (suddivisa in punti).

[12] *Sezione 20.2, Fondo dell'abbazia di San Michele della Chiusa e della collegiata di Giaveno (da ordinare), fascicolo Provonda, Status animarum de Monti di Provonda, 1735.*

Censimento della popolazione della frazione di Provonda, suddivisa in borgate.

[13] *Sezione 19.68, Carte sparse, 1926 - 1941.*

Documenti vari relativi le fondazioni Siccardi.

Archivio di Stato di Torino

- [1] *Catasto Sabauda, Allegato E, Giaveno, vol. 56, 1780.*
Libro catastale.
- [2] *Catasto Sabauda, Allegato C, Circondario di Susa, Mandamento di Giaveno, mazzo 27, immagine 2, telaio 4, 1785.*
Mappa proveniente dalla Camera dei Conti.
- [3] *Catasto Francese, Allegato A, Circondario di Susa, Mandamento di Giaveno, mazzi 59 - 60, 1802 - 1814.*
Planimetrie sciolte del territorio di Giaveno.
- [4] *Catasto Francese, Allegato G, Circondario di Susa, sommarioni 388 - 394, 1802 - 1814.*
Registri di proprietari e possedimenti del territorio di Giaveno.
- [5] *Catasto Rabbini, Circondario di Susa, Giaveno, sommario fs 26, pp. 150 - 151, 1858 - 1870.*
Registri di proprietari e possedimenti del territorio di Giaveno, in particolare della parrocchia di S. Michele Arcangelo.
- [6] *Catasto Rabbini, Circondario di Susa, Giaveno, mazzi 40 - 44, foglio 12, 1858 - 1870.*
Mappa originale del comune di Giaveno relativo alla borgata Provonda.
- [7] *Carte topografiche per A e B, Giaveno, mazzo 1, parte II, 1802.*
Carta del territorio di Giaveno.
- [8] *Carte topografiche per A e B, Susa, mazzo 3, parte VIII, 1764 - 1772.*
Carta topografica in misura della Valle di Susa e quelle di Cesana e Bardonecchia, divisa in nove parti; disegno a inchiostro ed acquerello, orientamento N - O.

APPENDICE TAVOLE

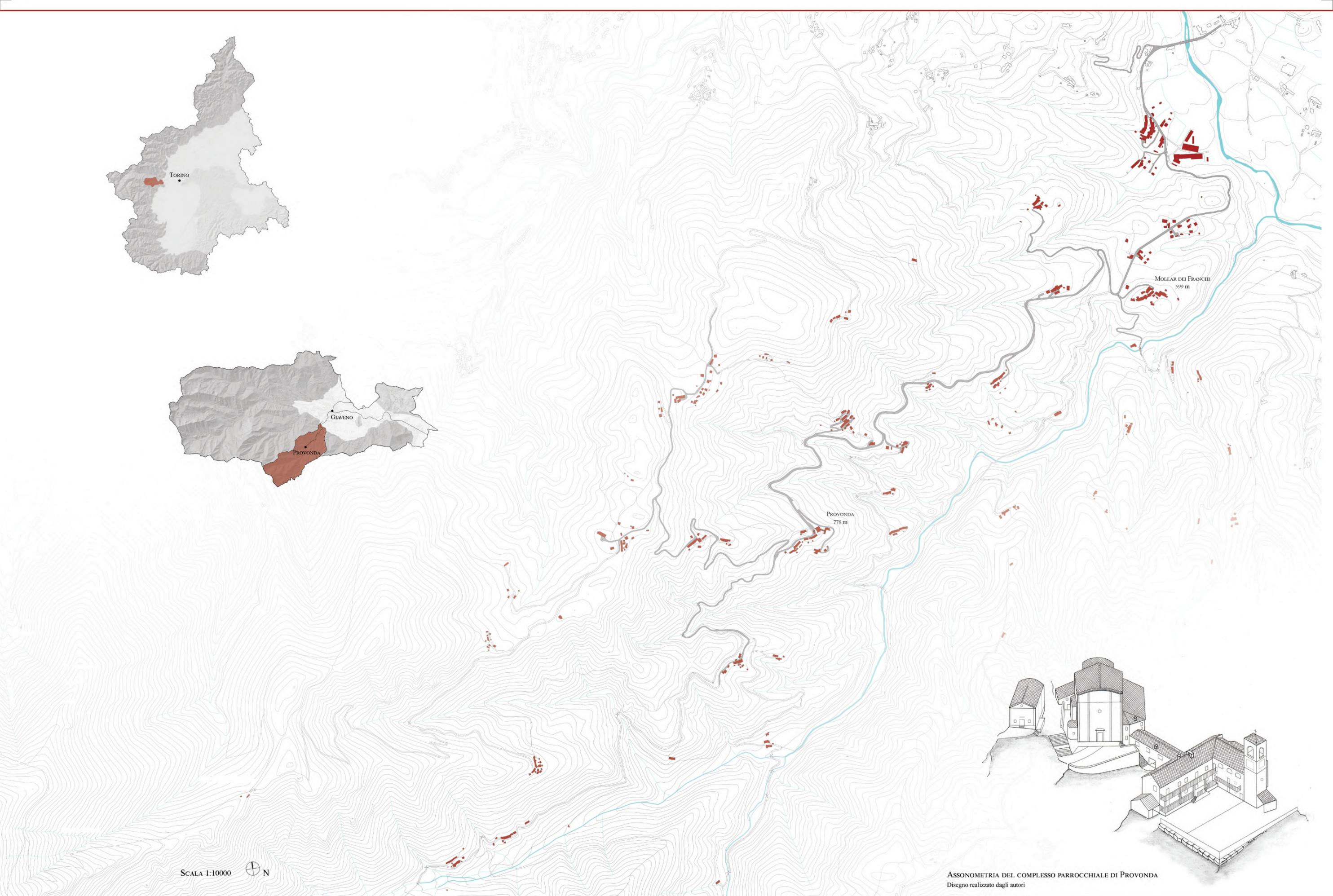
- 1 Inquadramento territoriale

- Chiesa parrocchiale
- 2 Rilievo_Prospetto Sud
- 3 Rilievo_Prospetto Est
- 4 Rilievo_Prospetto Nord
- 5 Rilievo_Prospetto Ovest
- 6 Rilievo_Pianta dell'interno
- 7 Rilievo_Sezione 1A
- 8 Rilievo_Sezione 1B
- 9 Rilievo_Sezione 2
- 10 Rilievo_Sezione 3
- 11 Rilievo_Sezione 4
- 12 Rilievo_Pianta dell'estradosso delle volte
- 13 Rilievo_Pianta dell'orditura lignea delle coperture
- 14 Rilievo_Capriate lignee della copertura

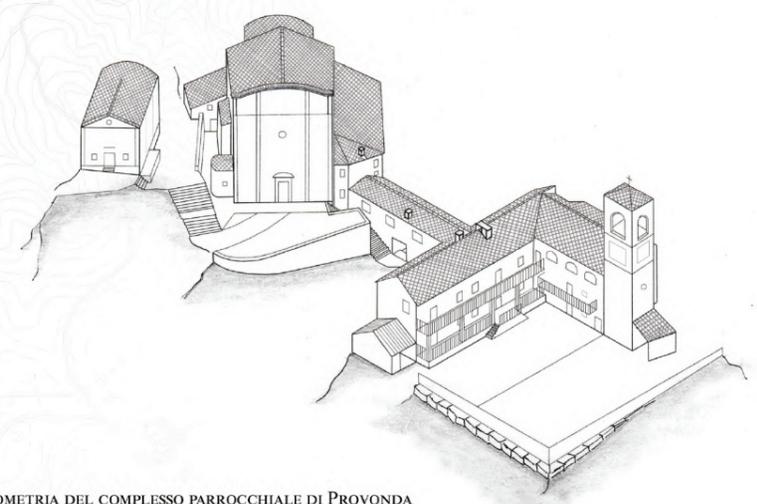
- 15 Rilievo_Complesso parrocchiale
- 16 Rilievo_Complesso parrocchiale
- 17 Rilievo_Complesso parrocchiale
- 18 Rilievo_Antica cappella

- 19 Analisi della qualità muraria
- 20 Analisi dei meccanismi locali di danno

- 21 Progetto_Consolidamento strutturale
- 22 Progetto_Consolidamento strutturale
- 23 Progetto_Consolidamento strutturale
- 24 Analisi materica e del degrado_Sezione 1A
- 25 Analisi materica e del degrado_Sezione 1B
- 26 Analisi materica e del degrado_Sezione 2
- 27 Analisi materica e del degrado_Sezione 3
- 28 Progetto_Restauro di finiture e rivestimenti interni
- 29 Progetto_Restauro di finiture e rivestimenti interni

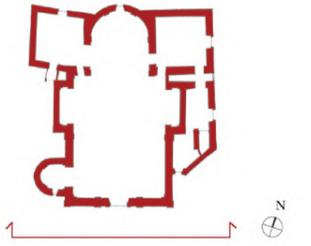


SCALA 1:10000



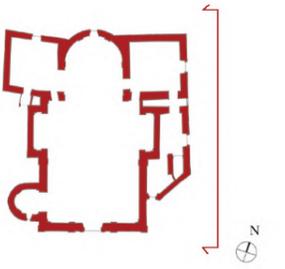
ASSONOMETRIA DEL COMPLESSO PARROCCHIALE DI PROVONDA
Disegno realizzato dagli autori





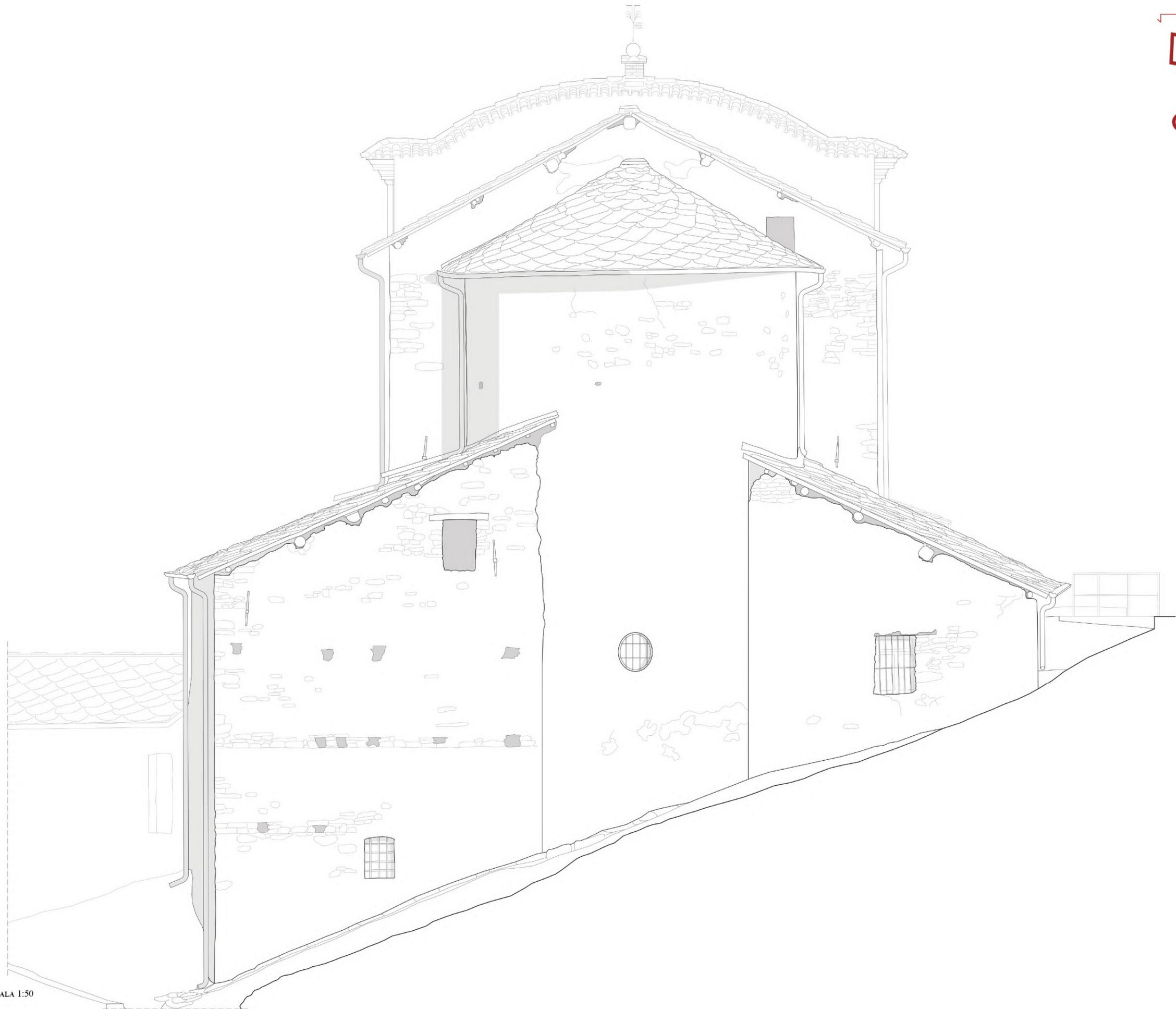
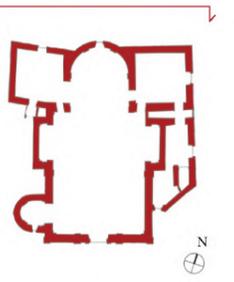
0 1 2 SCALA 1:50





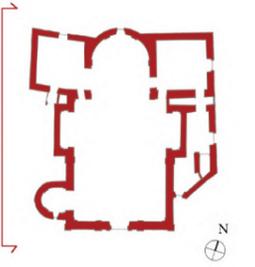
0 1 2 SCALA 1:50





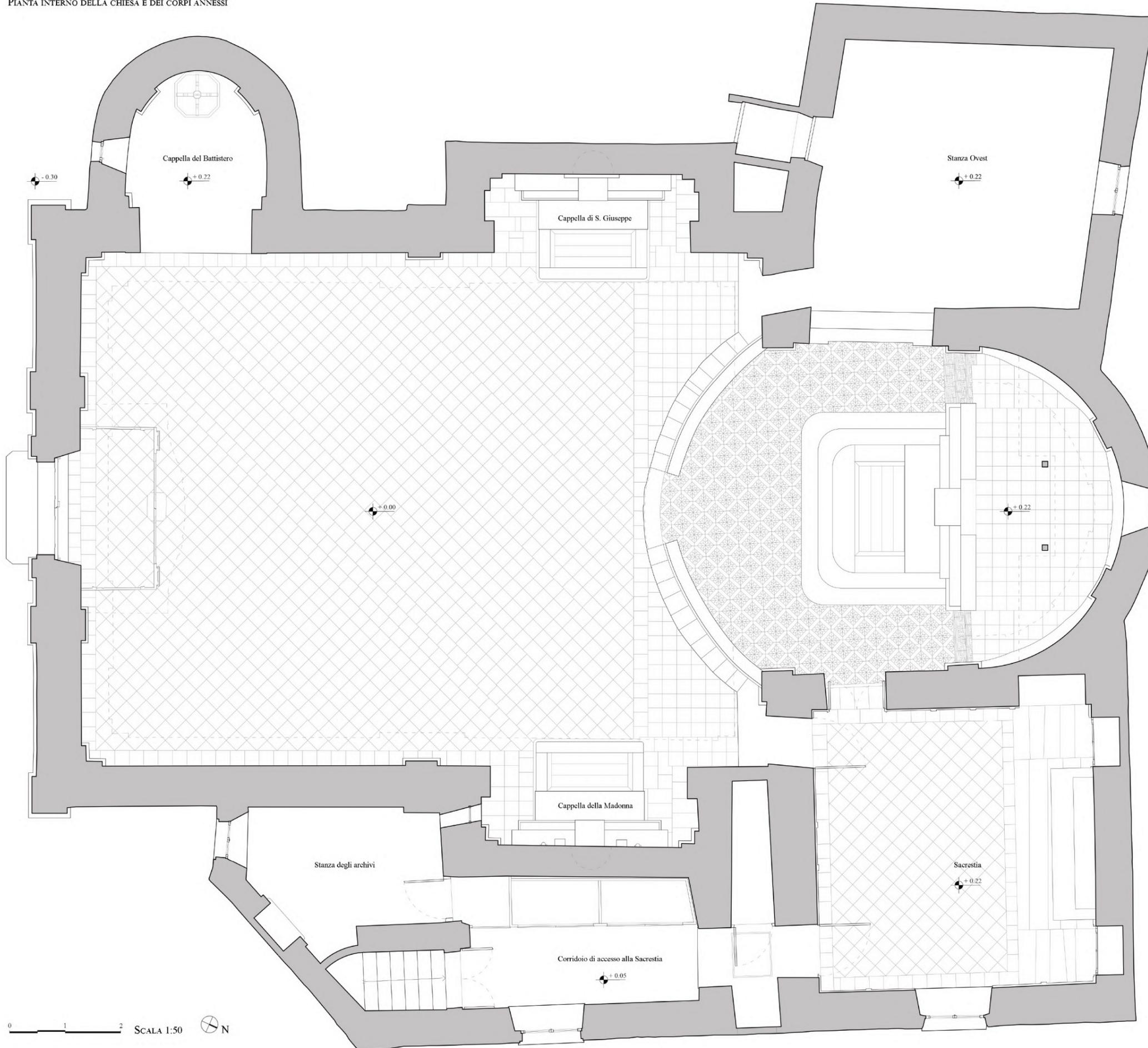
0 1 2 SCALA 1:50



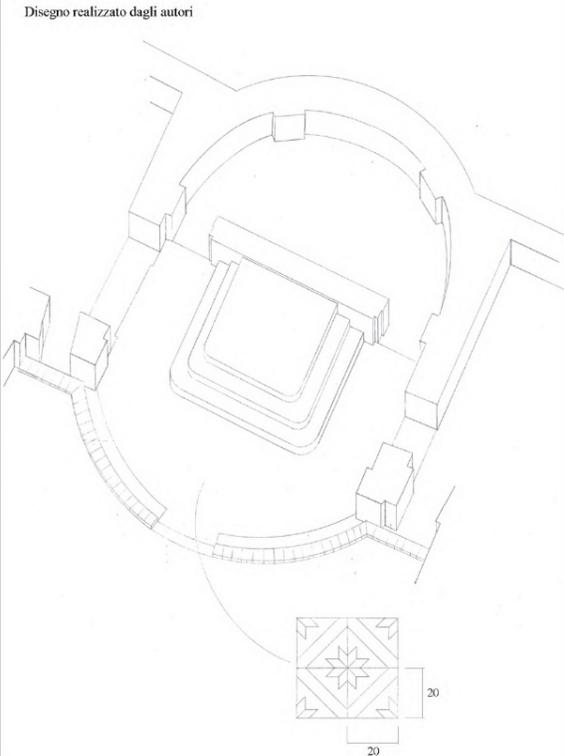


0 1 2 SCALA 1:50

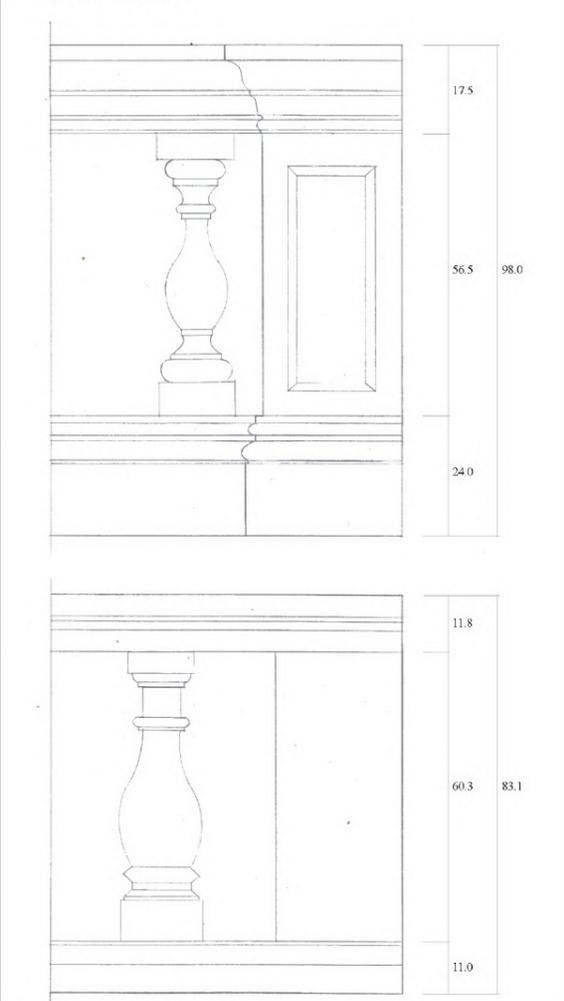


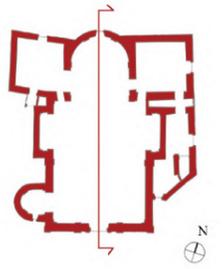


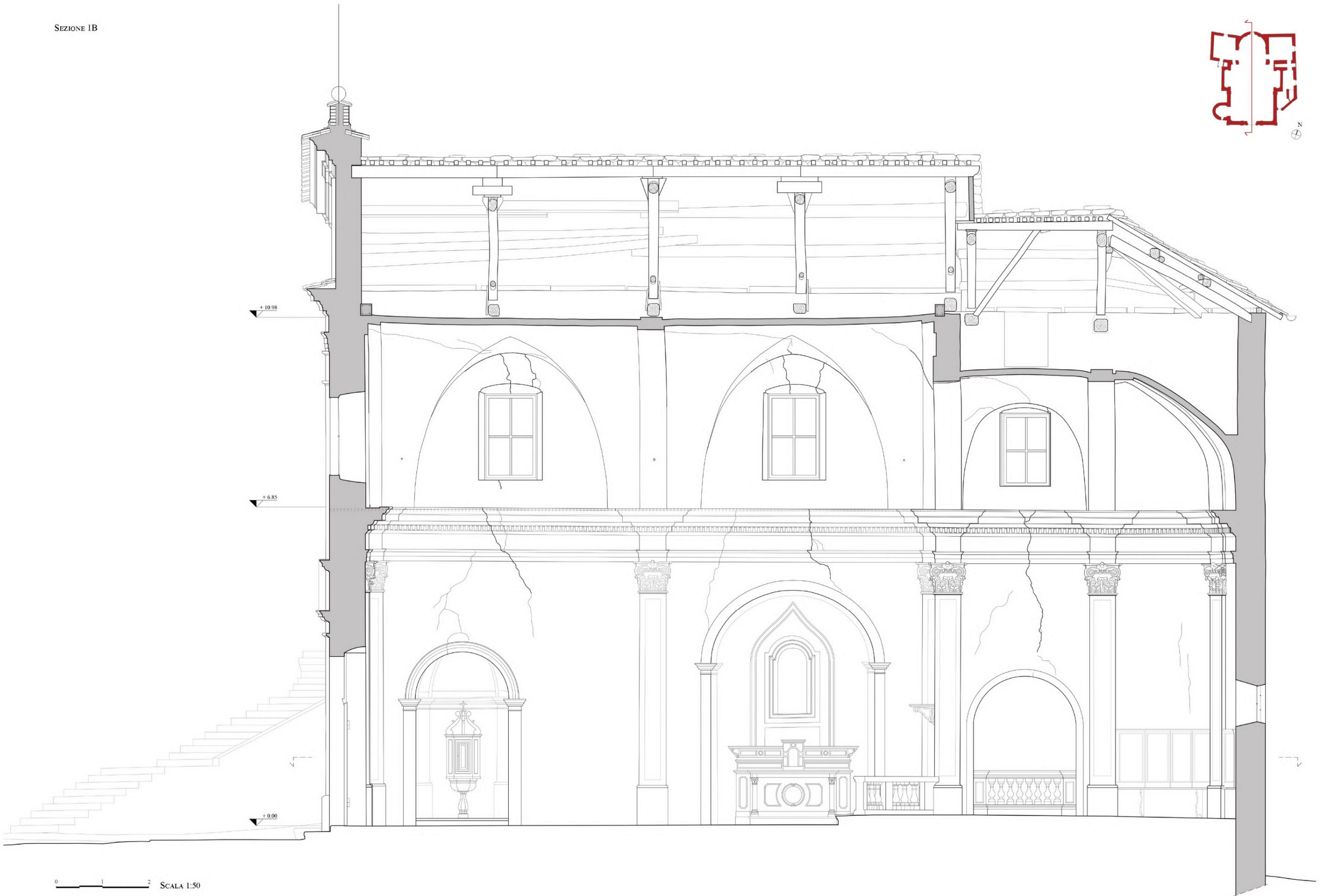
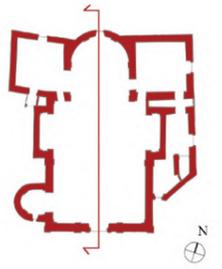
SPACCATO ASSONOMETRICO DEL PRESBITERIO
FUORI SCALA



PARTICOLARE DELLE BALAUSTRATE LAPIDEE DEL PRESBITERIO
SCALA 1:10

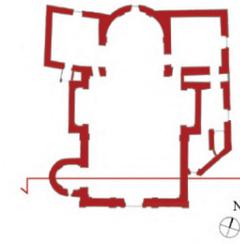




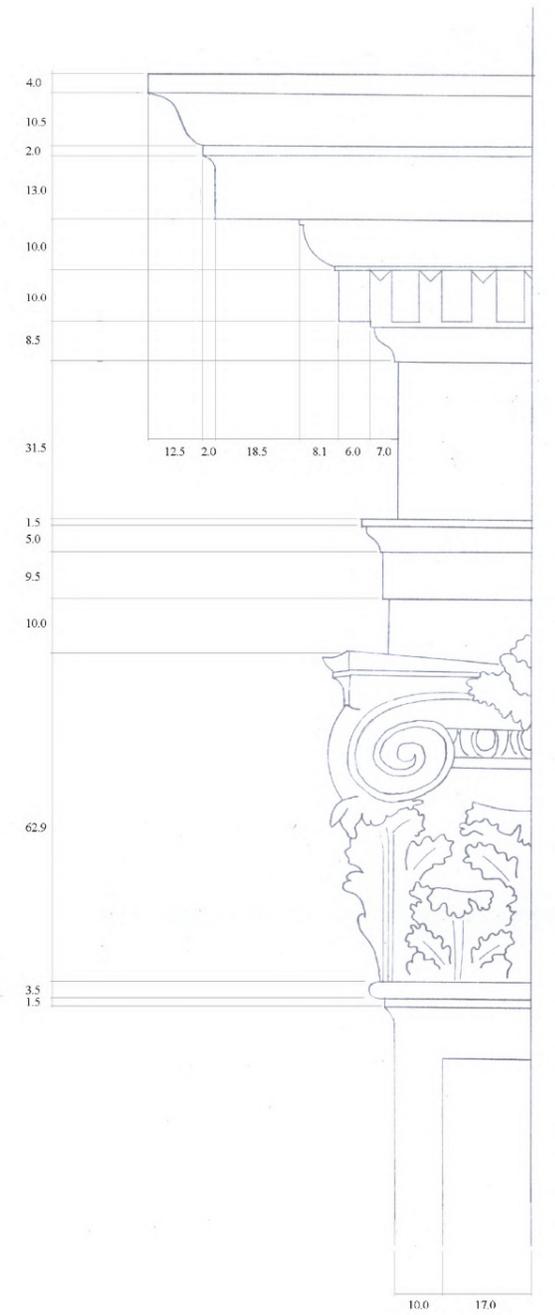


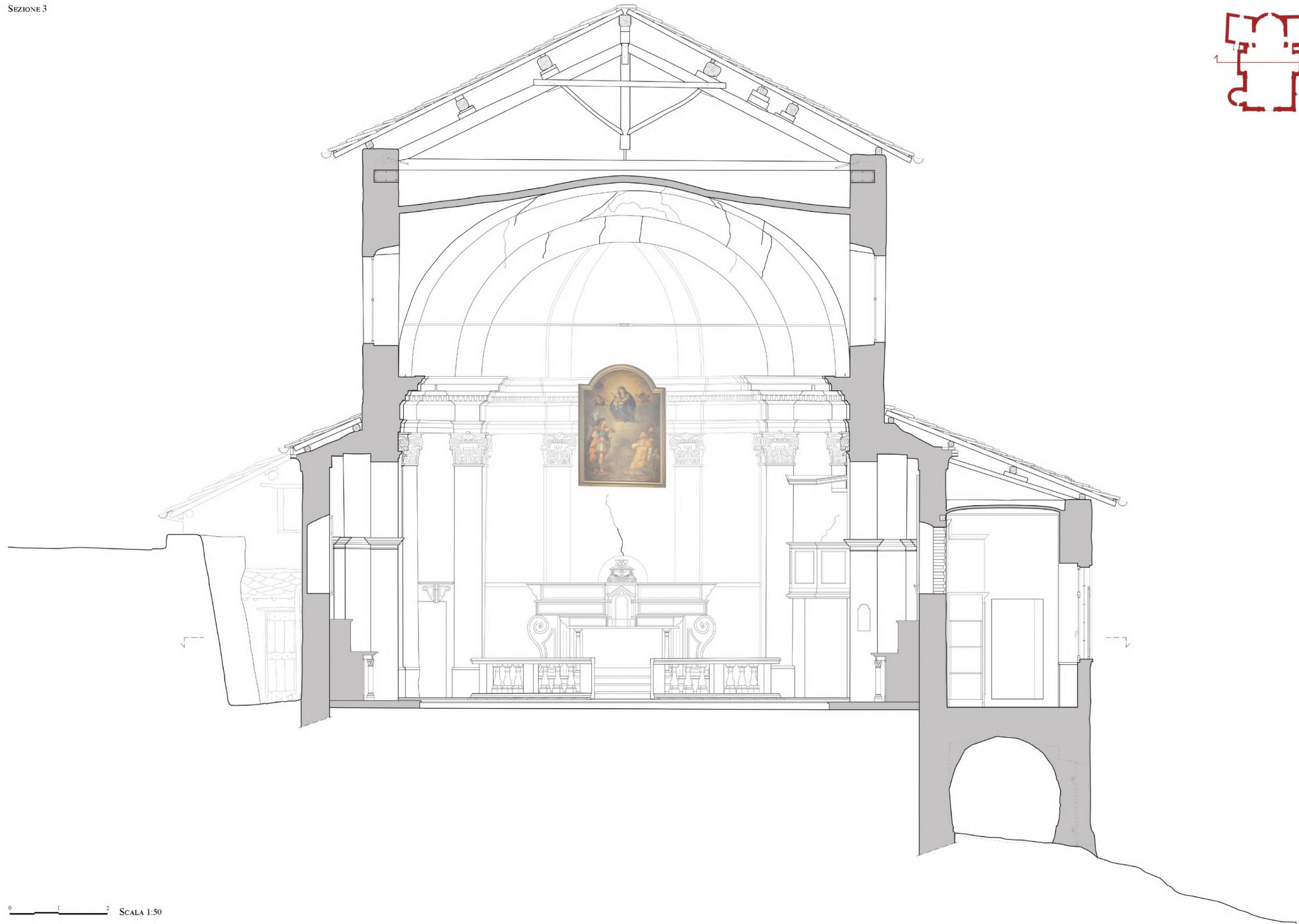
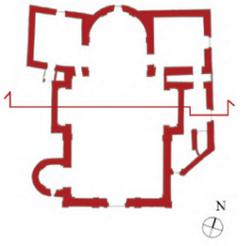
0 1 2 SCALA 1:50





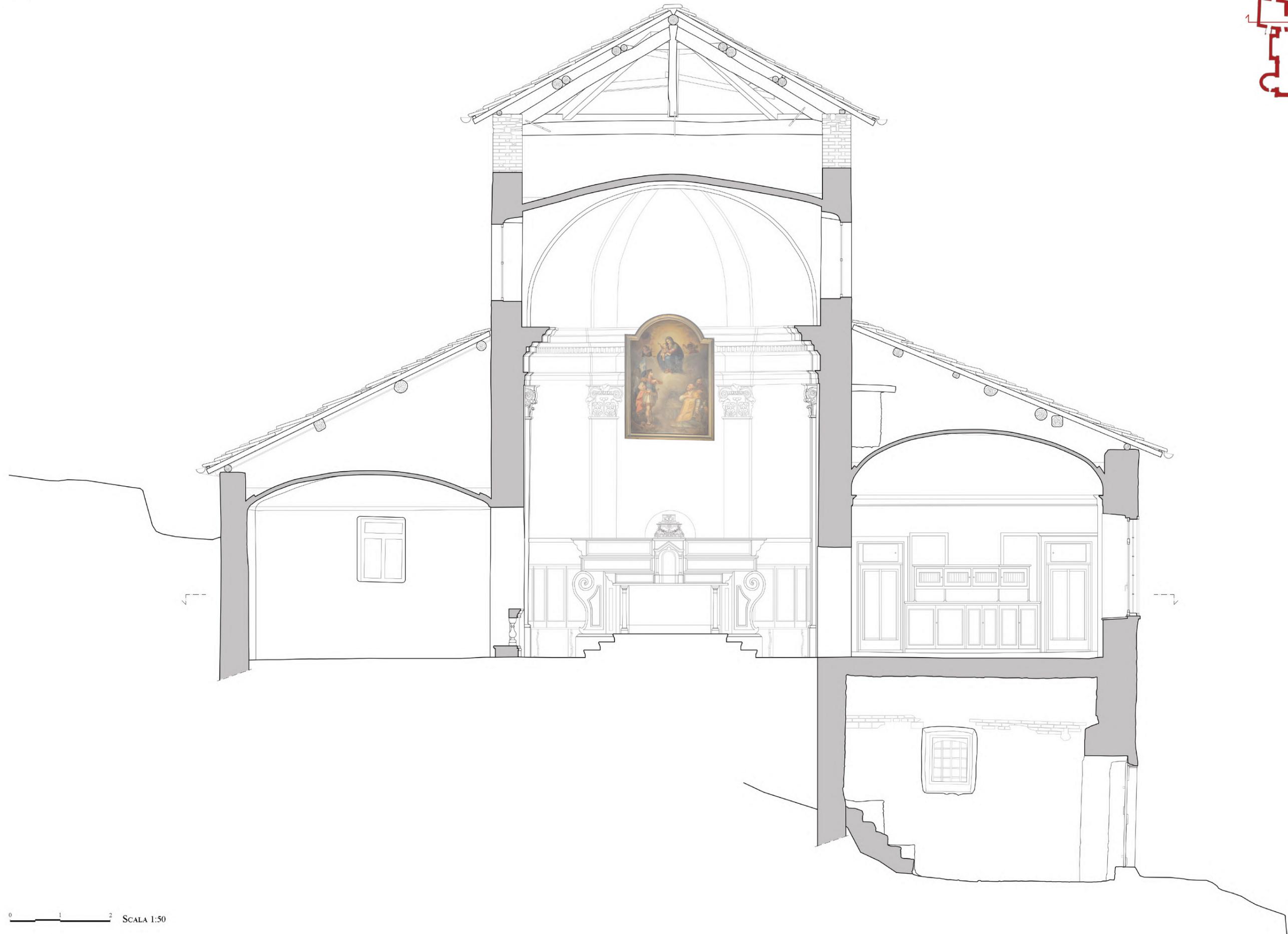
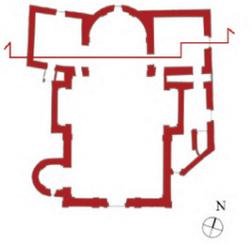
Disegno realizzato dagli autori





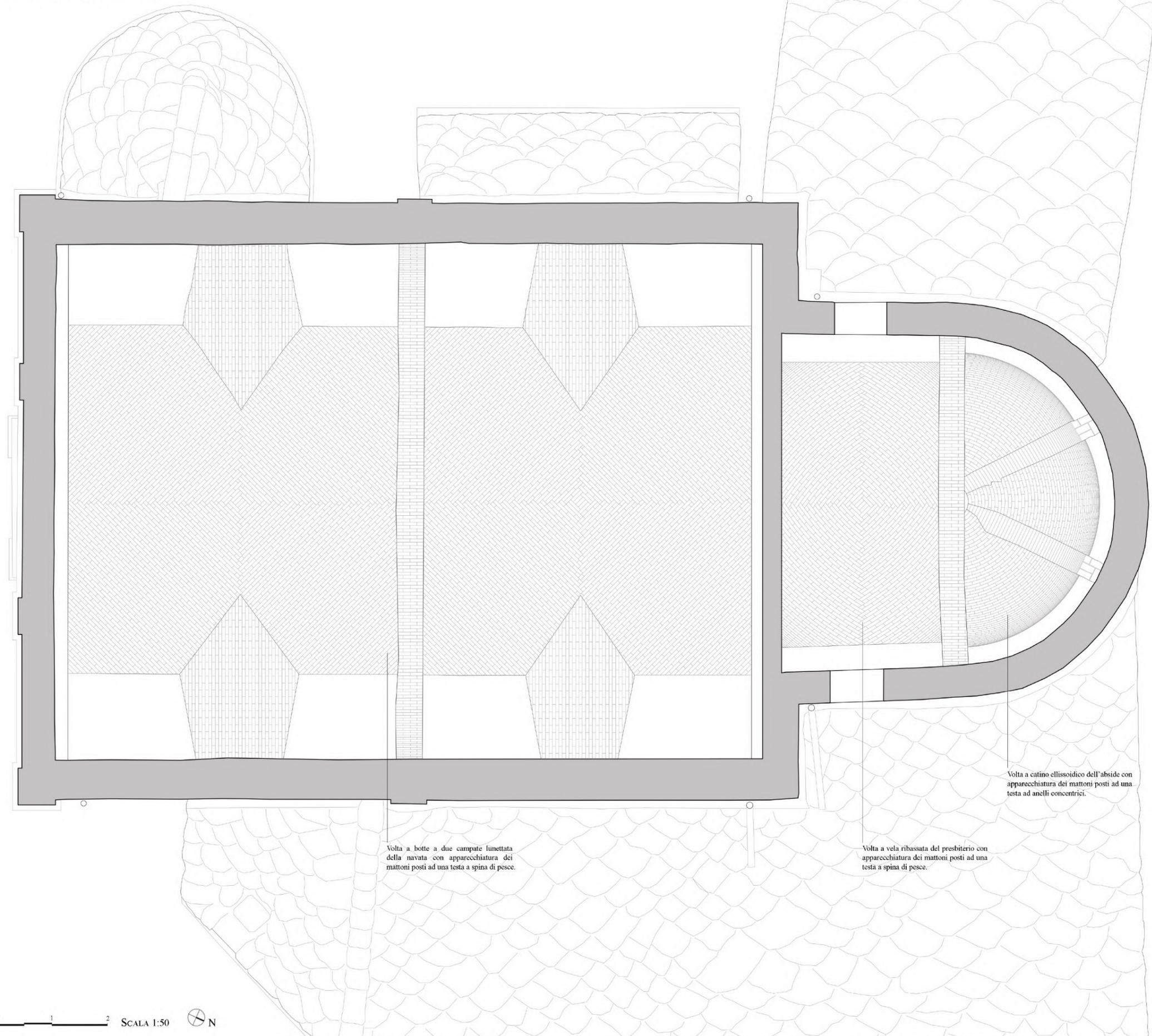
0 1 2 SCALA 1:50





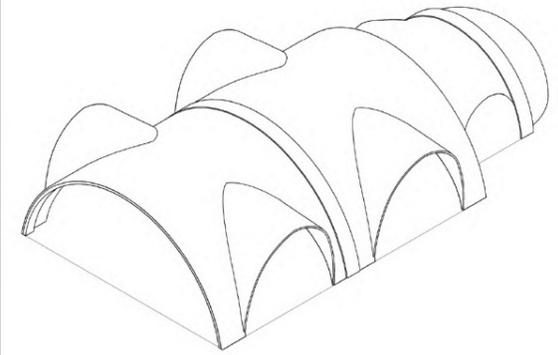
0 1 2 SCALA 1:50



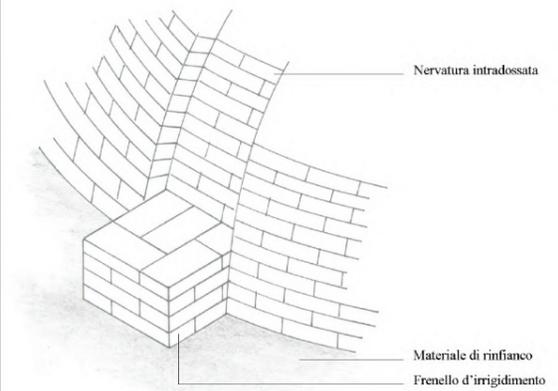


0 1 2 SCALA 1:50 

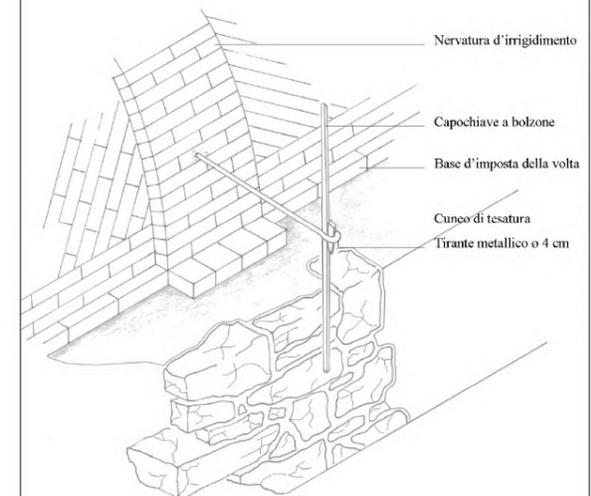
SCHEMA ASSONOMETRICO DELLE STRUTTURE VOLTATE DEL CORPO PRINCIPALE DELLA CHIESA FUORI SCALA



PARTICOLARE ASSONOMETRICO DELLA VOLTA A CATINO ELLISSOIDICO FUORI SCALA
Disegno realizzato dagli autori



PARTICOLARE ASSONOMETRICO DEL TIRANTE METALLICO PASSANTE NELLA NERVATURA DELLA VOLTA A BOTTE FUORI SCALA
Disegno realizzato dagli autori



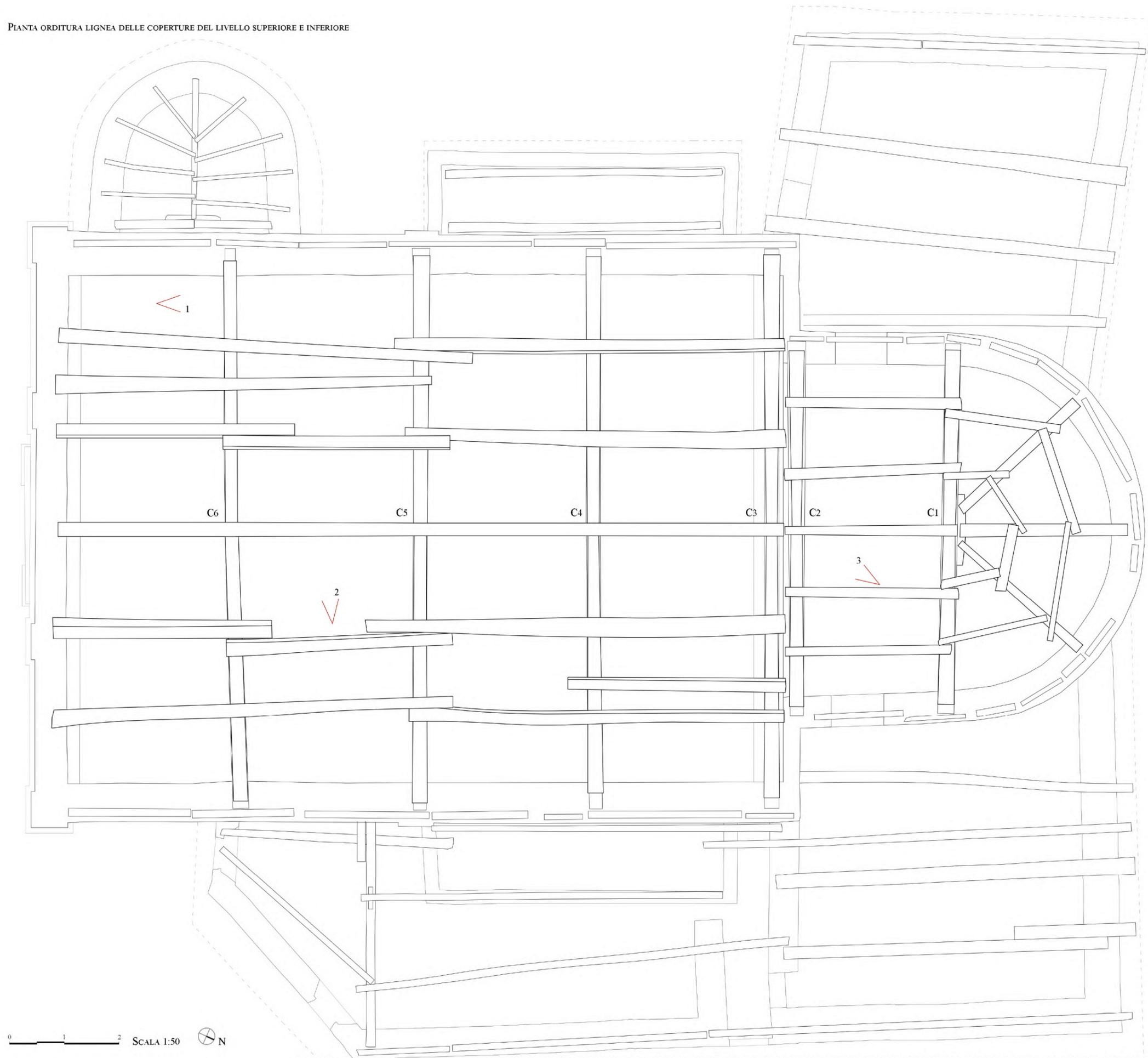


Foto 1 Successione delle capriate palladiane della navata



Foto 2 Orditura lignea della falda Ovest tra le capriate C6 e C5.

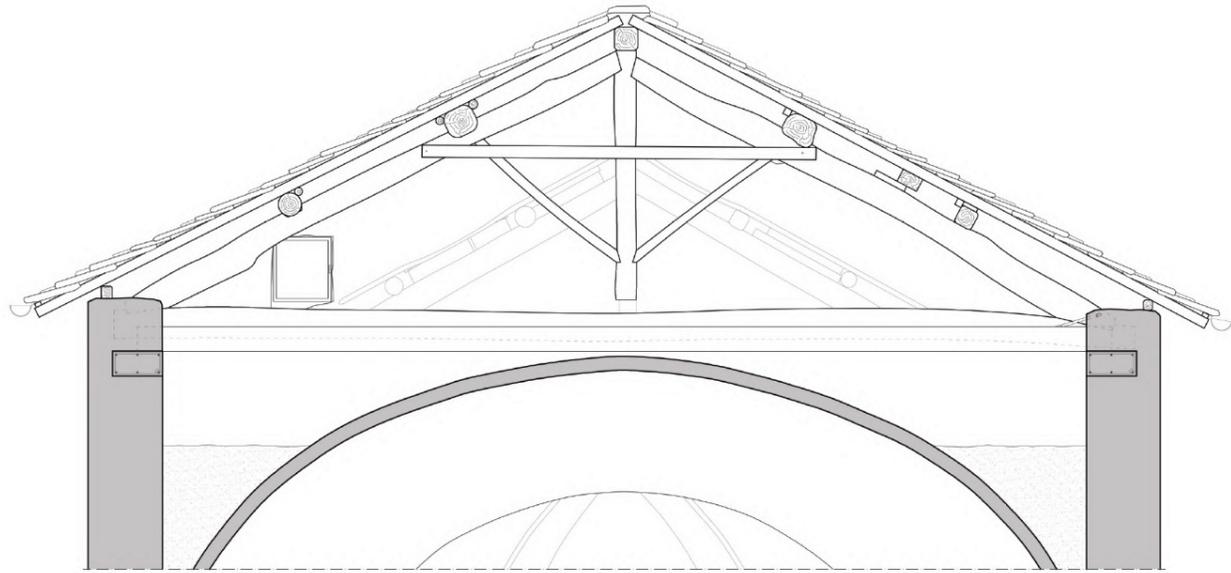


Foto 3 Accostamento delle capriate tra il presbiterio e la navata.

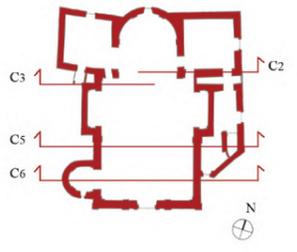
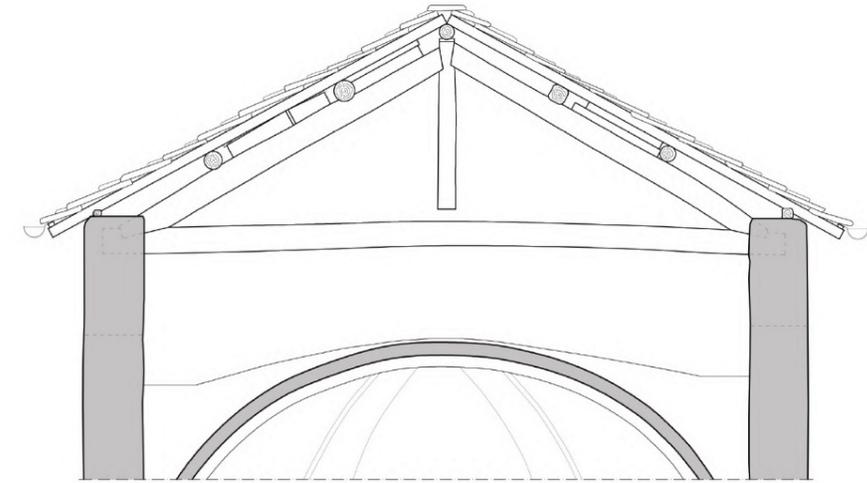
0 1 2 SCALA 1:50



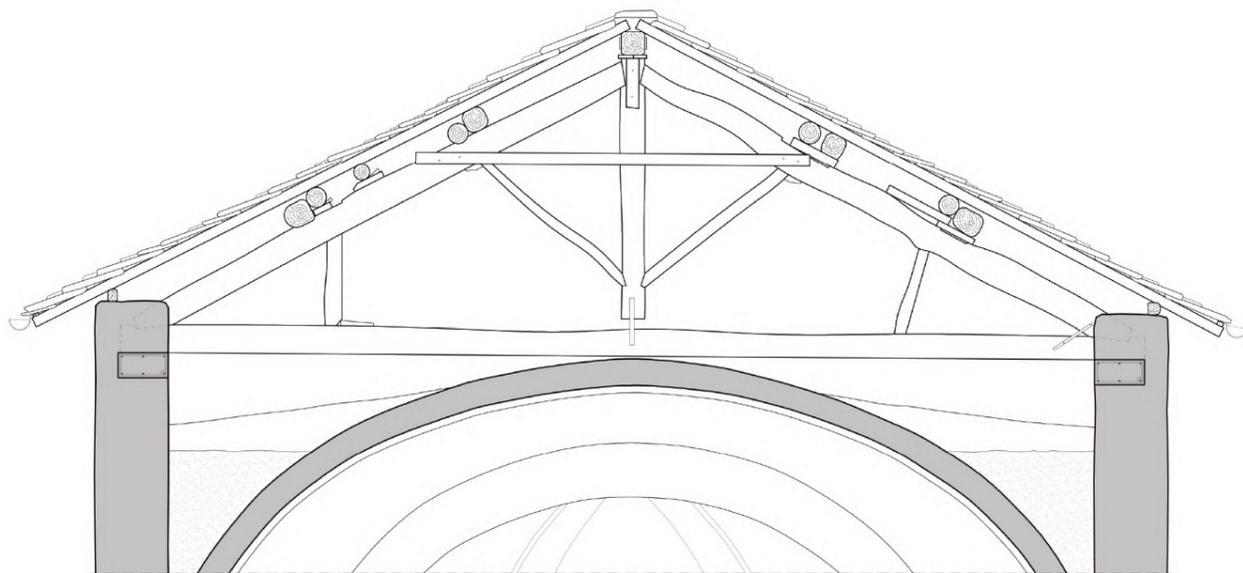
SEZIONE C3



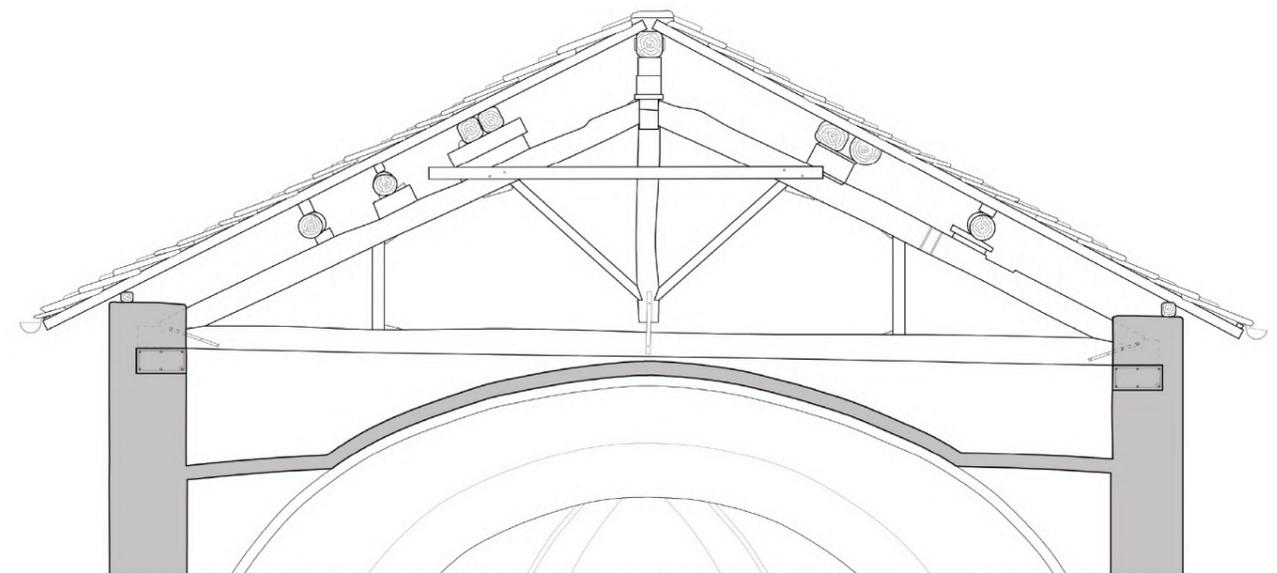
SEZIONE C2



SEZIONE C5

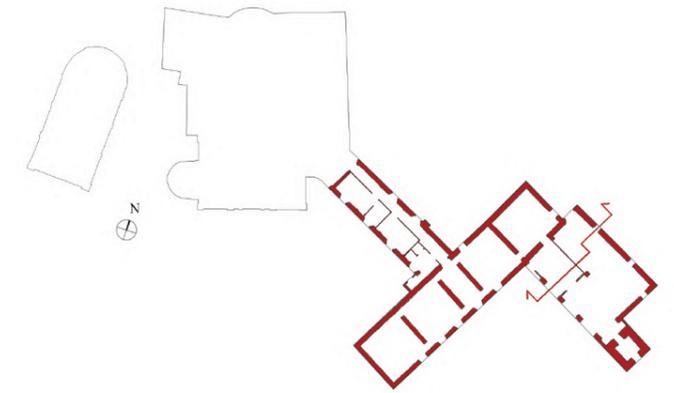
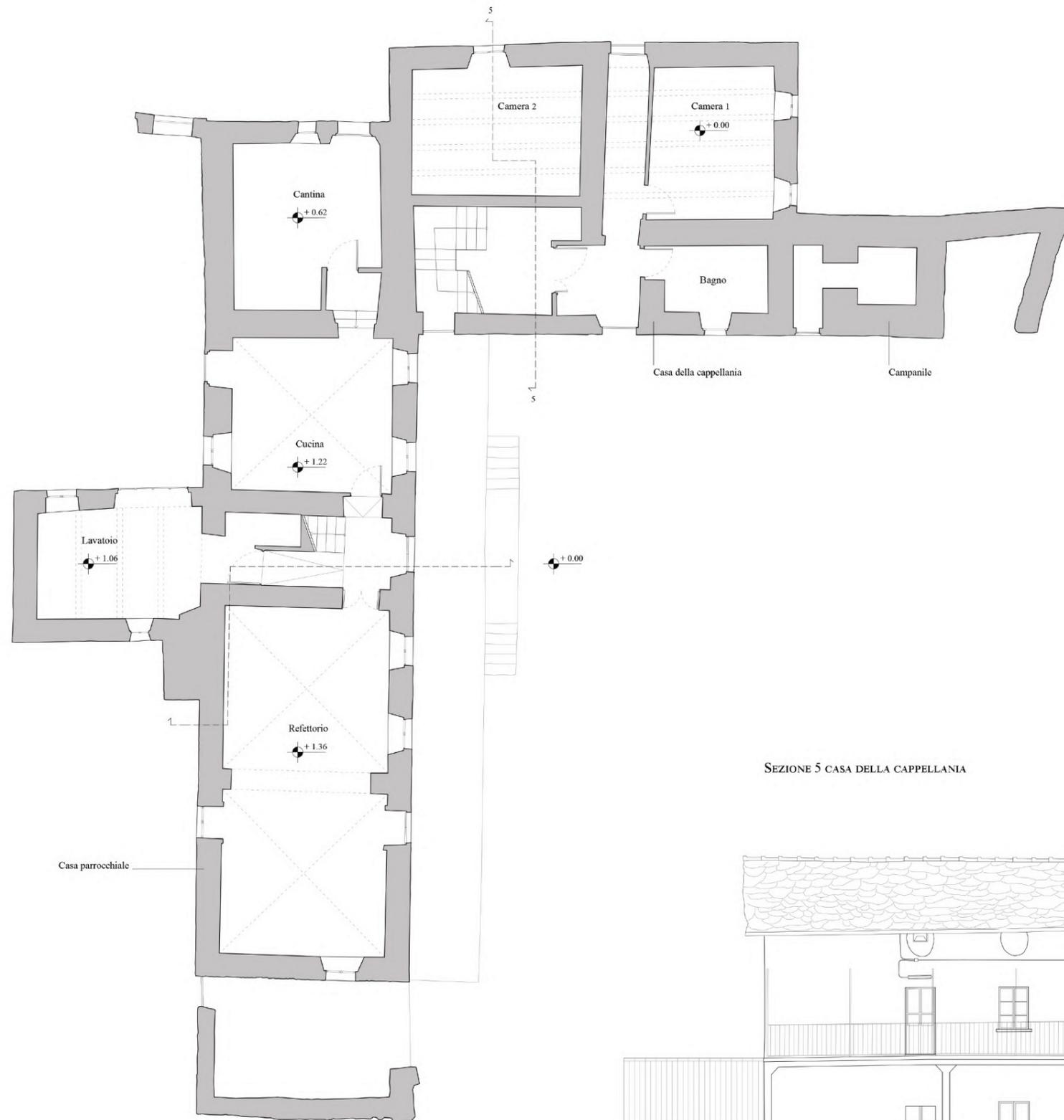


SEZIONE C6



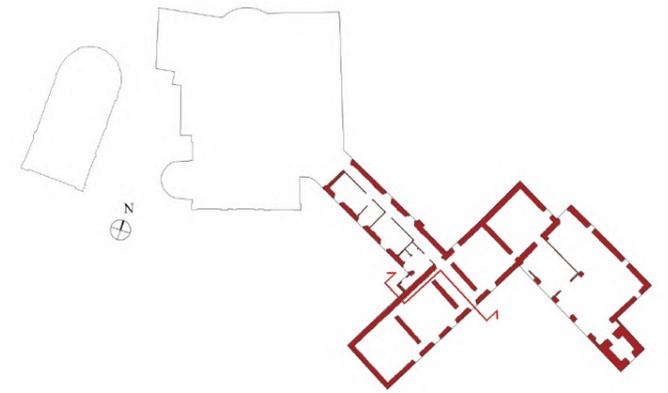
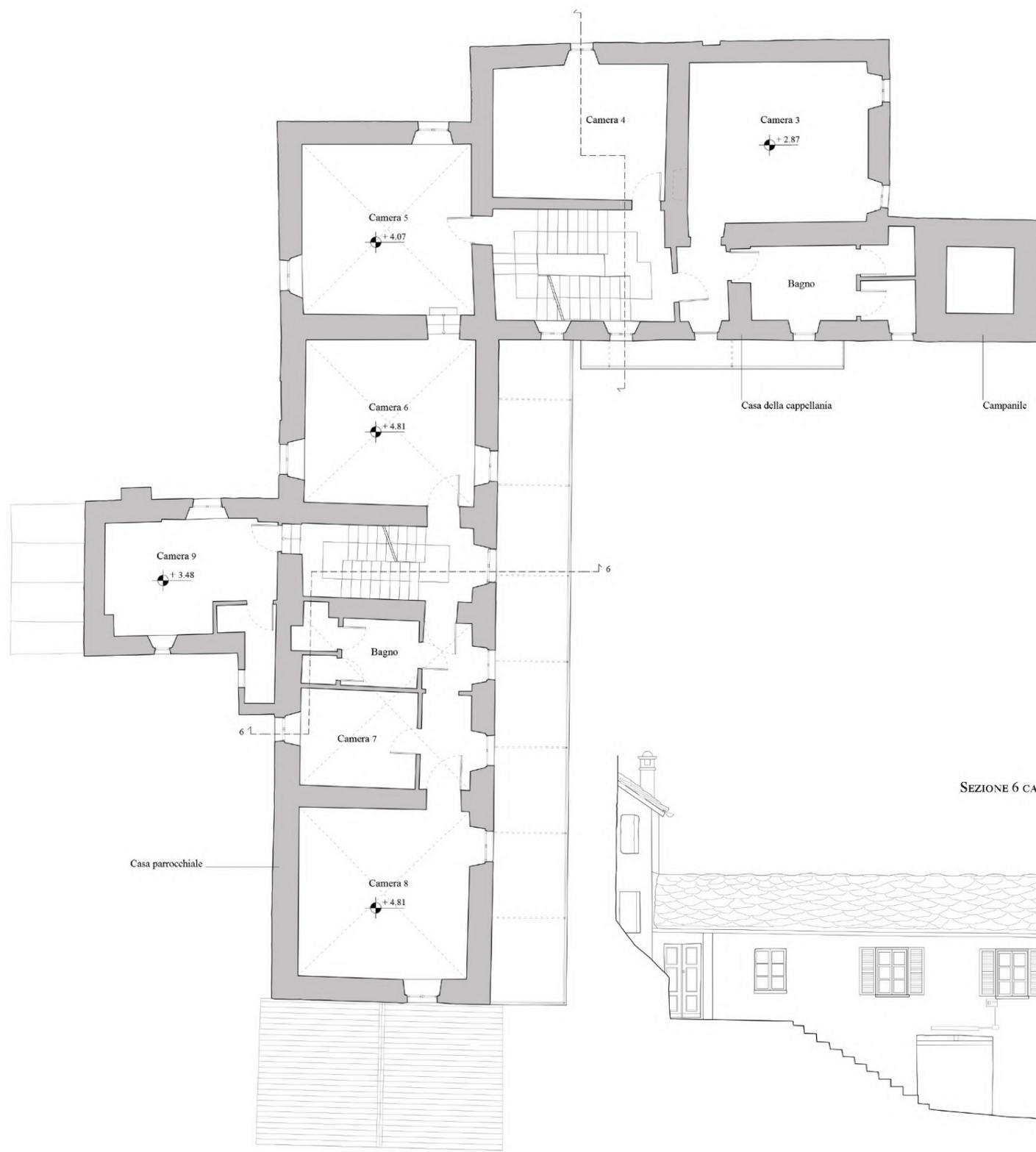
0 1 2 SCALA 1:50



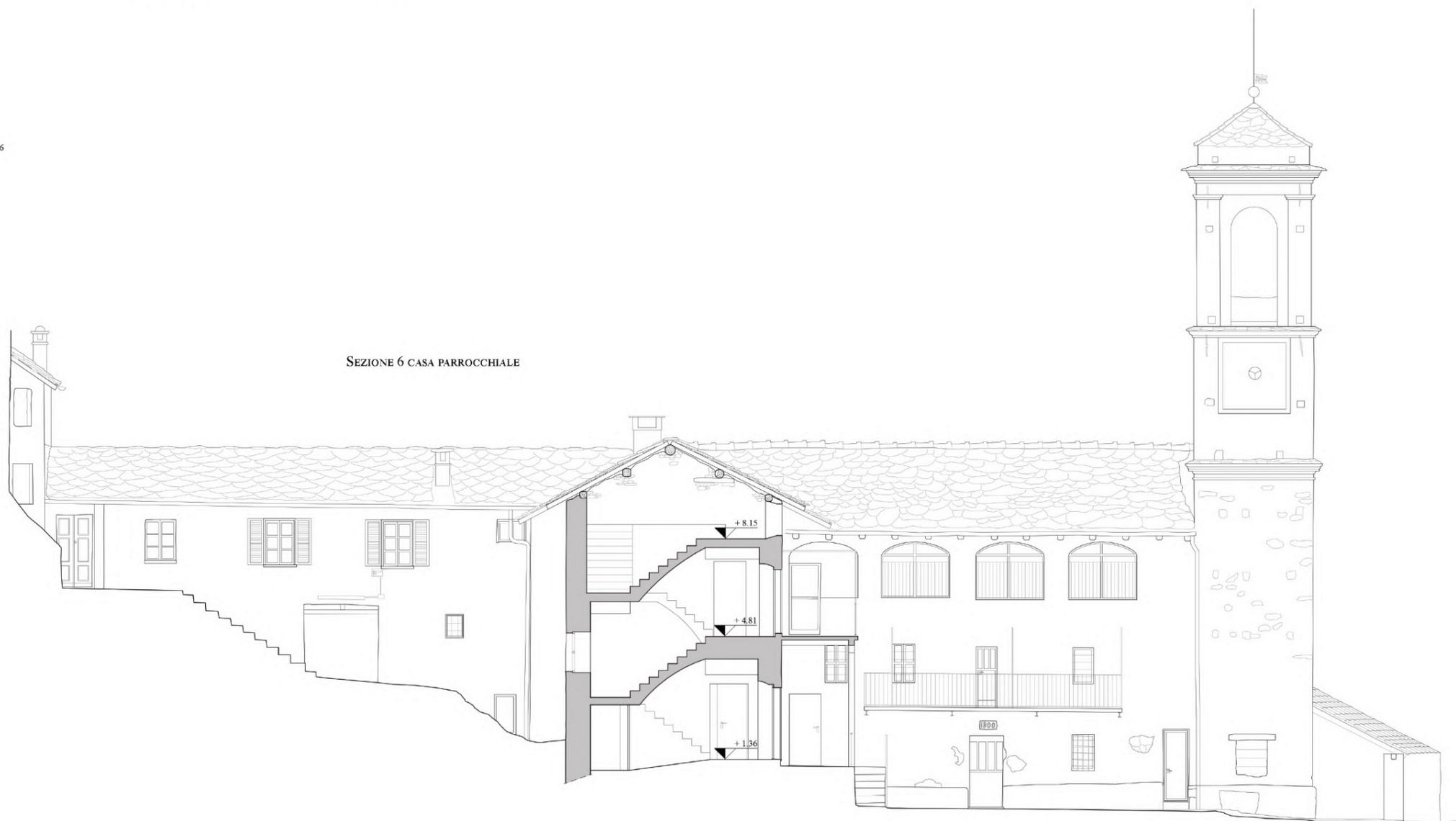


SEZIONE 5 CASA DELLA CAPPELLANIA



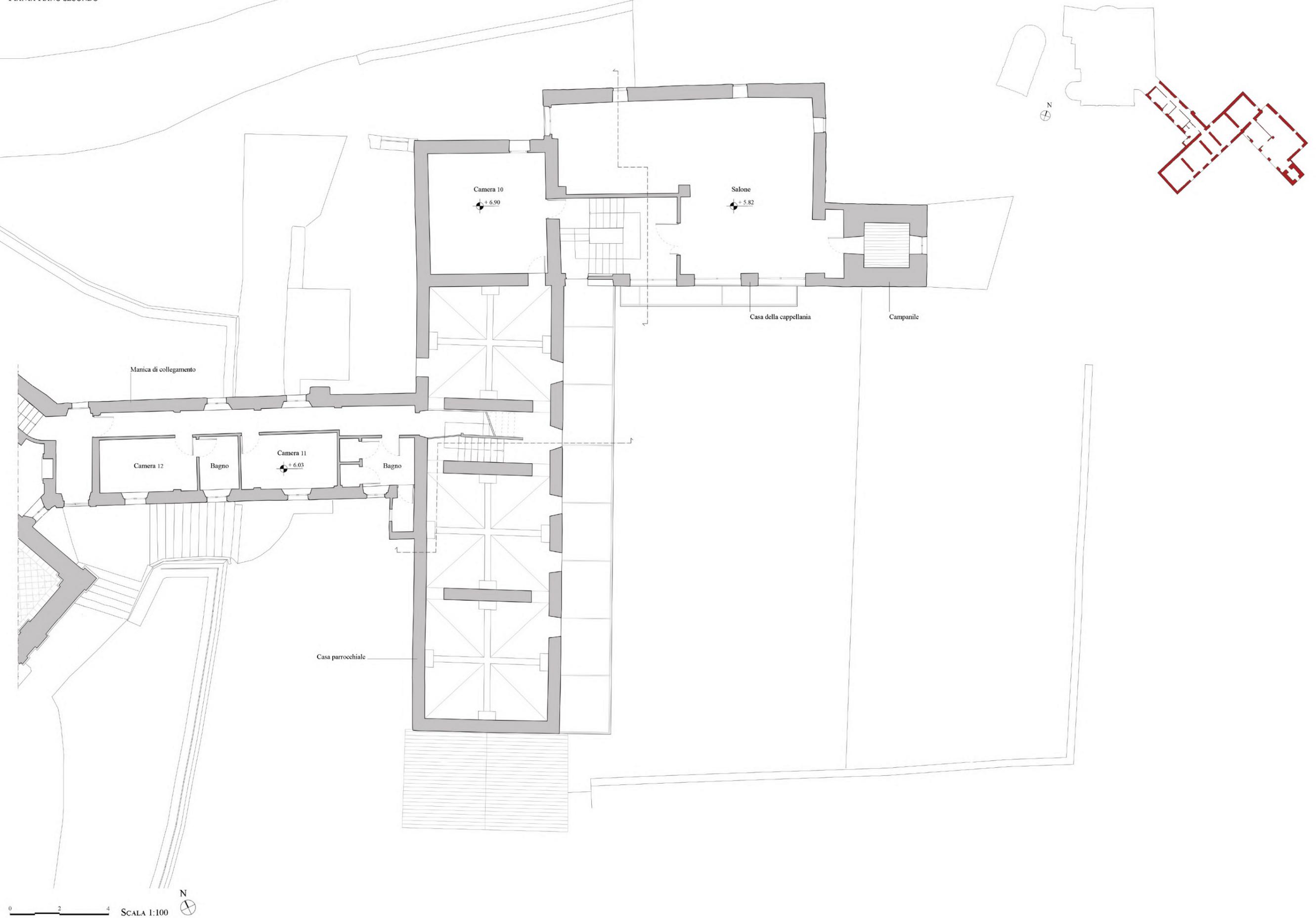


SEZIONE 6 CASA PARROCCHIALE



0 2 4 SCALA 1:100





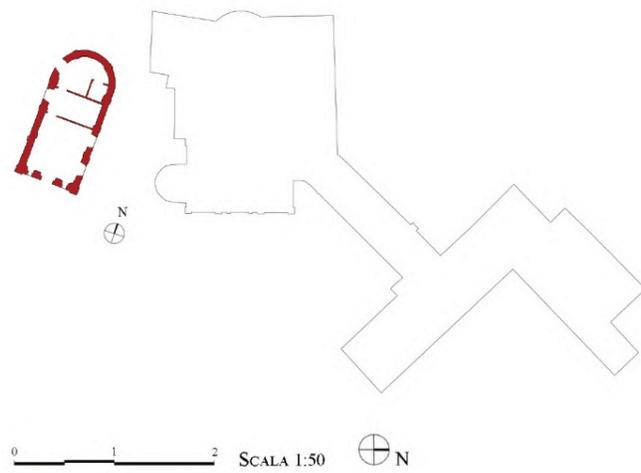
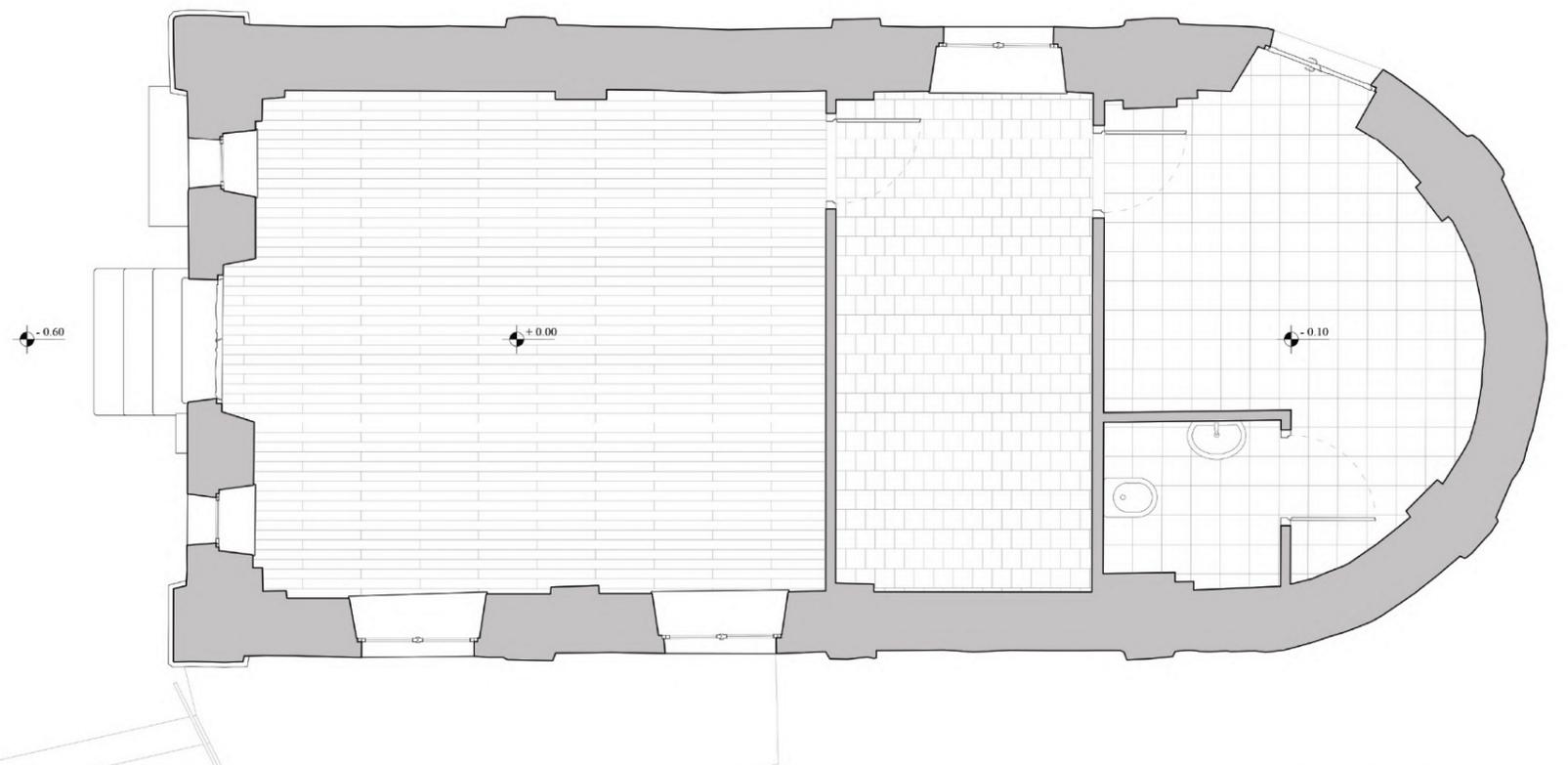
PROSPETTO SUD



PROSPETTO EST



PIANTA DELL'INTERNO



PROSPETTO - ORTOFOTO NORD
FUORI SCALA



CAMPIONE 1_PARAMENTO MURARIO ESTERNO DELLA SACRESTIA



FORMA E DIMENSIONE: Muratura in pietra grezza di granulometria non molto differenziata. Gli elementi maggiori, hanno dimensioni di circa 50x10 - 35 x15 cm.

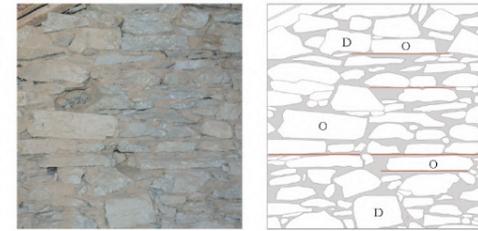
DISPOSIZIONE: le pietre che presentano dimensioni maggiori sono disposte con scansione abbastanza irregolare sia di fascia - ortostati(O) che di punta - diatoni (D), con giunti non sempre sfalsati

RIPIANAMENTI: il paramento murario è organizzato secondo filari orizzontali parziali a scansione irregolare, sono evidenti ripianamenti del letto di posa in corrispondenza delle buche portate (non presenti nel campione analizzato).

RINZEPPATURE: scarsa percentuale di pietre di piccole dimensioni, ciò riduce la qualità dell'apparecchiatura muraria.

MALTA: l'elevata quantità di malta tra i giunti ciò ha favorito la formazione di più lesioni tra gli elementi lapidei.

CAMPIONE 2_PARAMENTO MURARIO INTERNO DELLA STANZA OVEST



FORMA E DIMENSIONE: Muratura in pietra grezza di granulometria sufficientemente differenziata. I blocchi lapidei maggiori, hanno dimensioni di circa 45x12 - 20x15 cm.

DISPOSIZIONE: le pietre che presentano dimensioni maggiori sono disposte con scansione irregolare sia di fascia (O) che di punta (D), con giunti abbastanza regolari.

RIPIANAMENTI: il paramento murario è organizzato secondo filari orizzontali parziali a scansione irregolare, non sono evidenti spianamenti del letto di posa.

RINZEPPATURE: buona percentuale di pietre di piccole dimensioni disposte quasi sempre in modo tale da migliorare l'ingranamento di quelle maggiori.

MALTA: quantità di malta tra i giunti equilibrata in rapporto alla tessitura del paramento murario.

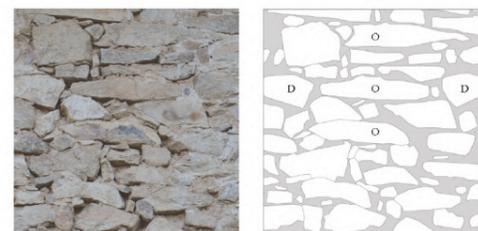
PROSPETTO - ORTOFOTO SUD
FUORI SCALA



PROSPETTO - ORTOFOTO EST
FUORI SCALA



CAMPIONE 3_PARAMENTO MURARIO ESTERNO DEL CORRIDOIO DELLA SACRESTIA



FORMA E DIMENSIONE: Muratura in pietra grezza di granulometria sufficientemente differenziata. I blocchi lapidei maggiori, hanno dimensioni di circa 50x10 - 25x20 cm.

DISPOSIZIONE: le pietre che presentano dimensioni maggiori sono disposte con scansione irregolare sia di fascia (O) che di punta (D), con giunti sempre sfalsati a discapito di una buona ammassatura tra le stesse.

RIPIANAMENTI: il paramento murario non è organizzato secondo filari orizzontali, non sono evidenti spianamenti del letto di posa.

RINZEPPATURE: buona percentuale di pietre di piccole dimensioni disposte raramente in modo tale da migliorare l'ingranamento di quelle maggiori.

MALTA: la malta tra i giunti è stata in gran parte disgregata dall'azione di dilavamento dell'acqua.

CAMPIONE 4_PARAMENTO MURARIO ESTERNO DEL PRESBITERIO



FORMA E DIMENSIONE: Muratura in pietra grezza di granulometria scarsamente differenziata con prevalenza di blocchi di media dimensione 35x15cm.

DISPOSIZIONE: Le pietre che presentano dimensioni maggiori sono disposte abbastanza casualmente nel paramento murario, rendendo difficile la distinzione tra diatoni e ortostati, con giunti quasi sempre sfalsati.

RIPIANAMENTI: il paramento murario è organizzato secondo filari orizzontali parziali a scansione irregolare, non sono evidenti spianamenti del letto di posa.

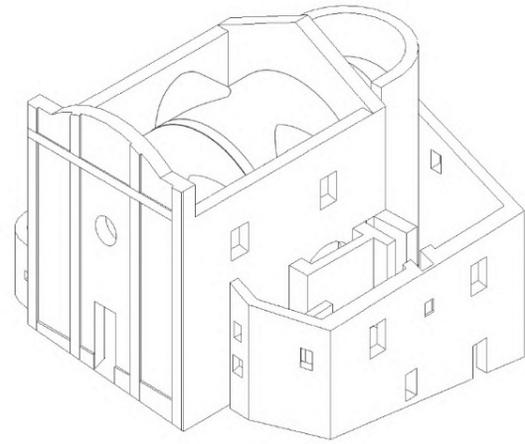
RINZEPPATURE: elevata percentuale di pietre di piccole dimensioni e cocci in laterizio distribuiti tra le pietre maggiori in porzioni più o meno estese non migliorando l'ingranamento tra le stesse, condizione che riduce la qualità della tessitura muraria.

MALTA: l'elevata percentuale di pietre di piccole dimensioni determina di conseguenza un'elevata quantità di malta tra i giunti.

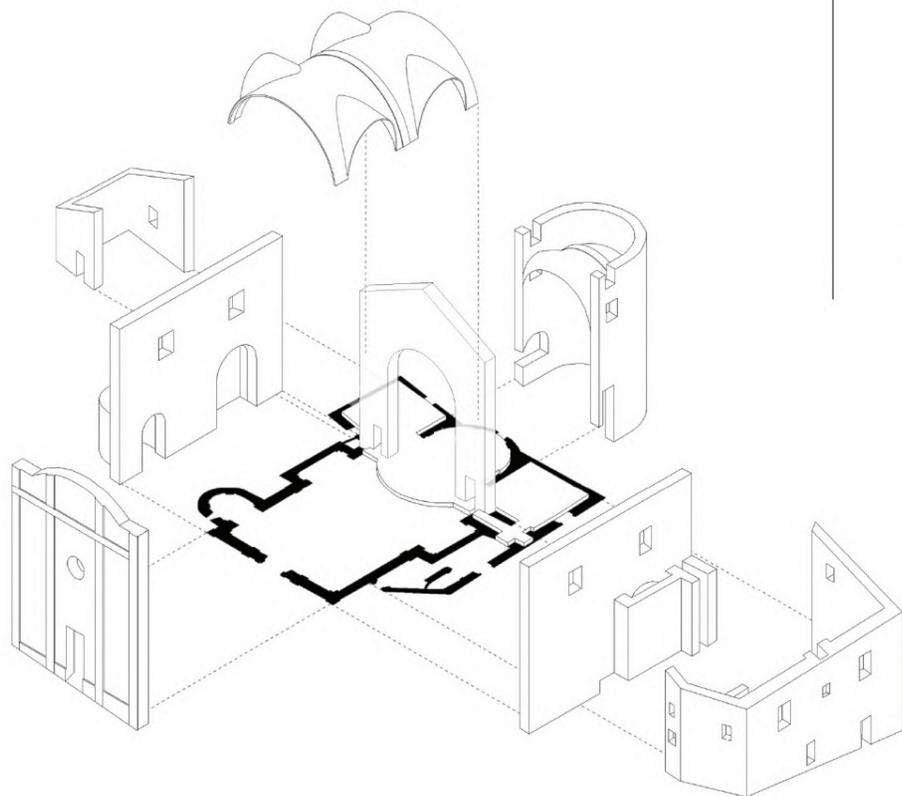
PROSPETTO - ORTOFOTO OVEST
FUORI SCALA



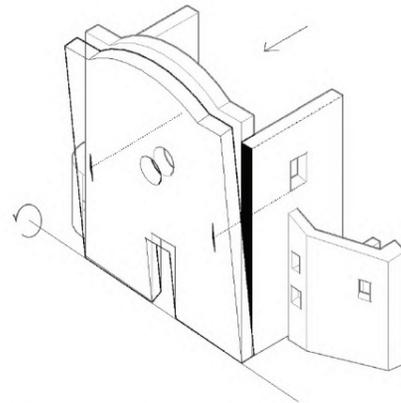
MODELLO ASSONOMETRICO DEL VOLUME DELLA CHIESA



ESPLOSO ASSONOMETRICO - SUDDIVISIONE PER MACROELEMENTI

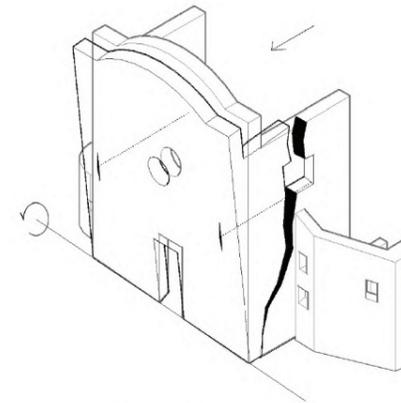


I MODO DI DANNO



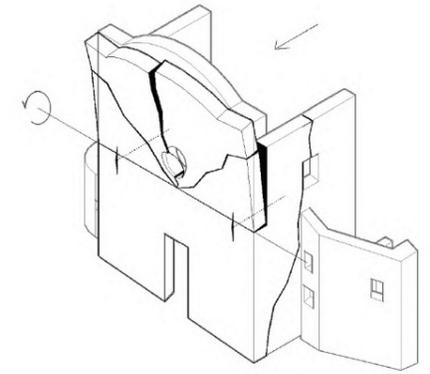
MECCANISMO LOCALE DI DANNO A

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano dell'intera facciata attorno ad una cerniera orizzontale posta sullo spigolo di base. Tale meccanismo presuppone il venir meno dell'efficacia dei vincoli esistenti costituiti dalle catene metalliche e dall'immorsatura con le pareti laterali.



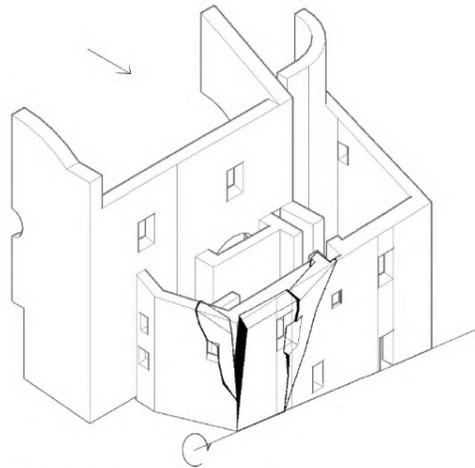
MECCANISMO LOCALE DI DANNO B

Si ipotizza la rotazione fuori piano dell'intera facciata, attorno ad una cerniera orizzontale posta sullo spigolo di base, con trascinamento delle pareti laterali fino alle lesioni rilevate. Tale meccanismo, dedotto dall'analisi del quadro fessurativo, presuppone il venir meno dell'efficacia del vincolo costituito dalle catene metalliche (o un'eccessiva deformazione elastica di quest'ultime).



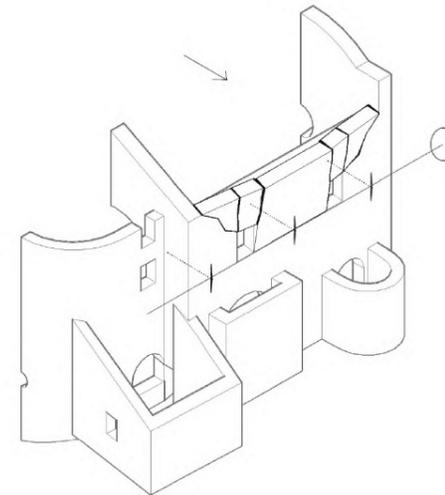
MECCANISMO LOCALE DI DANNO C

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano della parte sommitale della facciata attorno ad una cerniera orizzontale posta alla quota delle catene metalliche. Il meccanismo potrebbe evolvere con la rottura per flessione orizzontale della parte centrale. Tale meccanismo presuppone il venir meno dell'efficacia del vincolo esistente, costituito dalle connessioni tra le pareti.



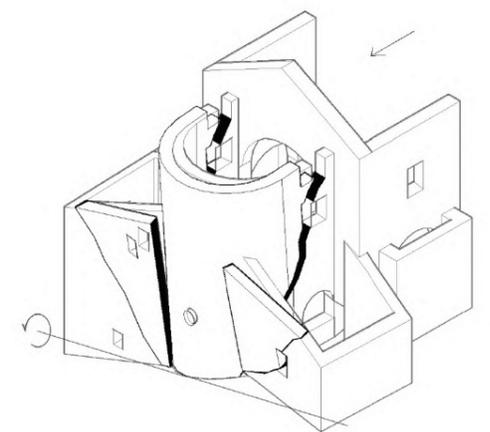
MECCANISMO LOCALE DI DANNO F

Si ipotizza la rotazione fuori dal piano della parte centrale della parete rivolta ad est, attorno ad una cerniera orizzontale posta alla base dello stesso. Tale meccanismo presuppone il venir meno dell'efficacia dei vincoli esistenti, costituiti esclusivamente dalle deboli connessioni tra le pareti. L'azione spingente della copertura, in corrispondenza dell'angolata, porta il meccanismo ad aggravarsi ulteriormente con la formazione di lesioni oblique passanti per i punti di discontinuità e convergenti alla base del pannello centrale. Tali lesioni causano la rotazione fuori dal piano delle parti murarie lungo l'asse di rottura.



MECCANISMO LOCALE DI DANNO E

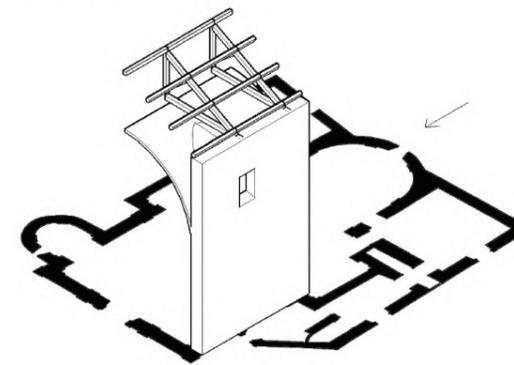
Si ipotizza la rotazione fuori dal piano della parte sommitale della parete, nel tratto tra le due aperture, attorno ad una cerniera orizzontale posta alla base delle aperture stesse, con sconnessioni laterali necessarie a ristabilire la congruenza geometrica del cinematico. Tale meccanismo presuppone l'inefficacia del vincolo costituito dal cardolo esistente, non connesso alla muratura sottostante.



MECCANISMO LOCALE DI DANNO D

Si ipotizza la rotazione del catino absidale per la parte delimitata dalle lesioni oblique che passano per le aperture sommitali. Tale meccanismo trascura il vincolo costituito dai corpi adiacenti che partecipano al movimento con il ribaltamento parziale attorno a cerniere (lesioni) diagonali.

II MODO DI DANNO

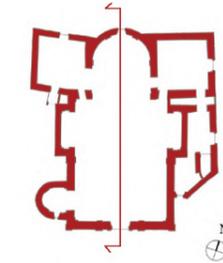
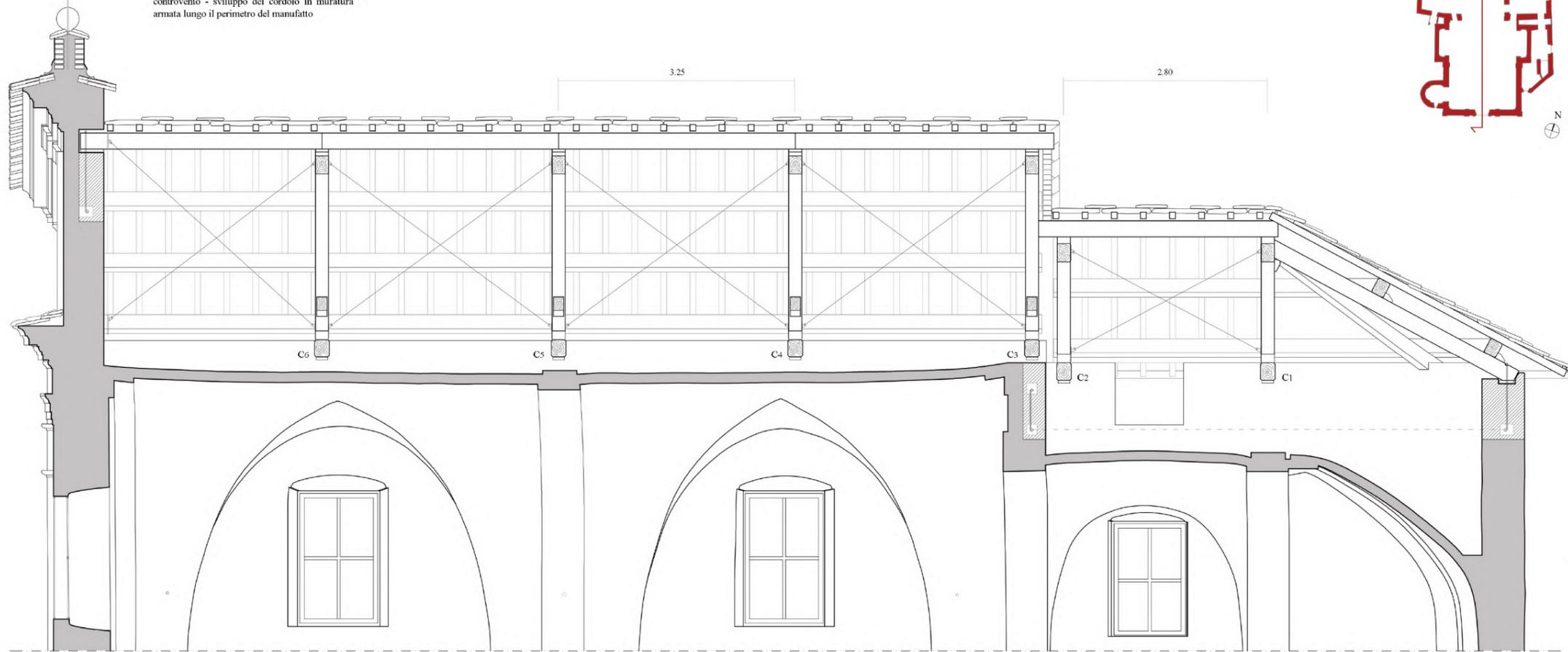


MECCANISMO LOCALE DI DANNO G - H

Il meccanismo di rottura viene verificato calcolando la resistenza a taglio per azioni nel piano delle pareti laterali Est e Ovest. Quest'ultime non vengono considerate nella loro estensione planimetrica totale (dalla facciata all'arco trionfale), ma è sufficiente verificare porzioni ridotte delle stesse prive di grandi aperture.

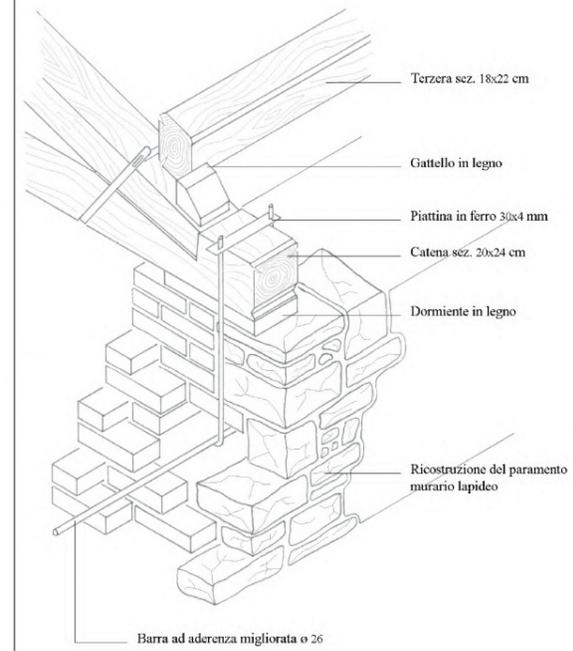
SEZIONE IA

Orditura primaria e secondaria con sistema di controvento - sviluppo del cordolo in muratura armata lungo il perimetro del manufatto

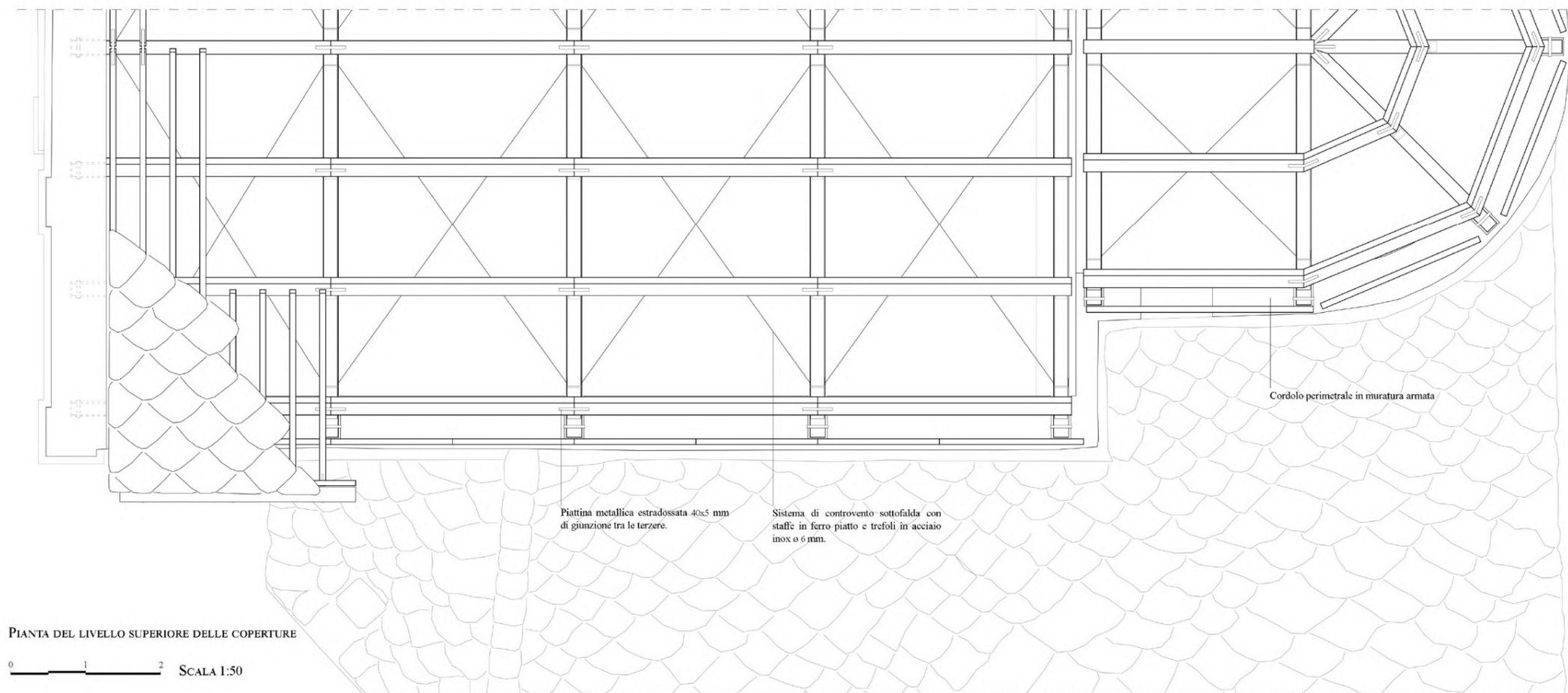
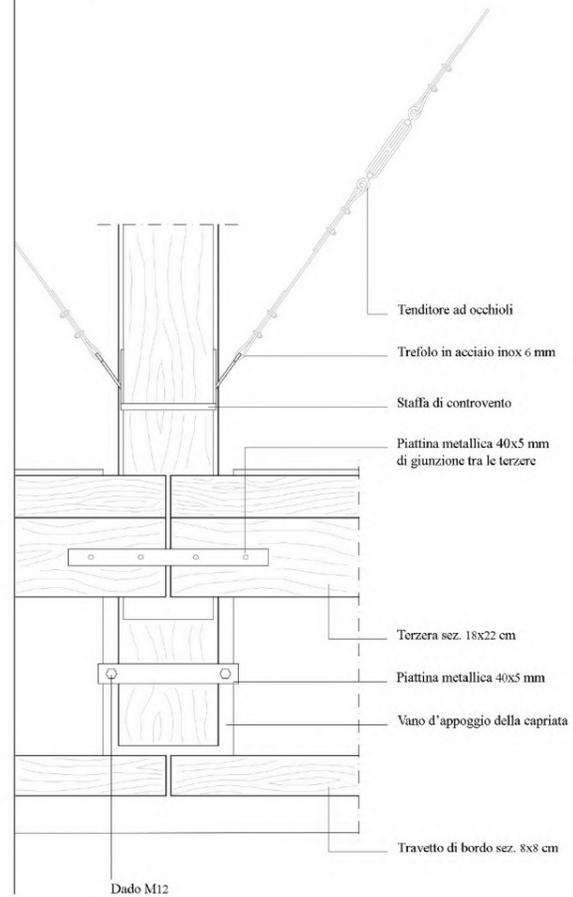


PARTICOLARE ASSONOMETRICO DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO DELLA CAPRIATA AL CORDOLO IN MURATURA ARMATA FUORI SCALA

Disegno realizzato dagli autori



PARTICOLARE IN PIANTA DELL'INNESTO DELLA CAPRIATA NEL CORDOLO IN MURATURA ARMATA
SCALA 1:10



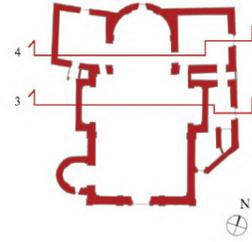
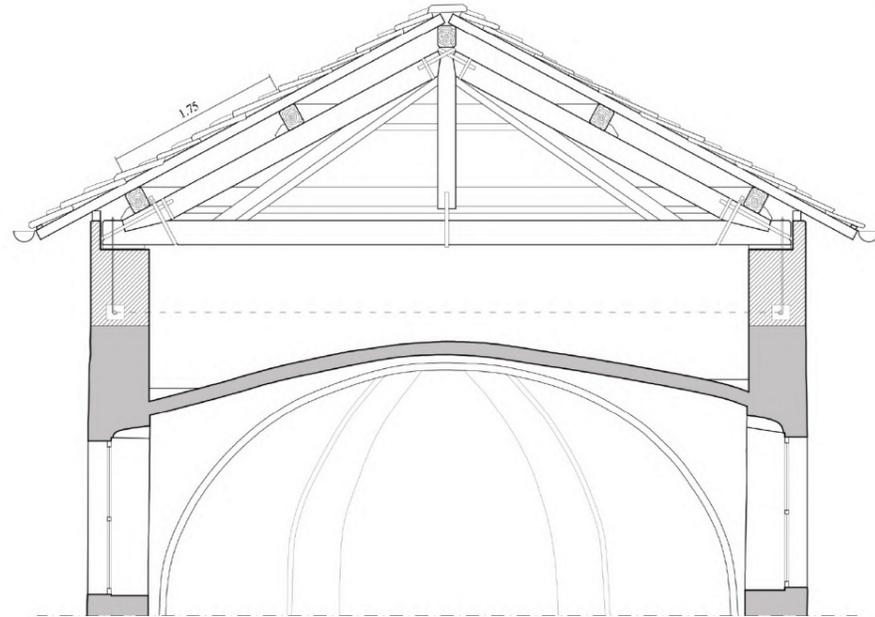
PIANTA DEL LIVELLO SUPERIORE DELLE COPERTURE

0 1 2 SCALA 1:50

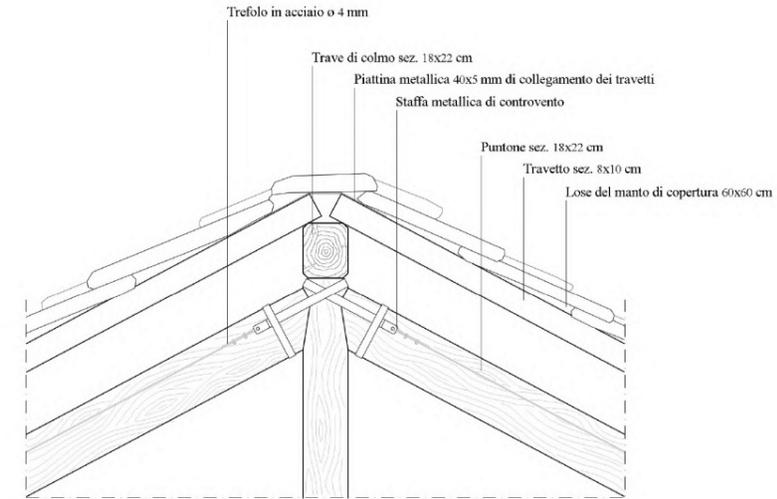


SEZIONE 4

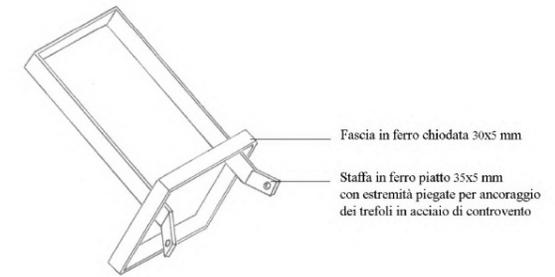
Intervento in copertura del presbiterio con capriata semplice connessa al cordolo perimetrale in muratura armata



PARTICOLARE CAPRIATA SEMPLICE DEL PRESBITERIO
NODO MONACO - PUNTONI

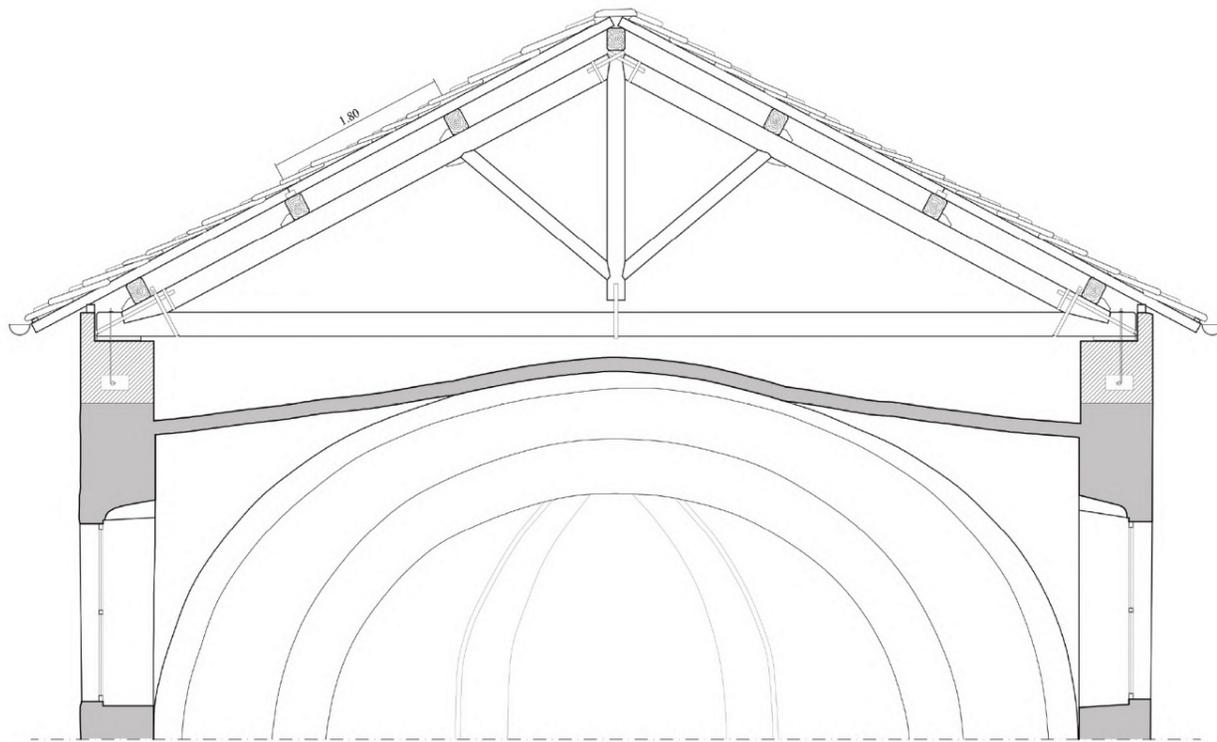


PARTICOLARE ASSONOMETRICO STAFFA PER CONTROVENTATURA
SCALA 1:10
Disegno realizzato dagli autori

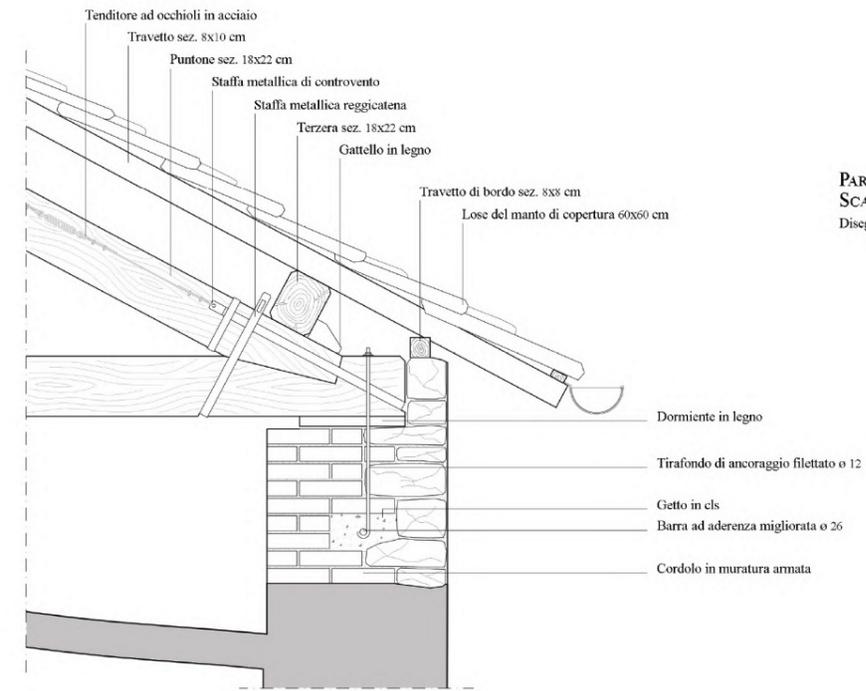


SEZIONE 3

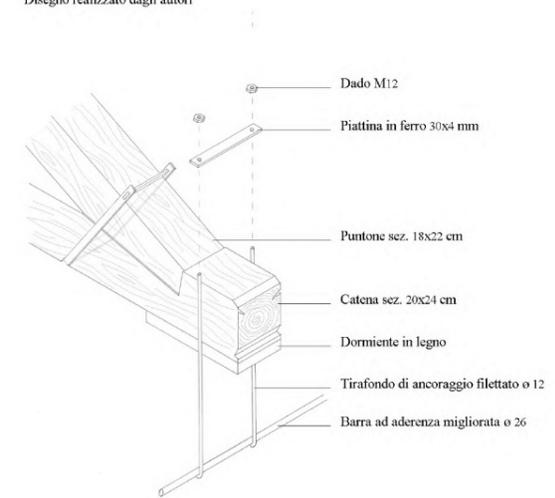
Copertura della navata - capriata palladiana C4 connessa al cordolo perimetrale



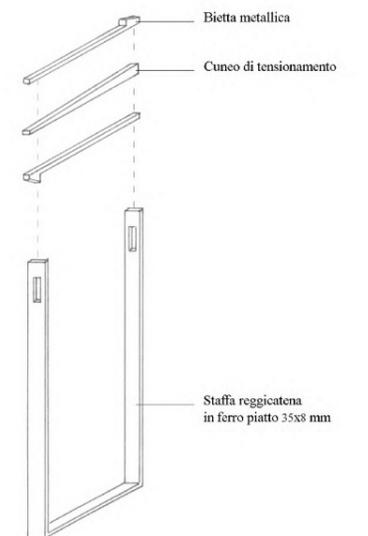
PARTICOLARE CAPRIATA PALLADIANA DELLA NAVATA
NODO CATENA - PUNTO



ESPLOSO ASSONOMETRICO DELLA CARPENTERIA METALLICA DI ANCORAGGIO DELLA CAPRIATA AL CORDOLO IN MURATURA ARMATA
FUORI SCALA
Disegno realizzato dagli autori



PARTICOLARE ASSONOMETRICO STAFFA DEL NODO CATENA - PUNTO
SCALA 1:10
Disegno realizzato dagli autori



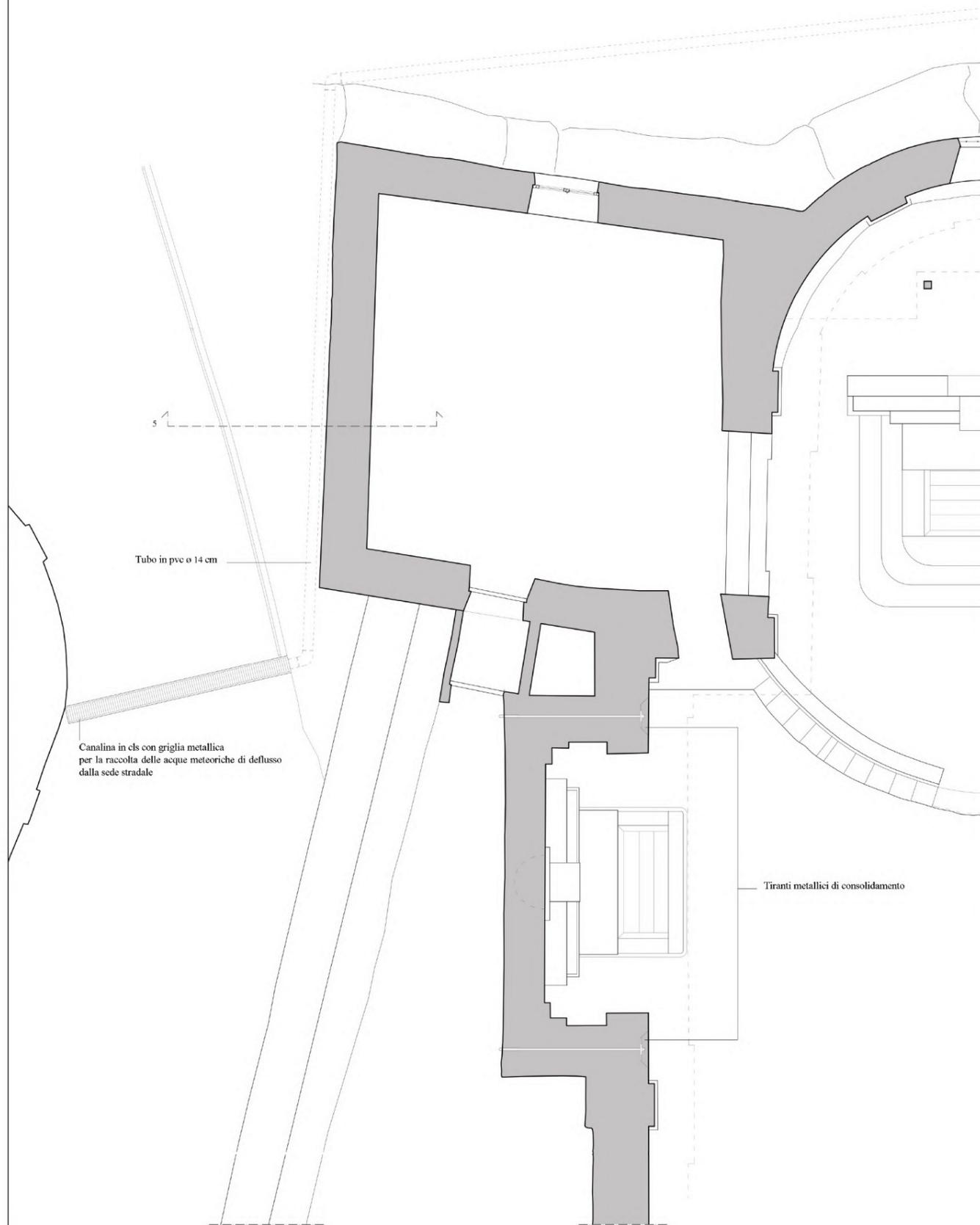
0 0.5 1 SCALA 1:20

0 1 2 SCALA 1:50



STRALCIO PIANTA INTERNO DELLA CHIESA

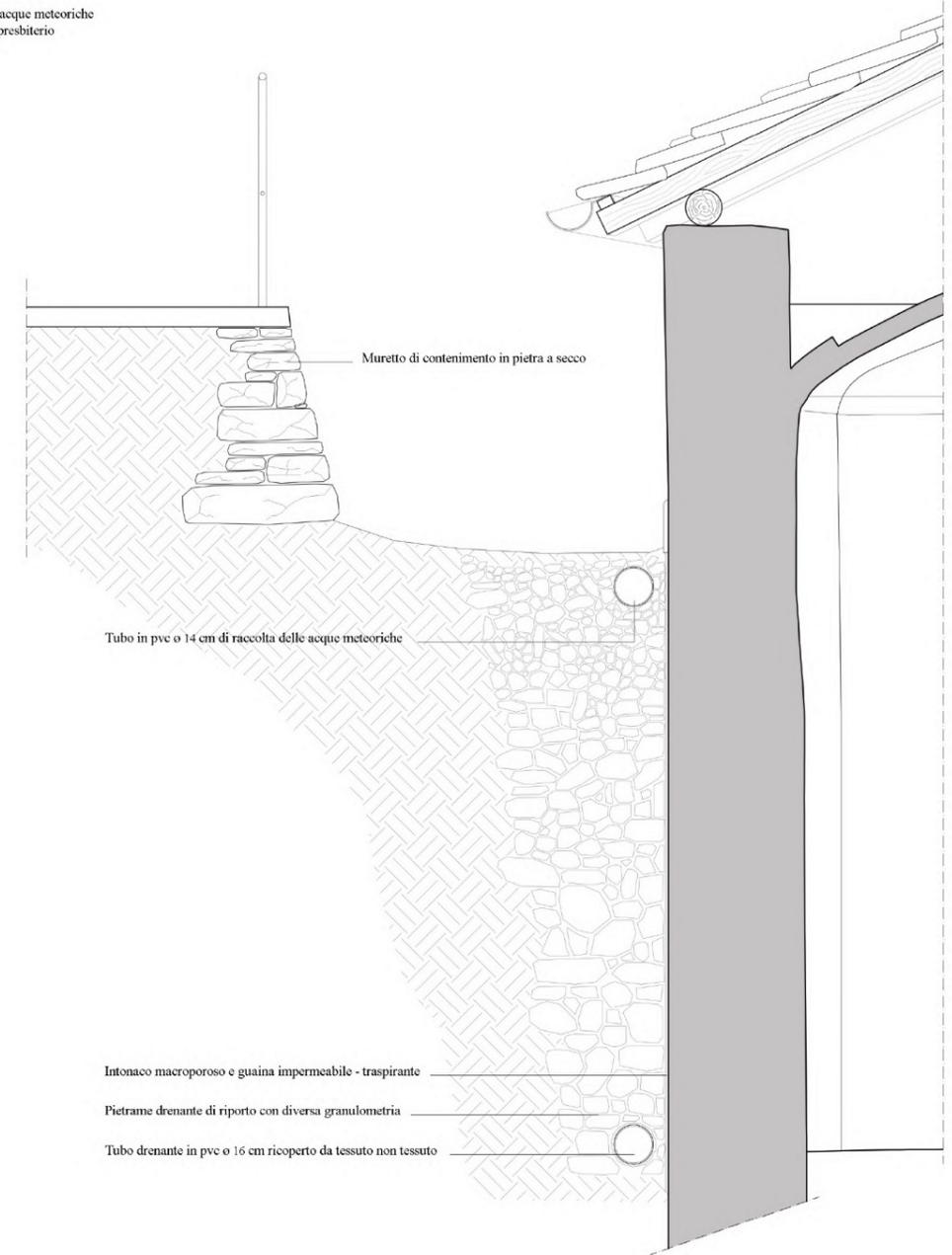
Inserimento dei tiranti metallici nelle cappelle laterali,
nuovo sistema di raccolta e deflusso delle acque meteoriche



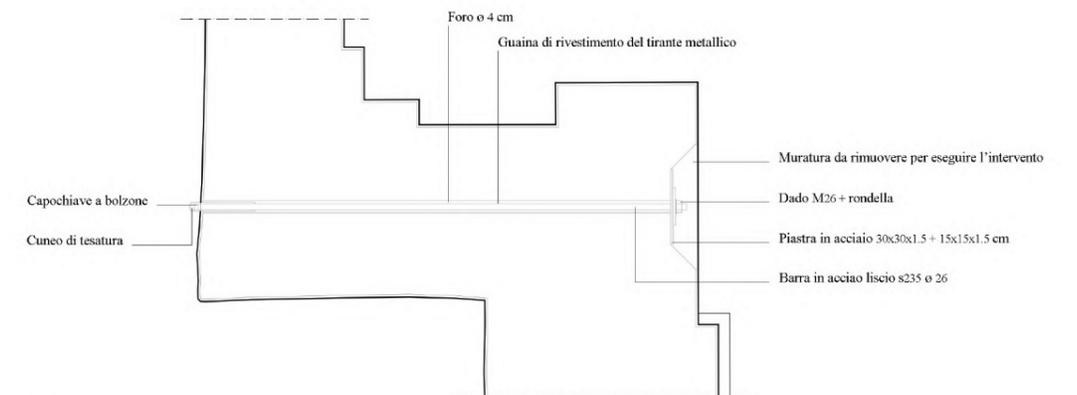
0 1 2 **SCALA 1:50**

SEZIONE 5

Intervento di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche
a monte della stanza posta ad ovest del presbiterio



PARTICOLARE TIRANTE METALLICO DI CONSOLIDAMENTO DELLA CAPPELLA LATERALE

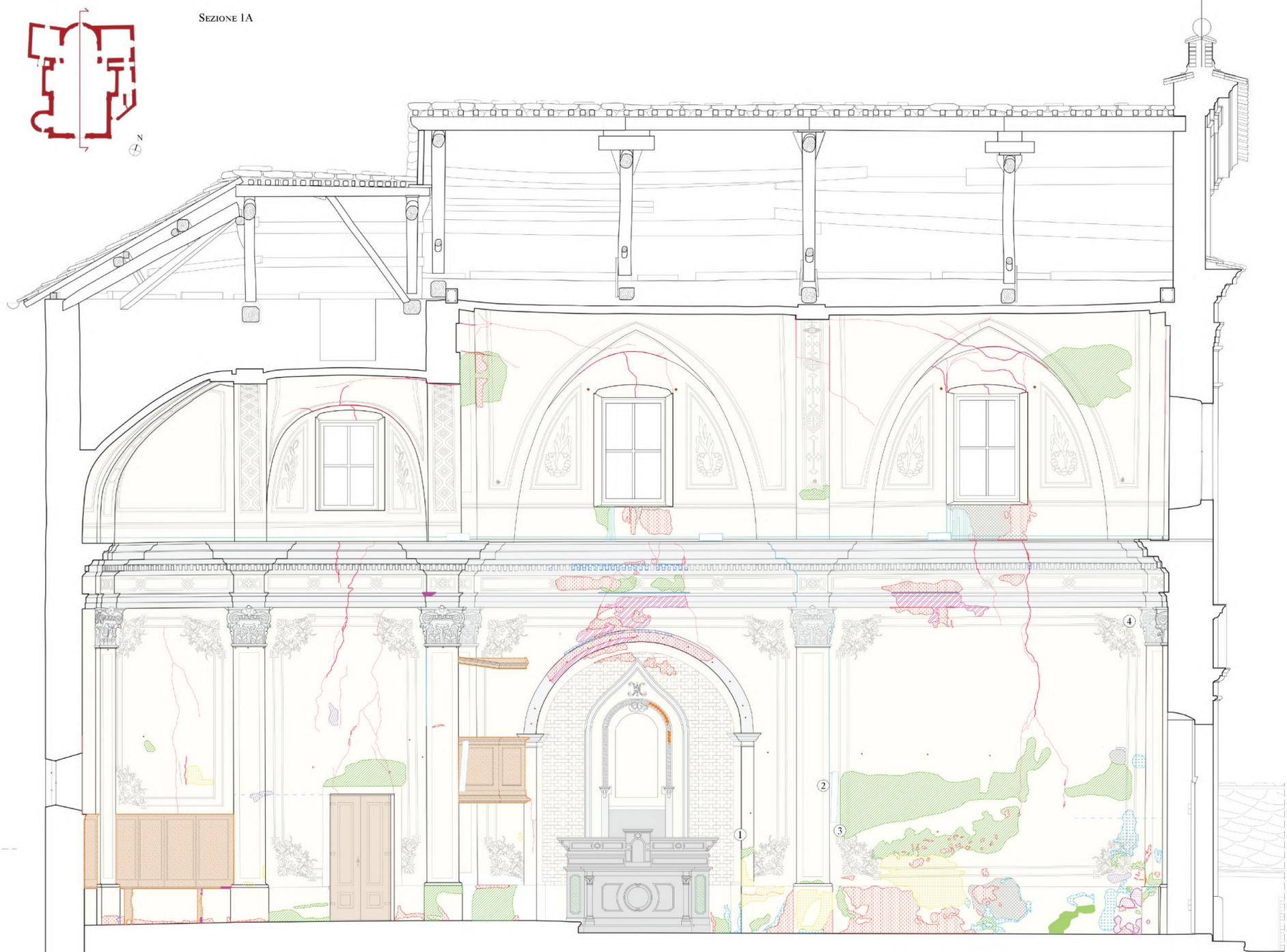


0 0.5 1 **SCALA 1:20**



LEGENDA: DEGRADI IN RELAZIONE AI MATERIALI

	ELEMENTI LIGNEI		MANCANZA
	ELEMENTI LAPIDEI		TARLATURA
	STUCCO		SCAGLIATURA
	DISGREGAZIONE		DISTACCO
	ESFOLIAZIONE		IMBRATTAMENTO
	FESSURE - MICROFESSURE		COLATURA
	LACUNA		DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE
	MANCANZA		DISTACCO
	INTONACO		EFFLORESCENZA
	COLATURA		ESFOLIAZIONE
	DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE		FESSURE - MICROFESSURE
	DISTACCO		IMBRATTAMENTO
	EFFLORESCENZA		LACUNA
	ESFOLIAZIONE		MACCHIA
	FESSURE - MICROFESSURE		PATINA BIOLOGICA
	IMBRATTAMENTO		RIGONFIAMENTO
	LACUNA		RISARCITURA INCOMPATIBILE
	MACCHIA		SCAGLIATURA
	PATINA BIOLOGICA		TARLATURA LEGNO
	RIGONFIAMENTO		TARLATURA LEGNO



SAGGI STRATIGRAFICI

1. Cappella della Madonna. La parasta interna, come l'intradosso dell'arco d'accesso, presentava una decorazione a losanghe e fiori con toni più freddi. Il livello pittorico del '900 propone un finto marmo a toni caldi, così da uniformarsi con gli altri ambienti.
2. Navata. La decorazione ottocentesca delle paraste mostrava un finto marmo a toni caldi, incorniciato da una filettatura bruna che simulava una depressione e da un bordo grigio violaceo. Sotto la pittura si evidenziano due colori, rossiccio e grigio scuro, probabilmente utilizzati come preparazione.
3. Navata. La stratigrafia effettuata sulla parete mostra la pittura a calce, dai colori grigio violaceo e verde, l'intonaco bianco di finitura e l'arriccio di colore rosato, composto da malta idraulica e cocciopesto.
4. Navata. Le pareti della navata e la controfacciata presentavano un motivo a mattinato di colore grigio violaceo, bordato da un fondo piatto di colore verde chiaro con filettature brune. Si può notare l'inconueto accostamento tra la decorazione in laterizio e i capitelli in stile composito.

PATOLOGIE DI DEGRADO

	CHIODI - ELEMENTI IN FERRO	
<p>Definizione Apposizione di chiodi o graffette metalliche nelle murature, a supporto di vecchi impianti elettrici o elementi decorativi religiosi. Causa Antropica.</p>		
	COLATURA	
<p>Definizione Traccia ad andamento verticale. Frequentemente se ne riscontrano numerose ad andamento parallelo. Causa infiltrazione e percolamento delle acque meteoriche attraverso i vecchi serramenti.</p>		
	DEGRADAZIONE DIFFERENZIALE	
<p>SOLUZIONE DI CONTINUITÀ TRASTRATI DI UN INTONACO, CHE PRELUDE, IN GENERE, ALLA CADUTA DEGLI STRATI STESSI.</p>		
	DISGREGAZIONE	
<p>Definizione Decussione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. Causa dissoluzione, ricristallizzazione e polverizzazione del materiale, dovuto alla presenza di acqua.</p>		
	DISTACCO	
<p>Definizione Soluzione di continuità tra strati di un intonaco, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi. Causa presenza di umidità nella muratura.</p>		
	EFFLORESCENZA	
<p>Definizione Formazione superficiale di aspetto cristallino, polverulento, filamentoso, generalmente di colore biancastro. Causa evaporazione dell'acqua contenuta nella muratura e conseguente deposito di sali disciolti in essa.</p>		
	ESFOLIAZIONE	
<p>Definizione Formazione di una o più porzioni laminae, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie. Causa incompatibilità della pellicola pittorica con il supporto.</p>		
	FESSURE - MICROFESSURE	
<p>Definizione Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti. Causa sollecitazioni attivate dal movimento sismico.</p>		
	FORI	
<p>Definizione Perforazione della muratura per supporto temporaneo di ponteggi tramite tasselli. Causa Antropica.</p>		
	IMBRATTAMENTO	
<p>Definizione Apposizione sulla superficie muraria di vernici incoerenti con la pellicola pittorica preesistente. Causa Antropica.</p>		
	IMPIANTI	
<p>Definizione Apposizione di impianti sulla superficie muraria per il soddisfacimento dei bisogni dell'utenza. Causa Antropica.</p>		
	LACUNA	
<p>Definizione Perdita di continuità di superficie (parte di un intonaco e di un dipinto, ecc.). Causa Antropica e/o soluzioni di continuità conseguenti alla presenza di microfessurazioni dell'intonaco.</p>		
	MACCHIA	
<p>Definizione Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale sia di materiali estranei. Causa presenza di acqua all'interno della muratura.</p>		
	MANCANZA	
<p>Definizione Perdita di elementi tridimensionali (braccio di una statua, ansa di un'anfora, brano di una decorazione a rilievo, ecc.). Causa Antropica.</p>		
	PATINA BIOLOGICA	
<p>Definizione Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato. Causa Risalita capillare di acqua dal terreno.</p>		
	RIGONFIAMENTO	
<p>Definizione Sollevamento superficiale localizzato del materiale di forma e consistenza variabili. Causa Dilatazioni differenziali tra materiali di supporto e finitura.</p>		
	RISARCITURA INCOMPATIBILE	
<p>Definizione apposizione di materiale con caratteristiche incompatibili (diverso modulo elastico e permeabilità) con il supporto originario. Causa Antropica.</p>		
	SCAGLIATURA	
<p>Definizione Presenza di parti di forma irregolare, spessore consistente e non uniforme, dette scaglie. Causa Presenza di umidità nel materiale.</p>		
	TARLATURA LEGNO	
<p>Definizione Formazione di gallerie e fori d'uscita, numerosi e ravvicinati, di forma circolare con diametro di 1,5 mm. Causa Erosione biologica da parte di insetti xilofagi (anobidi).</p>		

0 1 2 SCALA 1:50



LEGENDA: DEGRADI IN RELAZIONE AI MATERIALI

	ELEMENTI LIGNEI		MANCANZA
	TARLATURA		LACUNA
	ELEMENTI LAPIDEI		FESSURE - MICROFESSURE
	STUCCO		SCAGLIATURA
	COLATURA		MACCHIA
	DISTACCO		PATINA
	EFFLORESCENZA		MANCANZA
	ESFOLIAZIONE		COLATURA
	FESSURE - MICROFESSURE		DISTACCO
	FRONTE DI RISALITA		EFFLORESCENZA
	IMBRATTAMENTO		ESFOLIAZIONE
	LACUNA		FESSURE - MICROFESSURE
	MACCHIA		FRONTE DI RISALITA
	PATINA BIOLOGICA		IMBRATTAMENTO
	RIGONFIAMENTO		LACUNA
			MACCHIA
			PATINA BIOLOGICA
			RIGONFIAMENTO

SEZIONE 1B



PATOLOGIE DI DEGRADO

	CHIODI - ELEMENTI IN FERRO			IMPIANTI	
	COLATURA			LACUNA	
	DISGREGAZIONE			MACCHIA	
	DISTACCO			MANCANZA	
	EFFLORESCENZA			PATINA	
	ESFOLIAZIONE			PATINA BIOLOGICA	
	FESSURE - MICROFESSURE			RIGONFIAMENTO	
	FORI			RISARCITURA INCOMPATIBILE	
	FRONTE DI RISALITA			SCAGLIATURA	
	IMBRATTAMENTO			TARLATURA LEGNO	

SAGGI STRATIGRAFICI

- Battistero.** Il tassello di profondità non ha portato in luce rifacimenti o aggiunte, quindi l'impianto della chiesa risulta originale in malta rasata a stucco su muratura mista. Nel corso degli anni sono state eseguite risarciture in cemento a pronta presa (colore bruno) a fronte di significative perdite di intonaco a causa dell'umidità.
- Navata.** Il tassello di profondità effettuato sulla parasta conferma che la struttura è rimasta invariata. Rende ben visibile la successione degli strati d'intonaco: rinzaffo, arriccio e finitura; stesi sulla muratura in pietra e mattoni e rifiniti da diversi livelli di pellicola pittorica.
- Cappella di S. Giuseppe.** Come mostra il saggio stratigrafico effettuato sulla parete di fondo della cappella, lo strato pittorico novecentesco ha ripreso fedelmente l'impianto decorativo precedente, anche a livello cromatico. Soltanto la cornice centrale della nicchia del santo ha subito lievi modifiche.
- Presbiterio.** La decorazione pittorica dell'Ottocento delle paraste presenta un motivo a finto marmo con toni freddi tendenti al grigio - blu. Questo può essere interpretato come un diverso approccio decorativo oppure al fatto che la marmorizzazione a toni caldi sia ancora una fase successiva.

0 1 2 SCALA 1:50



LEGENDA: DEGRADI IN RELAZIONE AI MATERIALI

	ELEMENTI LIGNEI		TARLATURA
	STUCCO		DISGREGAZIONE
			DISTACCO
			FESSURE - MICROFESSURE
			MANCANZA
	INTONACO		COLATURA
			DISTACCO
			EFFLORESCENZA
			ESFOLIAZIONE
			FESSURE - MICROFESSURE
			FRONTE DI RISALITA
			IMBRATTAMENTO
			LACUNA
			MACCHIA
			PATINA BIOLOGICA
			RIGONFIAMENTO

SEZIONE 2



0 1 2 SCALA 1:50

PATOLOGIE DI DEGRADO

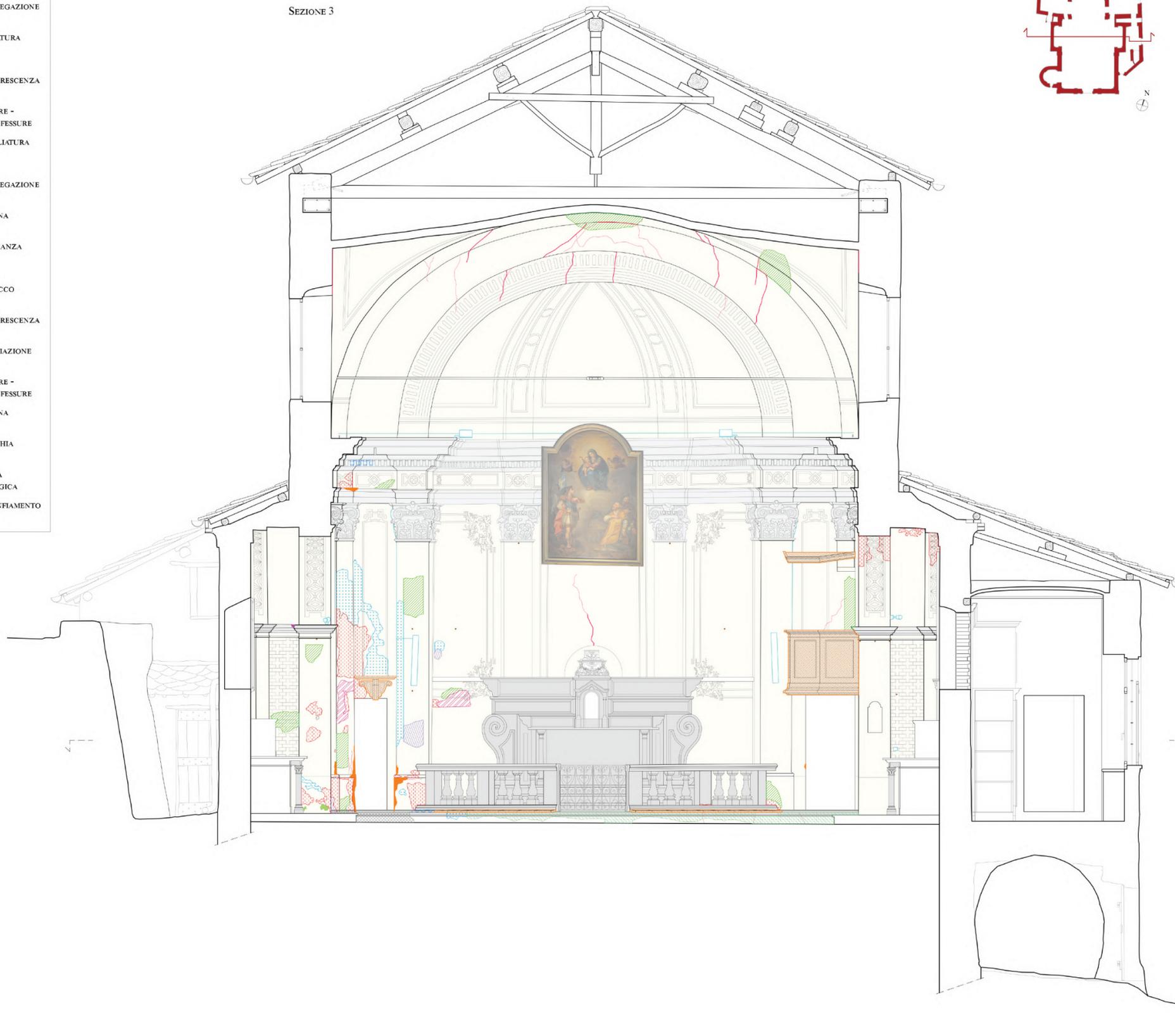
	CHIODI - ELEMENTI IN FERRO		IMBRATTAMENTO
	Definizione Apposizione di chiodi o graffette metalliche nelle murature, a supporto di vecchi impianti elettrici o elementi decorativi religiosi. Causa Antropica.		Definizione Apposizione sulla superficie muraria di vernici incoerenti con la pellicola pittorica preesistente. Causa Antropica.
	COLATURA		IMPIANTI
	Definizione Traccia ad andamento verticale. Frequentemente se ne riscontrano numerose ad andamento parallelo. Causa infiltrazione e percolamento delle acque meteoriche attraverso i vecchi serramenti.		Definizione Apposizione di impianti sulla superficie muraria per il soddisfacimento dei bisogni dell'utenza. Causa Antropica.
	DISGREGAZIONE		LACUNA
	Definizione Decoazione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minuscoli frammenti. Causa dissoluzione, ricristallizzazione e polverizzazione del materiale, dovuto alla presenza di acqua.		Definizione Perdita di continuità di superfici (parte di un intonaco e di un dipinto, ecc.). Causa Antropica e/o soluzioni di continuità conseguenti alla presenza di microfessurazioni dell'intonaco.
	DISTACCO		MACCHIA
	Definizione Soluzione di continuità tra strati di un intonaco, sia tra loro che rispetto al substrato, che prelude, in genere, alla caduta degli strati stessi. Causa presenza di umidità nella muratura.		Definizione Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale sia di materiali estranei. Causa presenza di acqua all'interno della muratura.
	EFFLORESCENZA		MANCANZA
	Definizione Formazione superficiale di aspetto cristallino, polverulento, filamentoso, generalmente di colore biancastro. Causa evaporazione dell'acqua contenuta nella muratura e conseguente deposito di sali disciolti in essa.		Definizione Perdita di elementi tridimensionali (braccio di una statua, ansa di un'infiora, brano di una decorazione a rilievo, ecc.). Causa Antropica.
	ESFOLIAZIONE		PATINA BIOLOGICA
	Definizione Formazione di una o più porzioni laminari, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie. Causa incompatibilità della pellicola pittorica con il supporto.		Definizione Strato sottile ed omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato. Causa Risalita capillare di acqua dal terreno.
	FESSURE - MICROFESSURE		RIGONFIAMENTO
	Definizione Soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti. Causa sollecitazioni attivate dal movimento sismico.		Definizione Sollevamento superficiale localizzato del materiale di forma e consistenza variabili. Causa Dilatazioni differenziali tra materiali di supporto e finitura.
	FORI		RISARCITURA INCOMPATIBILE
	Definizione Perforazione della muratura per supporto temporaneo di ponteggi tramite tasselli. Causa Antropica.		Definizione apposizione di materiale con caratteristiche incompatibili (diverso modulo elastico e permeabilità) con il supporto originario. Causa Antropica.
	FRONTE DI RISALITA		TARLATURA LEGNO
	Definizione Limite di migrazione dell'acqua con formazione di efflorescenze e/o perdita di materiale. Variazioni cromatiche nella zona sottostante. Causa risalita capillare di acqua dal terreno.		Definizione Formazione di gallerie e fori d'uscita, numerosi e ravvicinati, di forma circolare con diametro di 1,5 mm. Causa Erosione biologica da parte di insetti xilofagi (anobidi).



LEGENDA: DEGRADI IN RELAZIONE AI MATERIALI

	ELEMENTI LIGNEI		DISGREGAZIONE
	ELEMENTI LAPIDEI		TARLATURA
	STUCCO		EFFLORESCENZA
	INTONACO		FESSURE - MICROFESSURE
			SCAGLIATURA
			DISGREGAZIONE
			LACUNA
			MANCANZA
			DISTACCO
			EFFLORESCENZA
			ESFOLIAZIONE
			FESSURE - MICROFESSURE
			LACUNA
			MACCHIA
			PATINA BIOLOGICA
			RIGONFIAMENTO
			FESSURE - MICROFESSURE
			LACUNA
			MACCHIA
			PATINA BIOLOGICA
			RIGONFIAMENTO

SEZIONE 3



PATOLOGIE DI DEGRADO

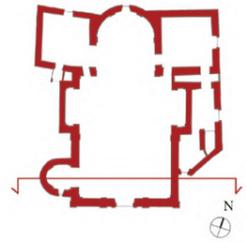
	CHIODI - ELEMENTI IN FERRO		LACUNA	
	DISGREGAZIONE		MACCHIA	
	DISTACCO		PATINA BIOLOGICA	
	EFFLORESCENZA		RIGONFIAMENTO	
	ESFOLIAZIONE		RISARCITURA INCOMPATIBILE	
	FESSURE - MICROFESSURE		SCAGLIATURA	
	IMPIANTI		TARLATURA LEGNO	

0 1 2 SCALA 1:50



La prima ipotesi d'intervento vede nella parte basamentale (sotto la trabeazione) la riproposizione fedele dell'impianto decorativo attuale con le sobrie tonalità ottocentesche della parte superiore la trabeazione.

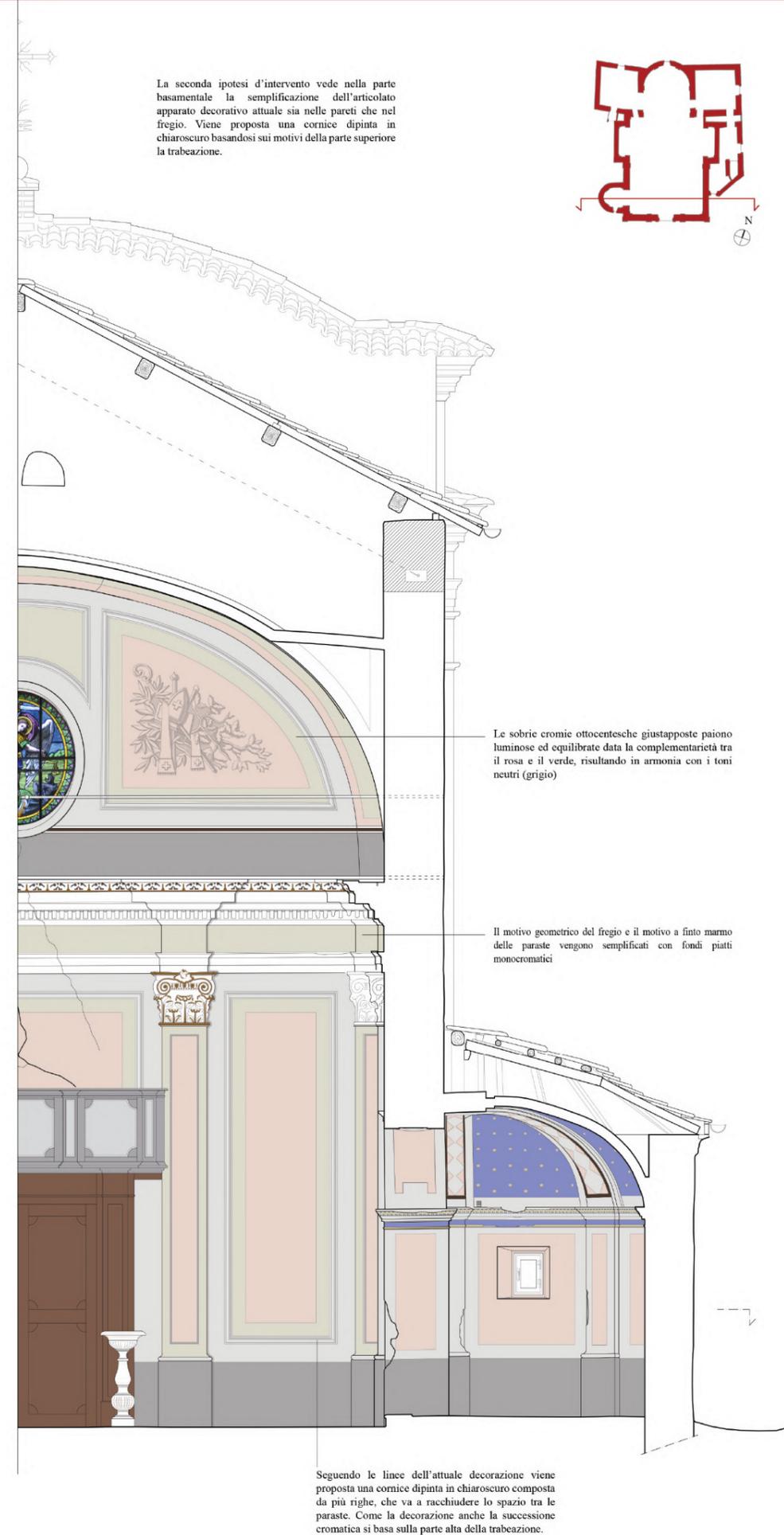
La seconda ipotesi d'intervento vede nella parte basamentale la semplificazione dell'articolato apparato decorativo attuale sia nelle pareti che nel fregio. Viene proposta una cornice dipinta in chiaroscuro basandosi sui motivi della parte superiore la trabeazione.



I motivi floreali e geometrici delle pareti vengono trattati con una tinta monocromatica uniforme (rosa) su fondo piatto verde, l'effetto a bassorilievo degli stessi è reso dal chiaroscuro, dato dal semplice contrasto tra luce e ombra

Gli elementi in stucco compromessi dall'azione del degrado vengono consolidati e lasciati incompleti come segno tangibile del tempo sul manufatto.

Le lacune e le lesioni vengono integrate e consolidate rendendo visibile la traccia come elemento distinguibile della vita del manufatto



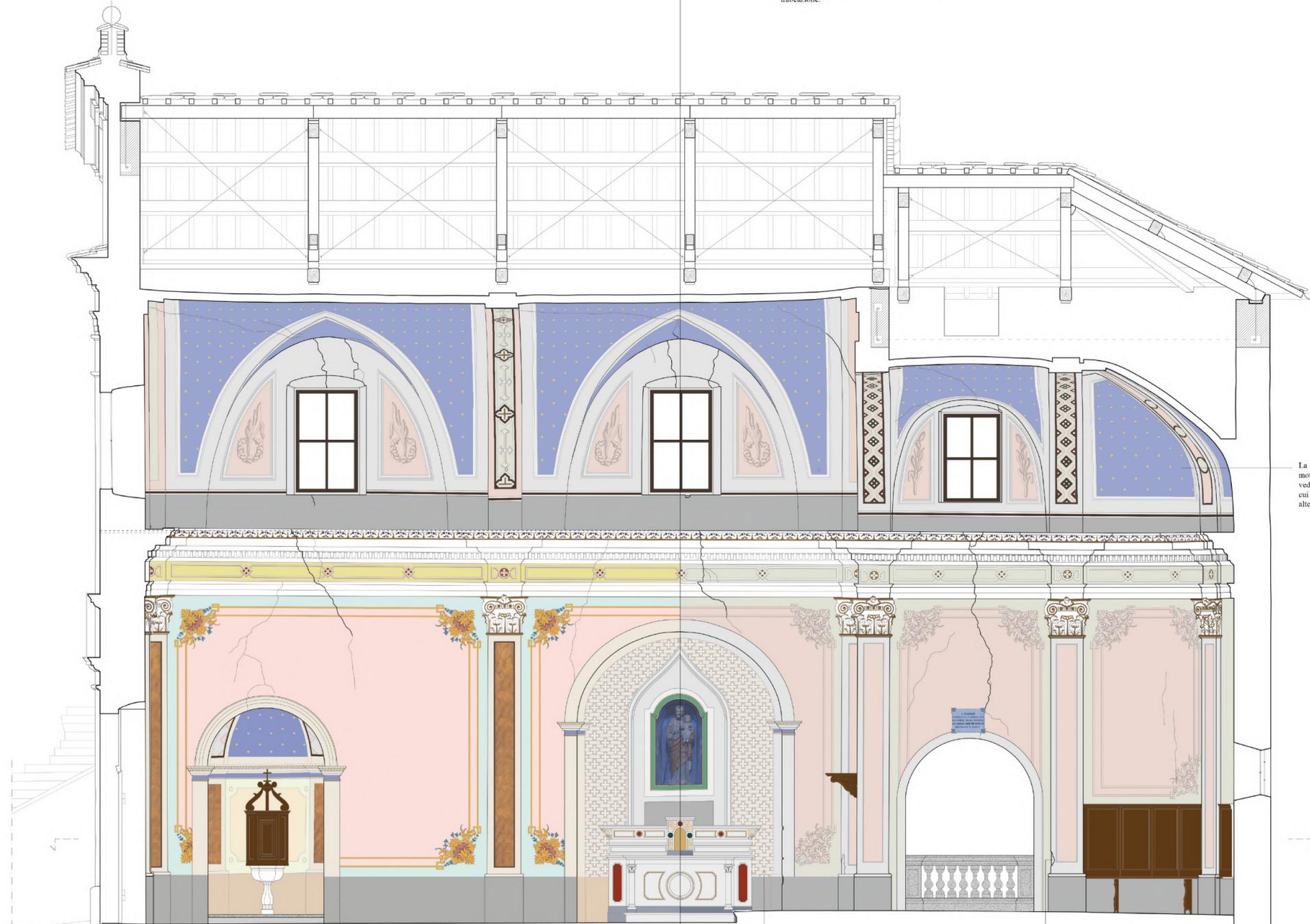
Le sobrie cromie ottocentesche giustapposte paiono luminose ed equilibrate data la complementarità tra il rosa e il verde, risultando in armonia con i toni neutri (grigio)

Il motivo geometrico del fregio e il motivo a finto marmo delle paraste vengono semplificati con fondi piatti monocromatici

Seguendo le linee dell'attuale decorazione viene proposta una cornice dipinta in chiaroscuro composta da più righe, che va a racchiudere lo spazio tra le paraste. Come la decorazione anche la successione cromatica si basa sulla parte alta della trabeazione.

La prima ipotesi d'intervento vede nella parte basamentale (sotto la trabeazione) la riproposizione fedele dell'impianto decorativo attuale con le sobrie tonalità ottocentesche della parte superiore la trabeazione.

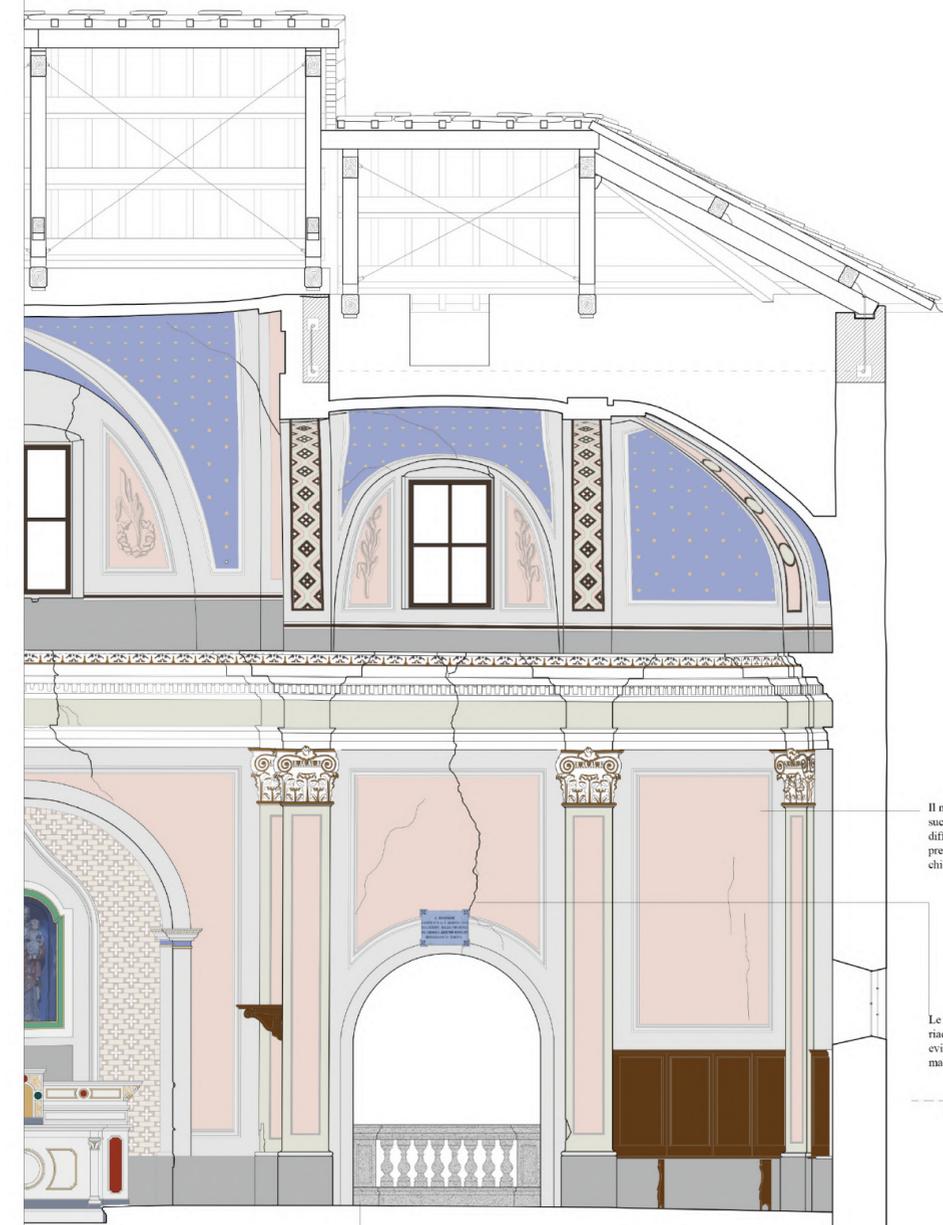
La seconda ipotesi d'intervento vede nella parte basamentale la semplificazione dell'articolato apparato decorativo attuale sia nelle pareti che nel fregio. Viene proposta una cornice dipinta in chiaroscuro basandosi sui motivi della parte superiore la trabeazione.



La volta dipinta a cielo stellato, le nervature con motivi geometrici e la parte superiore la trabeazione vedono la ripresa della pellicola pittorica nei punti in cui il degrado ne ha compromesso la facies, senza alterare le cromie o la decorazione

Nelle cappelle laterali viene preservato il motivo a croci delle pareti di fondo e quello geometrico nell'intradosso dell'arco d'accesso

Le lacune, presenti soprattutto in corrispondenza delle paraste, vengono integrate con malta a base di calce idraulica e cocciopesto in coerenza con la preesistenza, realizzando un bordo netto in depressione rispetto alla superficie rendendo distinguibile la parte aggiunta



Il nuovo livello pittorico propone la decorazione e la successione delle cromie della parte superiore, differenziandosi dalla controfacciata dalla minor presenza di verde in relazione al rosa e la grigio chiaro.

Le lesioni vengono consolidate in profondità per la riadesione delle due superfici murarie, lasciando evidente la traccia come segno tangibile della vita del manufatto

Rimuovendo i diversi strati di vernice smaltata si riporta a vista la superficie grezza della balaustra in pietra naturale

0 1 2 SCALA 1:50

