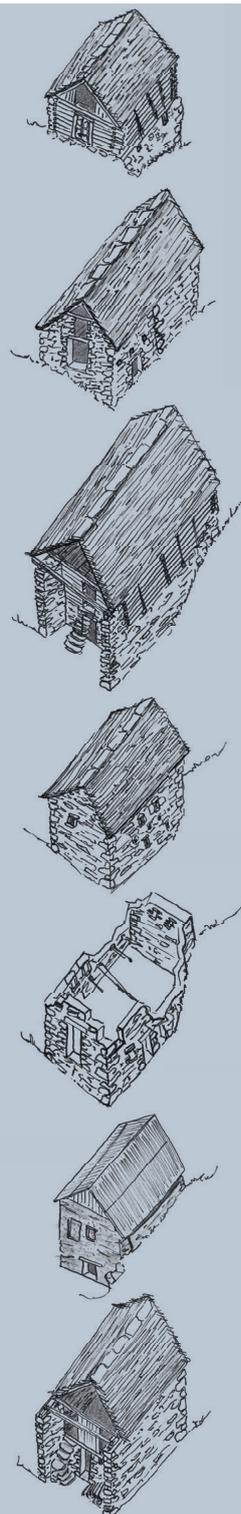




**Architettura vernacolare
ossolana: recupero di
sette edifici a Cravegna**





POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Architettura Costruzione Città (LM-4)

Tesi di Laurea Magistrale

Architettura vernacolare ossolana: recupero di sette edifici a Cravegna



Relatore
prof. Andrea Bocco Guarneri

Candidata
Barbara Volta

Anno Accademico 2018/2019

Abstract - IT

L'architettura vernacolare è stata argomento di dibattito per tutto il corso del Ventesimo secolo; si è passati dai “tipi” utili per le costruzioni moderne sino a un riconoscimento del suo valore storico-culturale, rendendo gli edifici vernacolari significativi per un recupero.

L'obiettivo di questa tesi è l'adeguamento di sette edifici vernacolari all'uso agricolo odierno secondo le esigenze di un gruppo di committenti.

Questo complesso di edifici è sito in Cravegna nel comune di Crodo (VB) ed è vittima del progressivo abbandono dell'agricoltura montana a partire dagli anni '60 e di una normativa incapace di gestire le costruzioni di epoca pre-industriale.

Sarà suddiviso in due ambiti di destinazione d'uso: gli edifici della zona denominata “Vinone” saranno a destinazione agricola, mentre quelli di Cascine Arse saranno destinati alla ricezione e alla vendita del prodotto finito.

Si è svolta un'analisi storico-critica per far emergere le qualità architettoniche di questo nucleo insediativo (proprie del tipo costruttivo definito “ossolano”), risalendo a una sua datazione e alla destinazione d'uso in origine agricola, rielaborando fonti scritte, iconografiche e “mute”. Il rilievo è parte imprescindibile di questa analisi e ha consentito di conoscere dimensioni, degradi, forma e struttura.

La seconda parte di questo lavoro è rivolta al progetto per un corretto recupero senza snaturare l'immagine esterna. Tale percorso ha previsto l'approfondimento di tematiche quali le tecniche low-tech per il nuovo e il costruito, gli aspetti strutturali e normativi e l'impatto ambientale di ciascun intervento.

Le scelte progettuali sono state infatti condizionate dalle verifiche strutturali e dai requisiti normativi con conseguente ridefinizione planimetrica e altimetrica degli spazi. La scelta dei materiali è inoltre basata su una comparazione qualitativa secondo i criteri di compatibilità ambientale e contenimento dei costi.

Le soluzioni costruttive impiegate sono pensate in funzione di una riqualificazione reversibile e i materiali, per la maggior parte propri della bioedilizia, sono stati scelti per essere coerenti alla tradizione e con basso impatto ambientale.

La reversibilità del progetto è stata interpretata anche tramite l'inserimento di tre diverse strutture modulari smontabili e rimontabili per rispondere all'esigenza dei committenti di poter eventualmente spostare le proprie attività in altre costruzioni. La concezione del progetto di questi moduli si basa sull'autocostruzione, così come per tutte quelle parti facilmente assemblabili in opera dai committenti.

Abstract - EN

Vernacular architecture has been a subject of discussion throughout the 20th Century; from an architectural elements' imitation used in modern constructions to the recognition of its historical, sociological and artistic value for an architectural renovation.

The aim of this thesis is the adaptive reuse of seven vernacular buildings for contemporary agricultural use according to the clients' requirements.

This complex is located in Cravegna, Crodo (VB), and it is affected by gradual discontinuation of farming since the 60's and by a gap in existing building codes for pre-industrial constructions.

Two main uses will be designated: agricultural use in the area known as “Vinone” and accommodation and product selling in Cascine Arse.

The first part of this work is a historical-critical analysis, in which the architectural qualities, the original agricultural use and the construction years of this clustered settlement are discussed making use of written, material and iconographic sources. The survey has had a fundamental importance in this analysis, studying measurements, decay, form and structural elements.

The second part is about the architectural project for a reuse without affecting the façades. The process included low-tech approach, structural and regulatory analysis and the global effect for each architectural intervention.

Design decisions have been strongly influenced by the effects of the loads on structures and their components and by building regulatory requirements, resulting in a plan and floor redefinition. The materials' choice is based on environmental compatibility and cost savings (qualitative comparative approach).

The construction methods have been selected in order to obtain a requalification based on the principles of flexibility and reversibility. Green building materials have been chosen to be coherent with traditional built forms and obtain low environmental impact values.

The reversibility of the architectural project has been also studied for three modular structures, which can possibly be dismantled and reassembled according to the clients' necessity of relocating their activities in other constructions.

The design concept of these modular structures is based on the self-build practice as done for other building parts that can be easily assembled by the users.

Indice

PARTE PRIMA: ANALISI STORICO-CRITICA

I. Introduzione e insediamento	
Introduzione	— 13
Insediamento	— 21
II. Rilievo e tipologie costruttive	
Premessa	— 31
Architettura vernacolare	— 33
Metodologia	— 41
Schedatura e tavole rilievo	— 47
<i>edificio 1</i>	
<i>edificio 2</i>	
<i>edificio 3</i>	
<i>edificio 4</i>	
<i>edificio 5</i>	
<i>edificio 6</i>	
<i>edificio 7</i>	
Tipologie costruttive riscontrate nel caso studio	— 105
Edificio agricolo ossolano	— 109
Edificio ossolano con l'introduzione del sistema <i>blockbau</i>	— 115
III. Analisi delle fonti scritte e iconografiche relative al caso studio	
Fonti scritte: Statuti e Ordini di Cravegna	— 121
Fonti iconografiche: i catasti e interpretazione dell'origine degli edifici	
in esame in parallelo con le fonti mute interpretabili <i>in loco</i>	— 127
Rielaborazione delle fonti: ipotesi toponomastiche	— 137

PARTE SECONDA: PROGETTO

I. Fasi del progetto e tavole	— 139
<i>edificio 1</i>	
<i>edificio 2</i>	
<i>edificio 3</i>	
<i>edificio 4</i>	
<i>edificio 5</i>	
<i>edificio 6</i>	
<i>edificio 7</i>	
II. Adeguamento strutturale	— 243
<i>allegati: calcoli deduttivi</i>	
III. Adeguamento normativo	
Vernacolare vs. prescrizioni	— 277
Riqualificazione di Cascine Arse e Vinone; contesto ambientale	— 279
Progettazione degli spazi interni: attività previste e regolamentazione igienica	— 285
Definizione delle attività agrituristiche e loro requisiti normativi	
Vendita dei prodotti	
Lavorazioni alimentari	
Autorimesse	
Serramenti	
Regolamentazione dei soppalchi interni	
Impianto fotovoltaico	— 296
IV. Impatto ambientale	— 299
Bibliografia	
<i>allegati: tavole A1 ridotte</i>	



Foto modificata su base originale della ripresa aerea con drone di M. Viscardi

PARTE PRIMA

ANALISI STORICO-CRITICA

I. Introduzione e insediamento

I.1 Introduzione

L'obiettivo di questa tesi è l'adeguamento di sette edifici vernacolari ossolani all'uso agricolo odierno secondo le esigenze del loro conduttore; costruzioni vittime del progressivo abbandono dell'agricoltura montana a partire dagli anni '60 e di una normativa incapace di gestire le costruzioni di epoca pre-industriale.

Ricostruendo la storia di questi edifici tramite documenti del passato e sopralluoghi, ho successivamente elaborato diverse soluzioni progettuali anche considerando le diverse condizioni igrotermiche per strutture in pietra, in legno e murature con riempimenti non idonei.

I protagonisti di quest'idea di recupero sono i fratelli Alessandro e Ramona Fobelli che insieme a un gruppo di persone vogliono ridare vita a questo complesso di edifici siti in Cravegna nel comune di Crodo (VB), utilizzati nell'ultimo decennio come depositi o definitivamente abbandonati, riadattandoli in chiave agrituristica. Alessandro si occuperà della parte agricola mentre Ramona di quella destinata alla ricezione.

Durante gli incontri con i fratelli Fobelli e i miei successivi rilievi, abbiamo approfondito quali fossero le attività da inserire in questi edifici.

Prendendo in prestito il giochino di Yona Friedman sul linguaggio dei “grafi” “da bottoni-fili a progetti”¹ siamo riusciti a collegare tra loro le funzioni omogenee e quelle eterogenee, stabilendo una gerarchia tra i primi tre edifici che si incontrano come parte “ricettiva”, ovvero la zona denominata Cascine Arse, e la parte “agricola” con i restanti quattro edifici nella zona “Vinone”.

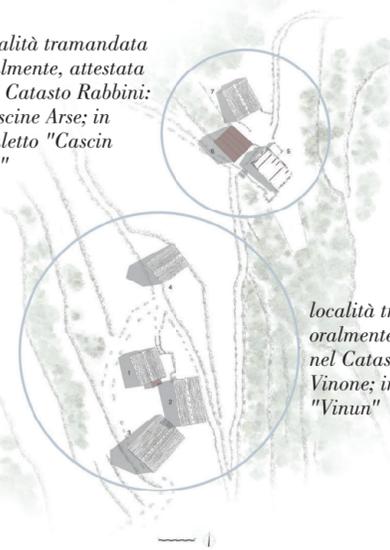
Nella mia semplificazione i cerchi indicavano le attività con annessa “etichetta”, ovvero il nome dell'attività, e le frecce le relazioni tra loro. Più attività formano un'unità, ovvero un edificio o parte di esso (fig.1).

In sintesi, ho iniziato con un primo sopralluogo a Cravegna, occupandomi poi delle parti di rilievo (diviso in due campagne) e restituzione grafica, della ricerca storica, cui è seguito il progetto di recupero degli edifici. Tale percorso ha previsto l'approfondimento delle tematiche quali l'architettura vernacolare, le tecniche low-tech per il nuovo e il costruito, gli aspetti strutturali e normativi e l'impatto ambientale di ciascun intervento.

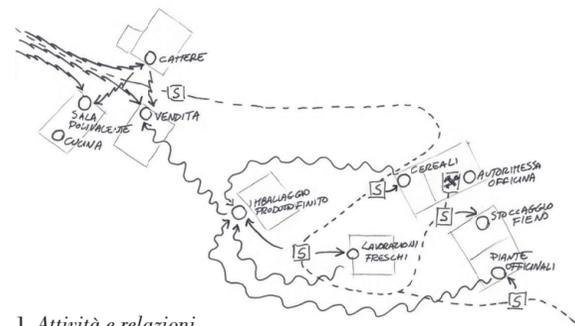
¹ Friedman Y., *L'architettura di sopravvivenza: una filosofia della povertà*; trad. di Fassino G., Torino, Bolidi Boringhieri, 2009, pp. 22-23

I materiali da me scelti sono per la maggior parte propri della bioedilizia. Il progetto è reversibile con l'inserimento di tre diversi moduli in pallet e calcepietra smontabili e rimontabili eventualmente in un altro edificio, per rispondere all'esigenza dei committenti di poter spostare la propria attività in altre costruzioni.

località tramandata oralmente, attestata nel Catasto Rabbini: Cascine Arse; in dialetto "Cascin Ars"



località tramandata oralmente, attestata nel Catasto Rabbini: Vinone; in dialetto "Vinun"



1. Attività e relazioni

- attività
- prodotto finito
- materia prima
- percorso trasporto
- sosta trasporto
- autorimessa e officina
- ricezione e pubblico

[qui riprodotta fuorisca] PLANIMETRIA_ 1:200



Difficoltà del committente della parte agricola.

In parallelo alla progettazione sono emerse tutte le difficoltà dell'agricoltore Fobelli che sono sia di natura economica a causa della difficoltà di ottenere agevolazioni finanziarie per le attività agricole, ma anche per la frammentazione ereditaria degli immobili. Infatti in qualche caso è stato possibile acquisire l'intero edificio, in altri una sola parte, in altri ancora ad ottenerne la gestione fino a vent'anni. Ad oggi non tutti gli eredi hanno ancora venduto o dato in gestione delle parti degli immobili condizionando l'agricoltore a ipotizzare futuri spostamenti delle attività.

Da qui nasce l'idea di moduli smontabili e interventi reversibili.

Malgrado lo stato di abbandono, gli edifici vernacolari di Vinone e Cascine Arse non hanno subito un deterioramento irreversibile eccetto uno. Una semplice manutenzione costante avrebbe evitato i degradi più diffusi, ovvero dissesti, marcescenze del legno per infiltrazioni dalla copertura causate da piode disallineate e presenza di umidità nel caso di scorretto utilizzo del calcestruzzo.

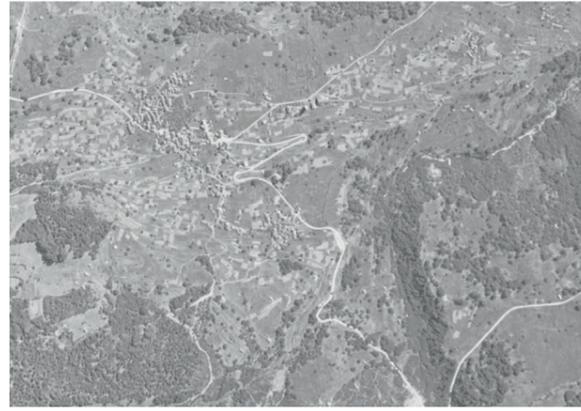
Gli edifici erano ancora utilizzati negli anni Cinquanta come testimonia la figura 3, quando i terreni attorno erano condotti a seminativo e pascolo favoriti dalla risorsa idrica del torrente Alfenza.

Nel caso di Cravegna non si registra uno spopolamento massivo, dal momento che sorgono nei pressi insediamenti industriali. Cravegna però ha subito un abbandono per quanto riguarda l'attività agro-pastorale. Come mostrano le figure 2 e 3 i terreni erano coltivati, mentre nelle foto dal 1999 a oggi (figg. 4-9) si nota il dissolvimento delle aree coltivate lasciando posto all'imboschimento e ai terreni incolti. E nel frattempo continuano le spartizioni ereditarie.

Attualmente le aziende agricole che non si occupano di allevamento presenti nel territorio di Crodo sono nove (in totale 24 di cui 15 allevamenti). Le aziende biologiche invece (tra le quali dal 2019 dovrebbe poi risultare iscritto anche il committente), sono due di cui una con allevamento.

La prima azienda biologica in questo comune è presente dal 2014¹.

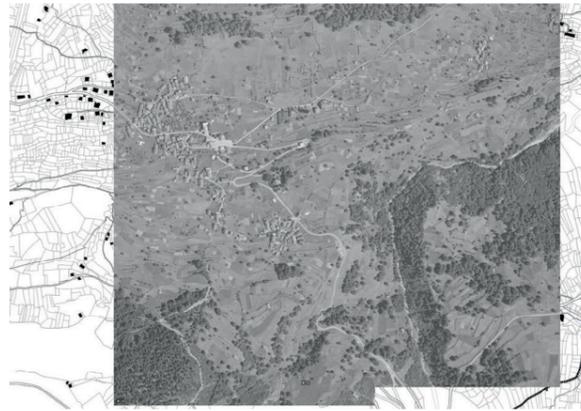
¹ Dati delle aziende agricole di Crodo, consultati tramite il servizio "Data Warehouse Anagrafe Agricola" del servizio online Sistemapiemonte della Regione Piemonte.



2. Insediamento di Cravegna nel 1946



6. Insediamento di Cravegna nel 2005



3. Insediamento di Cravegna nel 1954



7. Insediamento di Cravegna nel 2006



4. Insediamento di Cravegna nel 1999



8. Insediamento di Cravegna nel 2014



5. Insediamento di Cravegna nel 2001

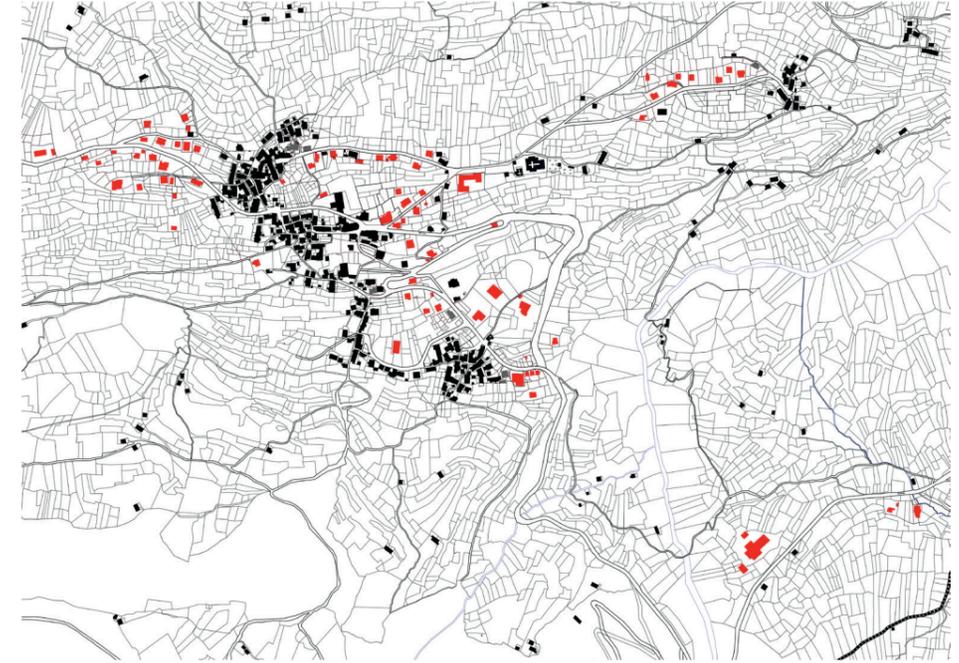


9. Insediamento di Cravegna nel 2015

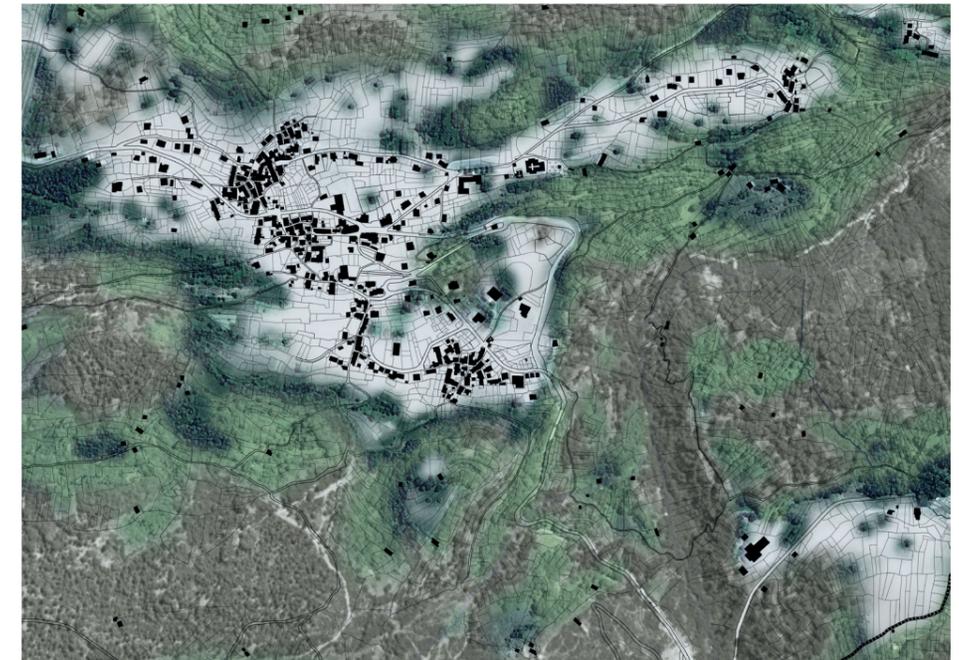


0 200 400 m

Fonti: figg. 2-7 ortofoto map.geo.admin.ch; fig. 8 googleEarth; fig. 9 ortofoto AGEA



10. Confronto dell'evoluzione dell'insediamento di Cravegna
■ 1946
■ 1954
■ 1999



11. Confronto dell'avanzamento del bosco
■ 1946
■ 1999
■ 2015



0 100 200 300 400 m



I.2 Insediamento

La zona oggetto di analisi è situata a sud rispetto al nucleo compatto di Cravegna, vicino alla località Fariolo. Cravegna è una delle tre frazioni di Crodo (le altre due sono Mozzio e Viceno), e sorge su un altopiano affacciato sulla piana di Verampio, dopo la confluenza del Devero nel Toce, alle pendici del Cistella. Comune fino al 1929, diviene frazione di Crodo; è passato alla giurisdizione della Provincia di Novara a quella della Provincia del Verbano-Cusio-Ossola nel 1992. Nel corso della storia la comunità di Cravegna costituiva un'unica organizzazione insieme a Mozzio e Viceno, un *quartiere unico* nato per regolare l'usufrutto di boschi e pascoli¹.

Le numerose liti per i pascoli e per la costruzione della chiesa dimostrano però le difficoltà nel determinare i confini con gli insediamenti limitrofi (“Comuni”) stipulate nelle *Corregge comuni*².

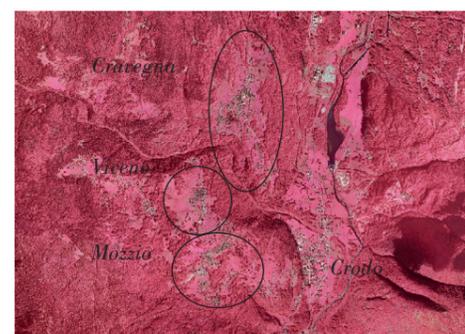
L'area di progetto si trova a un'altitudine tra i 780 e gli 800 m s.l.m. (Cravegna 823 m s.l.m.) e comprende due zone anticamente chiamate Vinone e Cascine Arse. Si ha documentazione scritta di questi due termini per la prima volta nel catasto Rabbini (1859-61) e nei registri dello stesso. Oggi non più indicati nelle carte, ma solo tramite tradizione orale (in dialetto: *Vinun* e *Cascin Ars*). Origine ipotetica di questi toponimi e interpretazione dai catasti analizzata in dettaglio al paragrafo “3.3 rielaborazione delle fonti”.

Cravegna presenta un insediamento compatto tardo-medievale; ancora oggi la sua tessitura è leggibile nonostante le sopraelevazioni, aggiunte e modifiche avvenute nel corso dei secoli.

Secondo Walter Burkhardt, l'edificato di Cravegna è

¹ Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, p. 11

² *Ivi*, p. 11-15



Posizione dei tre insediamenti analizzati.
Fonte: ripresa aerea ICE NIR 2010 - infrarosso



Cartolina "Cravegna, Mozzio, Viceno", 1964. Fonte sconosciuta

avvenuto in quattro fasi: antecedente il XVI secolo; tra il XVI e XVII secolo; del XVIII secolo; infine quello più recente tra il XIX e il XX secolo.

Si passa da edifici con pianta quadrata di ridotte dimensioni e costruiti in legno sopra un basamento in blocchi di ortogneiss (serizzi) e graniti, a edifici a pianta rettangolare in pietra di due o tre piani, sino a una pianta irregolare per adattarsi alla morfologia del sito e rivestimenti in calce. Nell'ultima fase gli edifici appaiono privi dei caratteri costruttivi tipici del luogo³.

Tali trasformazioni dell'insediamento di Cravegna sono individuabili in tre zone (fig.13a): una "zona di comando" risalente al XVI e XVII secolo con un numero ridotto di abitazioni sparse nei pressi di una casa-forte. Nei secoli XVIII–XIX si diffondono quindi altre abitazioni con direzione centripeta.

Una "zona di insediamento urbano" sottostante alla prima e in falso-piano. È composta da un agglomerato di abitazioni con stalle, ma senza case-forti. In questo caso l'evoluzione dell'insediamento avviene in direzione centrifuga.

Infine la "zona monumentale", composta da edifici religiosi che formano un nucleo a sé rispetto all'abitato⁴.

I centri abitati prossimi sono Mozzio e Viceno. Il primo ha un nucleo originario riparato dai venti con abitazioni che non contengono la funzione di stalla che è lontana dal centro abitato (fig.13b). Il secondo insediamento è invece tipicamente *alpino*, poiché nucleo originario in funzione del luogo e della pastorizia; lungo l'asse sud-nord si trovano abitazioni con stalle (fig.13c). Lo sviluppo successivo di Viceno tra il XVII e XVIII secolo ha visto l'edificazione di abitazioni a ovest e di stalle a est.

Cravegna si differenzia dai due villaggi citati per il suo ruolo politico ed economico.

I confini dell'insediamento si sono allargati solo per decisioni politiche: nelle piccole comunità alpine regolate da statuti, i terreni dedicati a campo non possono in alcun modo essere arbitrariamente edificati, pena la diminuzione della produzione complessiva. L'andamento demografico è stato influenzato sia da una maggior produttività agraria, grazie all'introduzione di nuove colture, sia dal flusso migratorio: intere famiglie ossolane, tra cui quella di papa Innocenzo IX, si trasferirono infatti nell'allora Stato Pontificio (Roma e Bologna)⁵.

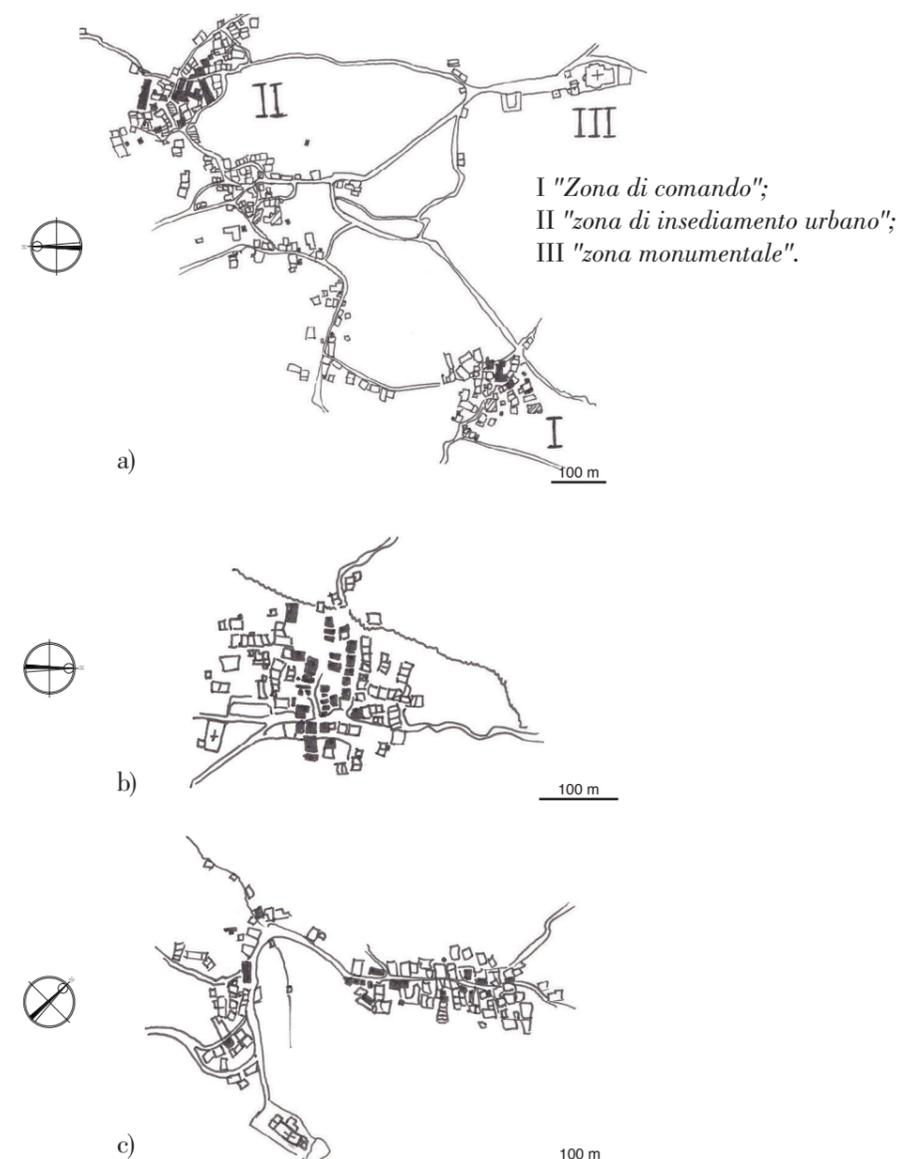
Le emigrazioni avvennero nel XVII secolo a causa della "piccola età glaciale": i terreni per coltivare e pascolare non erano più sufficienti per tutti⁶.

³ Burkhardt W., *Considerazioni sulla struttura di un gruppo di borgate delle pendici della valle Antigorio*, in Società piemontese di archeologia e belle arti (a cura di), "Società piemontese di archeologia e belle arti", Torino, Fratelli Bocca, 1960, p. 450

⁴ *Ivi*, pp. 450-452

⁵ Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, p. 25

⁶ Fontana E., *I Walser dalla Svizzera alle vallate del Rosa*, in Comitato scientifico C.A.I. Liguria - Piemonte - Valdostano, "Insediamenti umani e Architettura tradizionale delle Alpi", Atti dell'incontro di Sampeyre (Cn) 26-27 settembre 1992, p. 48; Rizzi E., Zanzi L., *Storia dell'Ossola*, Domodossola, Grossi, 2014, p. 295



13. Rielaborazione su base di Walter Burkhardt: Cravegna; Viceno; Mozzio

I secoli dal XI al XVI sono quelli di maggior sviluppo delle attività agro-pastorali in contesto alpino “ed una conseguente creazione di centri abitati, forse non meno intensa di quella che, contemporaneamente, andava verificandosi nei territori pianeggianti”⁷.

Un utilizzo maggiore dei terreni agricoli avvenne con l'introduzione di nuove colture dopo il secolo XVI incrementando così la popolazione. Nel corso del XVIII secolo, però, le risorse agricole non sono più state sufficienti a sostenere la popolazione ormai accresciuta⁸.

A causa di questo incremento, si verifica un'emigrazione verso la pianura, prima stagionale poi permanente.

L'emigrazione da Cravegna è attestata ad esempio dalle numerose donazioni da parte di famiglie emigrate per migliorare il loro paese natò, “mettevano insieme e gestivano notevoli capitali che erano specificamente destinati al mantenimento del culto nelle chiese, all'istruzione della gioventù ed altre opere benefiche”⁹. Ad esempio, un gruppo di Cravegnesi stabilitisi a Bologna fece donazioni per la sistemazione della chiesa di San Giulio nel corso del XV secolo e successivamente la costruzione delle cappelle lungo il percorso devozionale verso il Santuario della Salera a partire dal 1649¹⁰.

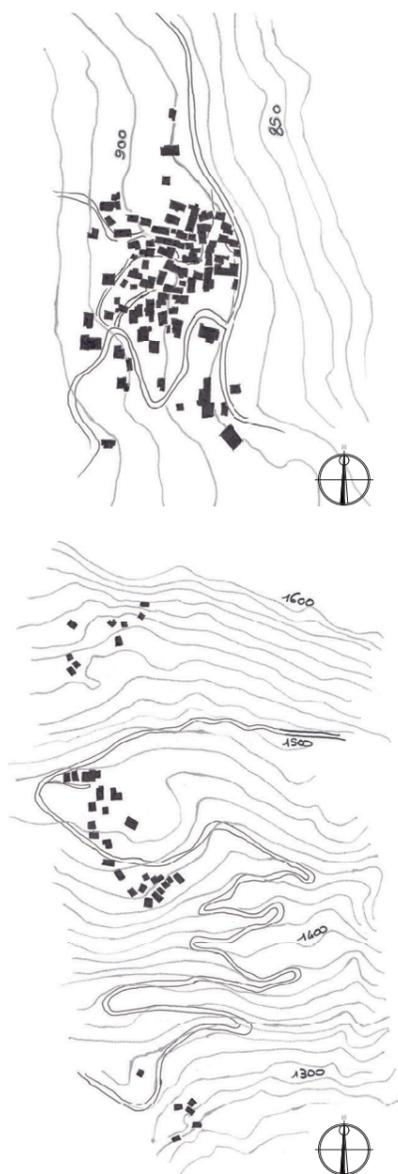
L'insediamento di Cravegna si differenzia inoltre da quello di origine walser, composto da singole aziende agricole separate o piccoli gruppi edifici (sia abitativi che di servizio) separati da ampi spazi. Negli edifici walser, il materiale prevalentemente impiegato non è la pietra bensì il legno e la scelta di un insediamento sparso risulta idonea per minimizzare i danni degli incendi. Tale dispersione degli edifici è dovuta anche alla propensione per la privatezza, radicato nelle tradizioni germaniche.

7 Doglio G., Unia G., *Abitare le Alpi*, Cuneo, L' Arciere, 1980, cit., p. 29

8 Ivi, p. 30

9 Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, cit., p. 25

10 Ivi, pp. 51; 94



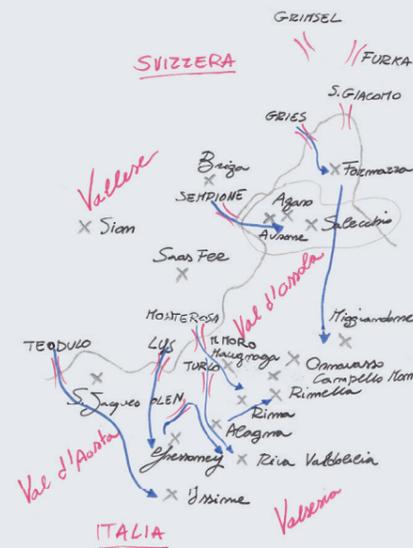
Insediamento: compatezza (Viceno) e dispersione (Ausone)

Per capire perché sia qui necessario menzionare queste differenze tra popolazioni, bisogna fare una piccola digressione su chi sia questo ultimo popolo.

I Walser, di origine alemanna, si sono insediati a partire dal XIII secolo gradualmente dal Vallese (da “walliser”, i *Vallesi tedeschi*, dal luogo dove erano presenti prima del XII secolo) ad aree estese tra la Savoia e il Vorarlberg. Qui iniziarono a utilizzare gli alpeggi sia di proprietà religiosa (“fra VIII e IX secolo si assistette alla fondazione di importanti enti monastici, soprattutto lungo i tracciati delle principali vie di transito attraverso le Alpi”)¹¹ sia delle dinastie laiche locali. Questo passaggio di proprietà venne formalizzato nei contratti di “affitto ereditario” (*Erbelehen*), in cui “il colono lo riceverà in affitto perpetuo, potrà sforzarsi di migliorarlo, ricavandone campi e prati, costruire case di abitazione e ricoveri per animali” (citazione dal *processo di Novara* scritta dal suo vescovo nel 1420)¹².

Nell'alto medioevo il potere politico e quello religioso approvarono infatti l'espansione verso le vallate:

Sono signori feudali, dapprima, che a valorizzare vasti territori disabitati, per essere economicamente politicamente e militarmente improduttivi, favoriscono in ogni modo l'impianto di abbazie cistercensi: le quali conservano quanto, della tradizione delle più evolute tecniche dell'età classica, non è andato interamente perduto, dispongono di ingenti tesori mobiliari, e sono divenute vere proprie imprese di trasformazione fondiaria anche per conto di terzi, specializzate nelle opere di bonifica dei terreni acquitrinosi e vallivi, cui attendono masse di converse e di servi. Più avanti, con i primi accenni a una ripresa dell'iniziativa cittadina, sono le chiese vescovili, e infine i comuni stessi che assumono una funzione di primo piano nello sviluppo delle opere collettive di bonifica, di dissodamento, di colonizzazione interna, che nel giro di tre secoli in molte parti d'Italia vengono rielaborando le forme di un paesaggio agrario organizzato¹³.



Migrazioni walser verso il nord-ovest italiano

11 Lanzardo D., Panero F. (a cura di), *Le radici medievali dell'insediamento alpino*, i tascabili di Palazzo Lascaris n.26, Torino, maggio 2006, cit., p. 10

12 Zanzi L., Rizzi E., *Le Alpi, architettura e civilizzazione: la casa alpina nei Grigioni*, Ticino, Vallese e Walser, Domodossola, Fondazione Enrico Monti, 2016, pp. 49-50

13 Sereni E., *Storia del paesaggio agrario italiano*, Bari, Laterza, 1962, cit., pp. 113-114

In principio furono zone scarsamente abitate anche per la visione religiosa in cui il bosco era visto come dimora di mostri e demoni, in netto contrasto con la visione nord europea in cui architettura e natura convivono in armonia. Il fatto che i Romani non si insediarono ad altitudini elevate fu anche dovuto a una ragione politica: i signori locali non trasferirono le famiglie dagli alpeggi, ormai risorse sicure¹⁴.

La diffusione dei Walser nelle Alpi meridionali avvenne tra l'XI e il XIII secolo alle alte quote, di pari passo con la bonifica effettuata dai signori feudali¹⁵:

le conseguenze delle lotte fra guelfi e ghibellini e soprattutto la sconfitta del Barbarossa a opera della Lega Lombarda (nel 1176 e successiva pace di Costanza, nel 1183), indussero alcuni nobili valdostani, piemontesi e lombardi, perdenti nelle lotte contro i liberi comuni, a spingersi verso settentrione per occupare o controllare quelle terre e quei valichi. Gli Alemanni vengono quindi invogliati da quei signori, nel secolo XIII, a spingersi più a sud oltre lo spartiacque alpino per dissodare le terre alte intorno al Monte Rosa e nell'Ossola, per alcuni con la prospettiva fra l'altro di affrancarsi dai tradizionali oneri di dipendenza signorile, diventando prima affittuari di pascoli e bestiame e poi enfiteuti perpetui con il versamento di un canone ricognitivo ai proprietari; quindi, trasformarono le alpes in loci e poi in comuni rurali. Tale movimento migratorio è un aspetto importante della grande espansione dell'economia agricola dei secoli XII e XIII e fu indubbiamente sostenuto dalle condizioni climatiche particolarmente favorevoli innanzitutto per il superamento di valichi alpini d'alta quota con bestiame e carriaggi, e quindi per lo sviluppo demografico, agricolo, pastorale, artigianale delle vallate alpine nel basso medioevo¹⁶.

La fase "stabilizzatrice" fu dal XIV al XVII secolo con l'evoluzione dell'agricoltura montana, siccome nel XIV la "peste nera" portò a una diminuzione della popolazione e un abbandono delle colture, incrementando poi l'allevamento del bestiame.

Dal XVII al XVIII secolo si verificò un'altra crisi agraria, portando al calo delle colture¹⁷.

14 Fontana E., *I Walser dalla Svizzera alle vallate del Rosa*, in Comitato scientifico C.A.I. Ligure -Piemontese -Valdostano, "Insediamenti umani e Architettura tradizionale delle Alpi", Atti dell'incontro di Sampeyre (Cn) 26-27 settembre 1992, p. 28

15 Rizzi E., Zanzi L., *I Walser nella storia delle Alpi: un modello di civilizzazione e i suoi problemi metodologici*, Milano, Jaca book, 1988, pp. 150-151

16 Lanzardo D., Panero F. (a cura di), *Le radici medievali dell'insediamento alpino*, i tascabili di Palazzo Lascaris n.26, Torino, maggio 2006, cit., pp. 24-25

17 Rizzi E., Zanzi L., *I Walser nella storia delle Alpi: un modello di civilizzazione e i suoi problemi metodologici*, Milano, Jaca book, 1988, pp. 154-155

In Italia i principali insediamenti walser sono: Gressoney St. Jacques, Rima, Rimella, Campello Monti, Alagna, Riva Valdobbia, Macugnaga, Ornavasso, Mi-giandone, Sempione, Ausone, Salecchio, Agaro e Formazza.

In specifico "La Val Devero vanta sette loro insediamenti storicamente comprovati: Cologno, Ausone, Agaro, Margone, Agarina, Costa e Pioda Calva. Ma alcuni edifici a *blockbau*, reperibili dal'Alpe Devero fino a Croveo, lasciano presumere che l'area del popolamento walser fosse originariamente più estesa e che in talune zone siano rimaste famiglie di tale etnia"¹⁸.

In Alpe Devero gli insediamenti walser sono già presenti prima del 1296¹⁹.

Nelle vicinanze della zona di progetto, si trovano dunque due nuclei walser: Salecchio (Premia) e Agàro (Baceno). La presenza walser è attestata nei "due atti di investitura dei coloni di Ausone nel 1296 e di Agaro nel 1298. I signori di Baceno concedono ai due gruppi di coloni vallesani (...) queste due piccole terre da essi godute in feudo sulle montagne della Val Antigorio (alta Ossola). L'investitura ha il carattere perpetuo dell'affitto ereditario e comprende il pieno godimento di terre, baie, prati, campi, gerbidi, boschi, alpi, luoghi alpestri, pascoli e pendici scoscese; dove si sarebbe esercitata, dietro pagamento di un tenue canone annuale, la loro opera di miglioramento"²⁰.

La loro sopravvivenza ad alta quota (solitamente sopra i 1500 m s.l.m.) va ricercata nell'aver affiancato a un'attività agro-pastorale di sussistenza artigianale il ricorso di scambi mercantili (acquisto del sale, delle sementi) vendendo di bestiame in eccesso²¹.

Gli edifici walser presentano la tipica costruzione a tronchi sovrapposti, detta *blockbau*.

Questa tecnica è visibile a Vinone. Le dimore comprendono sopra la stalla anche un laboratorio per le attività artigianali.

Questo è stato approfondito perché a Vinone è presente in due edifici l'impiego della tecnica a tronchi orizzontali. Potrebbe trattarsi di una riproposizione di qualcosa che i Cravegnesi avevano osservato in vicini insediamenti walser, rispetto alla disponibilità locale del larice.

Nelle Alpi oltretutto l'equivalenza bosco=costruzione in legno viene contraddetta; nelle scelte costruttive sono preponderanti infatti le motivazioni culturali²².

Luigi Dematteis in *Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbano*

18 Dematteis L., *Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbano*, Ivrea, Priuli & Verlucca, 2005, cit., p. 159

19 Rizzi E., Zanzi L., *Storia dell'Ossola*, Domodossola, Grossi, 2014, p. 195

20 Rizzi E., Zanzi L., *I Walser nella storia delle Alpi: un modello di civilizzazione e i suoi problemi metodologici*, Milano, Jaca book, 1988, cit., pp. 455-456

21 *Ivi*, p. 269

22 *Ivi*, p. 168; Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino*. Vol. 1 – Struttura della casa, Basel, Krebs, 1976, p. 25

(2005) ipotizza, invece, che l'impiego del *blockbau* a Cravegna sia dovuto alle colonie walser in val Devero, poi trasferitesi nel territorio di Cravegna. Un edificio interamente in pietra potrebbe aver significato un proprietario di un ceto sociale elevato, che per ragioni di status voleva nascondere le parti in legno. Il sistema *blockbau* potrebbe quindi non essere stato impiegato per motivi di prestigio sociale²³.

Non ci si può tuttavia avvalere di questa ipotesi per quanto riguarda l'oggetto di questa tesi, poiché si tratta di edifici agricoli separati dal centro abitato e il legno si è sempre dimostrato ottimale per l'essiccazione e lo stoccaggio del foraggio (fieno) e grano.

Piccola digressione: un'altra attività affiancata all'agricoltura sono state le cave. Nei pressi del torrente è presente infatti una serie di gallerie sotterranee ormai in disuso che si estendono tra Cravegna e Viceno, quindi anche sotto Vinone in prossimità del torrente. Si tratta di una miniera d'oro che ipotizzo di fine Ottocento, poiché è il secolo in cui la dinamite vede il suo massimo impiego, o persino precedente come la famosa miniera d'oro della Guia di Borca (Macugnaga), attiva dal 1710. In quel secolo le cave erano coltivate mediante esplosione della polvere pirica.

²³ Dematteis L., *Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbano*, Ivrea, Priuli & Verlucca, 2005, p. 153



II. Rilievo e tipologie costruttive

Premessa.

Un edificio vernacolare non nasce da un desiderio di espressione individuale o “artistica”, ma è sempre da analizzare come parte di un insieme e corrisponde a determinate esigenze sociali. I materiali sono reperiti nell'immediato intorno e vengono tradotti in elementi costruttivi adattati anche al contesto climatico.

In generale la pietra viene utilizzata per le murature e le coperture dei tetti per l'ottima tenuta e lavorazione a spacco (rocce granitiche e gneiss) e per la delimitazione dei campi stessi. L'essenza lignea, (utilizzata per la struttura portante del tetto, solai, tamponamenti ed elementi esterni (balconi, logge e scale) e in base alle zone anche per le pareti portanti)¹, è impiegata in base alla disponibilità del patrimonio boschivo (tenendo sempre conto del fattore culturale) e il suo utilizzo dipende dalla sua durezza ed elasticità. Ciò trova riscontro anche nel caso studio.

Capire i dettagli tecnologici ha il fine di una corretta riqualificazione con i materiali odierni disponibili e coerenti con la preesistenza, tenendo anche conto che le proprietà delle risorse naturali odierne sono diverse: un legno odierno difficilmente avrà le caratteristiche di uno del Cinquecento.

Oggi ci sono molti casi di patrimonio architettonico montano da tutelare e riqualificare: da una parte i “contenitori vuoti” risalenti al XX secolo (centrali idriche in disuso, edifici militari, sanatori ecc.), dall'altra i nuclei rurali abbandonati che sono fortemente radicati al contesto naturale e evolutivo. Se nel primo caso bisogna trovare una nuova funzione come ad esempio i sanatori², per il secondo si devono comprendere gli aspetti tecnologici tradizionali evitando imitazioni senza qualità architettoniche.

“Un'architettura [...] è qualcosa che deve crescere in rapporto al suo ambiente, con le forme fisiche del luogo, dato che all'insieme del suo contesto appare una storia che modifica la struttura del territorio e le sue molteplici relazioni”³.

¹ Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 – Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, p.25

² Del Curto D., Dini R., Menini G., *Alpi e Architettura. Patrimonio, progetto, sviluppo locale*, Milano-Udine, Mimesis, 2016, pp. 150-151

³ Gellner E., Achleitner F., *Edoardo Gellner: corte di cadore*, trad. di Waugh P., Milano, Skira, 2003, cit., p. 10

Le criticità principali legate al recupero del patrimonio architettonico montano sono la collocazione distante da strade percorribili da mezzi⁴ e la difficoltà di trovare artigiani con conoscenza dei sistemi tradizionali.

II.1 Architettura vernacolare

L'architettura vernacolare è stata a lungo oggetto di dibattito nel corso del Ventesimo secolo, dapprima come contrapposizione al classicismo senza però interessarsi allo sviluppo storico, poi indagata come patrimonio architettonico inscindibile dagli aspetti sociali, economici e culturali. Si è passati dai “tipi” utili per le costruzioni moderne sino a un riconoscimento delle sue qualità architettoniche, poiché si è compreso il valore storico-culturale (forma costruttiva ripetuta nel contesto e inscindibile da esso), rendendo gli edifici vernacolari significativi per un recupero.

Ogni luogo ha infatti una propria cultura popolare ma al tempo stesso ogni società non è totalmente omogenea quindi è pericoloso seguire ciecamente soluzioni teoriche senza una verifica contestuale, evitando di ricadere in apologie melanconiche sul territorio e di adottare gli stessi criteri progettuali per qualsiasi fase storica dell'architettura.

Vernaculus è termine latino per “domestico”, “familiare”. Pensando però alla radice latina *verna*, ovvero “schiava”, si individua subito la convinzione durata secoli che l'architettura vernacolare sia “sottomessa” all'architettura colta, monumentale, nelle vesti del padrone. Classificazioni superate dalla storiografia contemporanea ma ancora sensibili nel Ventesimo secolo in cui studiosi della materia, etnografi e geografi hanno posto le basi per un corretto studio, grazie al quale gli architetti iniziarono a indagare l'architettura vernacolare¹.

L'architettura *tradizionale* è definita tale quando i tipi costruttivi vengono ripetuti e imitati.

L'architettura *vernacolare* è una sottocategoria dell'architettura tradizionale poiché, oltre alla ripetizione e imitazione di tipi costruttivi, incarna un determinato carattere costruttivo nell'intorno, quindi locale, oppure regionale².

Il carattere costruttivo è strettamente legato alla cultura artigianale: materiali locali e metodologie costruttive che si adattano alla morfologia e condizioni climatiche del sito.

¹ Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 23

² Bertozzi P., Ghini A., Guardigli L. (a cura di), *Le forme della tradizione in architettura: esperienze a confronto*, Milano, Franco Angeli, 2005, p. 608

⁴ Del Curto D., Dini R., Menini G., *Alpi e Architettura. Patrimonio, progetto, sviluppo locale*, Milano-Udine, Mimesis, 2016, pp. 170-171

Erroneamente si utilizza il termine “rurale” come sinonimo di “vernacolare”. Il mondo agricolo è stato infatti il luogo più prolifico per questi edifici e la figura dell'uomo agricoltore è stata lodata nel corso della storia: dal ritiro dell'intellettuale romano dall'Urbe al “buon selvaggio” di Jean-Jacques Rousseau, sino al ritorno di un mondo utopico basato sull'agricoltura di Yona Friedman³.

La propaganda di Mussolini ha influito in particolare sul dibattito sul *ruralismo* in Italia: la “battaglia del grano” per individuare l'*italianità* e aumentare la produzione agricola ai fini della produzione nazionale, ovvero numerosi contadini per raggiungere l'autarchia desiderata dal regime.

Negli stessi anni Giuseppe Pagano Pogatschnig (1896-1945) parla di “architettura rurale”, mentre successivamente l'architetto Franco Albini (1907-1977) utilizzò l'espressione “architettura spontanea” per distaccarsi dalla definizione di *ruralismo* usato appunto durante il regime fascista⁴. “Spontaneo” è però errato, come evidenzia Gillo Dorfles poiché “tutte le forme artistiche sono spontanee”⁵; mentre il primo corretto uso di “architettura vernacolare” è di Sir Gilbert Scott nel *Remarks on Secular and Domestic Architecture Present and Future* (1857), in cui prende il termine “vernacolare” dalla linguistica per definire un'edilizia di costruttori senza architetti⁶.

3 Friedman Y., *Utopie realizzabili*; trad. di Spero S., Macerata, Quodlibet, 2016, pp. 157-158

4 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 208

5 Dorfles G., *Architettura 'spontanea' e tutela del paesaggio*, in “Domus”, n. 305 (aprile 1955): 8, 64

6 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 24

Gli edifici oggetto di questa tesi possono essere considerati esempi di architettura vernacolare: hanno qualità architettoniche riscontrabili nel tipo costruttivo definito “ossolano”.

Gli avvenimenti fondamentali del rinnovato interesse del vernacolare in Italia sono riscontrabili nel Ventesimo secolo; descritti da Michelangelo Sabatino, nel suo scritto *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare* (2013) e qui di seguito ripresi nei punti salienti.

Tra il 1910 e il 1970 gli architetti italiani si interessarono all'architettura vernacolare per ricercare le proprie origini di un'identità nazionale in contrasto con il linguaggio aulico promulgato dalle accademie per legittimare la nuova architettura basata sull'*italianità*. L'architettura vernacolare fu infatti un modello sia per architetture moderne sia per quelle reazionarie, animando dibattiti e proponendo mostre e pubblicazioni⁷. In particolare negli anni Trenta tale interesse venne influenzato dal clima politico⁸.

La ricerca di un'identità nazionale italiana e conseguentemente di un modo costruttivo italiano si ripresentò con l'unificazione dell'Italia nel 1861, e si fece più viva a cavallo tra le due Guerre. Lo scontro fu sempre lo stesso, classicismo da un lato e tradizione etnografica dall'altra.

Punto focale fu la *Mostra Etnografica Italiana* del 1911 curata dall'etnografo Lamberto Loia inserita nell'Esposizione del Cinquantenario a Roma, allestita dal governo per il l'anniversario dell'unificazione e supervisionata dall'architetto e urbanista Marcello Piacentini⁹. Una mostra che illustra un mutamento sociale che vide il contadino diventare cittadino. Questa esposizione allestita all'aperto propose architetture ricostruite *in loco* e manufatti di uso quotidiano spiegati dai contadini stessi che illustrarono la propria quotidianità e dunque appartenenza nazionale¹⁰.

Architettura e arti vernacolari iniziarono così a uscire dalla loro marginalità imposta dal classicismo, il quale però fu sempre adottato per gli edifici di rappresentanza politica. Ciò emerge chiaramente, ad esempio, dalla biografia di Marcello Piacentini. Dapprima interessato alla tradizione vernacolare come ispirazione per nuovi progetti (*Architettura minore in Italia*, 1926), si dedicò poi al progettare monumenti razionalisti con influenze classiciste al servizio della politica.

È doveroso ancora citare due momenti storici antecedenti all'avvento del fascismo nei quali è prevalso l'interesse per la tradizione vernacolare: la *Circo-*

7 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 20

8 Del Curto D., Dini R., Menini G., *Alpi e Architettura. Patrimonio, progetto, sviluppo locale*, Milano-Udine, Mimesis, 2016, pp. 35-36

9 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 57

10 Ivi, p. 60

lare n.13 *Raccolta di elementi decorativi italiani dell'arte paesana* (1920) di Arduino Colasanti, che esortò a collezionare l'arte paesana prima che fosse scomparsa definitivamente; e la *Mostra di arte rustica* (1921) a cui collaborò Piacentini evidenziando “l'apporto dell'arte rustica sulla progettazione contemporanea”¹¹. Egli propose l'architettura vernacolare come supporto a quella contemporanea tralasciandone lo studio scientifico¹².

Successivamente emerse un accostamento dell'architettura *minore, spontanea, rurale, vernacolare* con l'espressione di “Mediterraneità”, esaltando un modo di costruire tipico delle coste mediterranee, tra un *revival* e uno stile rustico. La “Mediterraneità” divenne punto focale del dibattito tra razionalisti e futuristi negli anni Venti e Quaranta¹³; la tematica fu affrontata dai più grandi architetti attivi in quegli anni, tanto da divenire tema di discussione del Congresso Internazionale di Architettura Moderna (CIAM) del 1933.

Le indagini sull'architettura alpina furono però marginali in Italia fino a quando

non spiccò la figura di Giuseppe Pagano Pogatschnig; direttore della rivista *Casabella* a partire dal 1932 (sino al 1943, anno del suo arresto, morendo poi a Mauthausen) tramite la quale promosse la tradizione popolare italiana come stimolo per nuovi progetti, pubblicando anche studi sull'architettura alpina a lui contemporanei, tra i quali quelli di Carlo Mollino¹⁴.

Pagano, inoltre, diede vita, insieme al fotografo Werner Daniels (“Guarniero Daniel”), alla mostra intitolata *Architettura rurale italiana* allestita alla Triennale di Milano nel 1936 (medesimo titolo per il catalogo pubblicato nello stesso anno). In questa pubblicazione non si menzionarono stili né tantomeno date di costruzione, l'attenzione fu posta ai materiali e alle tecnologie adottate in ciascuna regione. Fu dunque una teoria piuttosto apodittica dell'evoluzione tipologica, non ci sono infatti disegni tecnici o schizzi di edifici o parti di essi.

11 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, cit., p. 89

12 *Ivi*, pp. 89; 95

13 *Ivi*, p. 27

14 *Ivi*, pp. 27-28



Copertina di "Architettura rurale italiana" (1936)



14. "Architettura rurale italiana" (1936), pag. 11

Si può infatti notare come sia presente una composizione di immagini priva di una descrizione esauriente (*Architettura rurale italiana*, p.11 [fig.14]): l'attenzione è rivolta alla facciata principale di un edificio alpino al fine di mostrare la maestosa inclinazione della copertura in paglia confrontata ad altre tipologie montane regionali, senza però cenni all'utilizzo del legno in contesto montano e senza riferimenti storici.

Questo interesse per i modelli costruttivi è evidente soprattutto nella riproposta della “casa colonica” per le abitazioni popolari in epoca dittatoriale. Fu un'imitazione di tale modello piuttosto che una rielaborazione¹⁵.

L'architetto, urbanista e docente universitario Enrico Agostino Griffini fu tra i primi a rendersi conto di come le norme igieniche debbano adattarsi alla tradizione vernacolare¹⁶.

Tematica ancora viva oggi e affrontata per il caso studio nel capitolo 3. “Adeguamento normativo” della seconda parte di questa tesi.

Ritornando all'architettura vernacolare alpina, uno dei primi a diffondere disegni degli edifici montani fu Camillo Jona, che si interessò alla Valle d'Aosta. Menzione va anche fatta per il Club Alpino Italiano.

Questo interesse per gli edifici alpini del Nord Italia derivò dalla volontà di imitare dettagli costruttivi, come ad esempio i loggiati in legno in *cottage*, alberghi, rifugi montani e baite di nuova costruzione. Le Alpi sono prossime a Torino e Milano dove fu presente una borghesia benestante che nel Dopoguerra poté raggiungere i paesi montani per mezzo delle linee ferroviarie e soprattutto grazie alla diffusione dell'automobile a benzina.

Questa situazione fu terreno fertile per gli architetti che iniziarono a sperimentare diverse soluzioni progettuali per case e ville¹⁷.

Risaltò allora la figura di Carlo Mollino e i suoi interessi per i dettagli costruttivi e l'artigianalità¹⁸. Egli lavorò anche insieme a Edoardo Gellner e destò subito interesse in Pagano che lo fece pubblicare su *Casabella*. Oltre a Mollino, Gellner e Pagano, furono importanti anche le figure di Gio Ponti, Piero Portaluppi e di Ettore Sottsass senior, le quali idee di riqualificazione e progettazione “modesta” erano prevalentemente rivolte alle periferie delle grandi città o alle piccole località, a differenza del successivo “piano Fanfani” del 1949, chiamato anche “piano INA-CASA”, che rispose su larga scala alla carenza di alloggi nel fine guerra per la classe operaia¹⁹.

15 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 22

16 *Ivi*, p. 187

17 *Ivi*, pp. 179-180

18 Bagliani D., *La montagna esplorata: progetto e formazione nel contesto alpino*, Aosta, Tip. La Vallée, 2000, pp. 35-36

19 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, pp. 195; 205

Termini chiave: modestia e reversibilità; termini per i quali si trova un dualismo nella tipologia costruttiva del *blockbau* finalmente riscoperta nei tempi moderni data la sua ripetibilità e disassemblabilità.

Pagano trovò nell'architettura rurale stimoli per un'architettura nuova basata su principi funzionali strettamente collegati al luogo, al clima e alle esigenze tecniche²⁰: “l'analisi di questo grande serbatoio di energie edilizie, che è sempre sussistito come un sottofondo astilistico, può riserbarci la gioia di scoprire motivi di onestà, di chiarezza, di logica, di salute edilizia là dove l'Ottocento vedeva solo arcadia e folclore”²¹.

L'interesse per l'architettura vernacolare di Pagano influenzò gli architetti Franco Albini e Giancarlo De Carlo che allestirono la *Mostra dell'architettura spontanea* alla Triennale di Milano nel 1951²².

L'architettura vernacolare non venne dunque studiata dai modernisti come un fenomeno circoscritto in un passato lontano e a sé stante, ma per riproporne i modelli e l'approccio artigianale. La tradizione vernacolare venne utilizzata per le abitazioni e gli edifici di servizio (per gli edifici di rappresentanza dominava sempre il Classicismo). Il linguaggio neovernacolare venne utilizzato dal piano INA-CASA e descritto nel *Manuale dell'architetto* (1946), tra gli autori del quale figura Bruno Zevi. Vi si trovano linee guida sia per costruzioni nuove sia per l'adattamento delle costruzioni rurali.

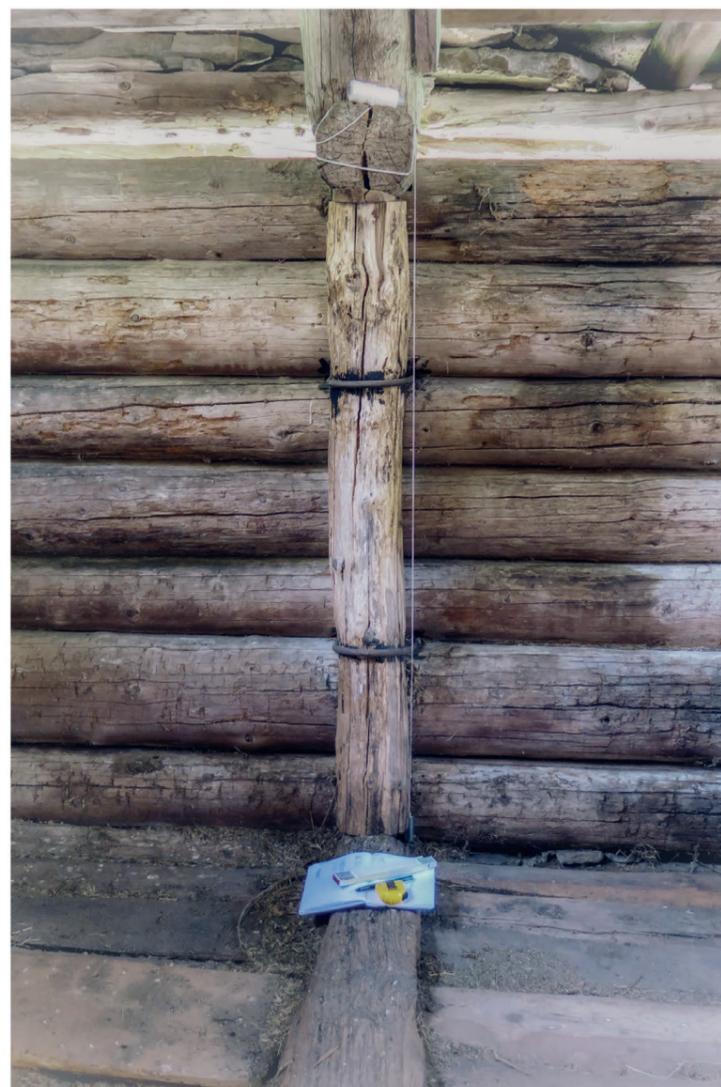
“Il Manuale fu forse uno degli esperimenti più interessanti del dopoguerra con rispetto all'edilizia neovernacolare, al punto che gli autori dimostrarono il grado in cui le forme vernacolari esistenti avrebbero potuto essere ancora utilizzate come modelli per i progetti dell'epoca a basso costo, in contesti semi-urbani e rurali”²³.

20 Bagliani D., *La montagna esplorata: progetto e formazione nel contesto alpino*, Aosta, Tip. La Vallée, 2000, p. 29

21 Pagano G., *Documenti di architettura rurale*, in “Casabella”, n.95, novembre 1935, cit., pp. 18-19

22 Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013, p. 29

23 *Ivi*, cit., pp. 212-213



II.2 Metodologia

Il rilievo è stato svolto in due campagne: la prima ha riguardato i quattro edifici di Vinone; la seconda si è concentrata sui tre edifici di Cascine Arse e un controllo di tutte le strutture coinvolte.

Il rilievo e la documentazione sono state la prima fase indispensabile di intervento di recupero.

Più è dettagliato, migliore è l'analisi dei costi di intervento, così come una corretta individuazione dei caratteri di ciascun edificio permette in fase di progetto di verificare la possibilità di nuove aperture per l'edificio: è preferibile una nuova apertura che ampliare quelle originarie.

L'indagine degli elementi e sistemi costruttivi serve in fase di progetto a usare materiali coerenti.

Sono stati allora svolti il rilievo geometrico-dimensionale, il rilievo critico e il rilievo fotografico.

Il rilievo geometrico-dimensionale è la rappresentazione grafica dello stato di fatto attraverso piante per ogni piano, prospetti e sezioni significative.

Il rilievo critico consiste nello studio delle trasformazioni dell'edificio, strutture portanti, eventuali intonaci, aperture, altezze interne, solai e copertura.

Il rilievo fotografico infine è di supporto ai rilievi precedenti: documenta lo stato di ciascun edificio nel complesso e nei suoi elementi significativi, e il contesto ambientale¹.

La strumentazione utilizzata per il rilievo delle misure è consistita in filo a piombo, livella, livella laser, gesso, metro, distanziometro, treppiede con bolla.

Le misurazioni manuali (dirette) e digitali (indirette) sono state ricavate tramite trilaterazione per le piante e tramite coltellazione per i prospetti.

Per i singoli vani è stato effettuato un rilievo planimetrico di trilaterazioni indipendenti mentre quando ci sono due o più vani si è proceduto con trilaterazioni ancorate a un allineamento comune (trilaterazioni concatenate).

Ogni misurazione è stata ripetuta due volte, “in andata e ritorno”, evitando gli errori di natura grossolana².

¹ Maurino R., Doglio G. (a cura di), *Recupero: come fare? : appunti sul problema della ristrutturazione della casa alpina*, 2. ed, Cuneo, L'Arciere, 1995, pp. 19-22

² Musso S. F., *Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica*, 4. ed., Roma, EPC Libri, 2016, pp. 114-116

Le trilaterazioni sono necessarie quando i punti inaccessibili devono essere collimati a partire da due punti accessibili.

Lo strumento necessario per fare ciò è stato il distanziometro; ad esempio un angolo inaccessibile (poiché parte di solaio crollato) è stato ricavato dalle trilaterazioni considerando la diagonale. Per ogni vano sono state misurate entrambe le diagonali (ne è sufficiente una ma per ulteriore verifica sono state misurate entrambe).

Il distanziometro è stato “posto in stazione” per effettuare il rilievo tramite coordinate polari: è stata così definita l'altezza tramite due lati e l'angolo compreso tra essi.

Ciò è servito per “determinare la posizione nello spazio di punti appartenenti alle superfici esterne di un edificio e ai suoi spazi interni”³; così come per verificare la posizione e l'ingombro delle aperture sia dall'interno che dall'esterno.

È stata fatta anche una prova di posizionamento di una rete di inquadramento esterna da due punti, ma il dislivello del terreno è troppo ampio per una corretta restituzione.

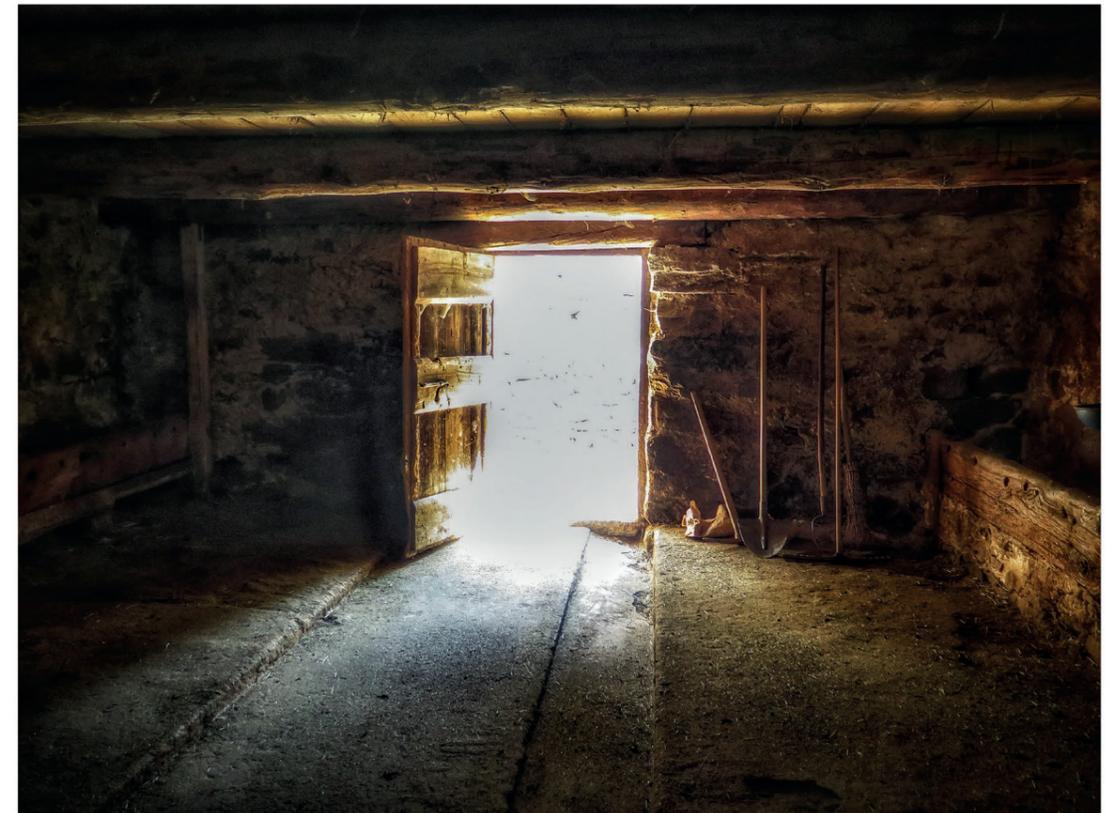
Il fotoraddrizzamento è stato impiegato per la restituzione dei cantonali essenzialmente per indagare la tessitura muraria, mentre tutte le altre misurazioni fanno invece riferimento a quella manuale e digitale effettuate *in loco*.

Tutte le misure riportate negli eidotipi delle campagne di rilievo sono infine state restituite in CAD rappresentando gli architettonici di piante, prospetti e solai al 1:50 e sezioni al 1:20.

³ Musso S. F., *Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica*, 4. ed., Roma, EPC Libri, 2016, cit., pp. 120-121



II.3 Schedatura e tavole di rilievo



edificio 1



L'edificio 1 è situato a Vinone ed è il primo a cui si accede arrivando dal sentiero che attraversa Cascine Arse e discende verso il nucleo di Vinun.

La prima entrata che si incontra si trova sul fronte nord, dove risulta sopra terra solo il piano superiore.

Le altre entrate sono a est, raggiungibile tramite dislivello del terreno in cui sono inserite lastre di pietra a formazione di gradini. I restanti prospetti non ospitano ulteriori ingressi: il prospetto ovest ha due aperture nel basamento in pietra, mentre quello sud ha un'apertura nel basamento. Entrambi i timpani sono parzialmente tamponati da assi in legno.

La prima caratteristica costruttiva che si nota è il dettaglio del *blockbau* su pianta approssimativamente quadrata, differenziandosi da tutti gli altri edifici (l'edificio 3 presenta questo sistema costruttivo, ma ha una struttura diversa e di maggiori dimensioni).

La sua presenza è sicura a partire dal 1722 (Catasto teresiano effettuato per Cravegna, Mozzio e Viceno, consultato presso l'Archivio di Stato di Torino).

Può darsi che risalga almeno al 1600, se non addirittura ad una fase precedente.

Il “cassone” in legno poggia su un basamento in pietra, il quale presenta una struttura compatta e omogenea, a secco con interventi recenti in malta a base di calce. Le pareti in pietra sono a pezzatura variabile con grossi cantonali sbazzati.

Al piano inferiore si trovano le mangiatoie con lo scolo che attestano l'uso a stalla fino agli anni '50 (nei registri del catasto Rabbini è indicato come stalla); al piano superiore trovava posto lo stoccaggio del fieno oppure con destinazione d'origine presumibilmente a granaio date le fessurazioni tra i tronchi e timpani aperti.

Tutte le aperture nel basamento sono composte da un architrave ligneo, spalle in muratura ordinaria e davanzone in lastra di pietra.

La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti con manto in *piode* montato su correnti. Due catene sono state tagliate. L'angolo di falda è di 41°.

Nei registri del catasto Rabbini è indicato come proprietà di Giovanni Zanola e Giuseppe Savoja con destinazione d'uso “stalla”.

Entrambi gli edifici a *blockbau* (edifici 1 e 3) risalgono alla famiglia Cesprini; l'edificio 1 era ancora in eredità a questa famiglia, poi comprato dall'agricoltore. Se fosse certo che questo cognome fosse di una famiglia cravegnese con dimora nel centro abitato, si potrebbe escludere che i fabbricati fossero stati costruiti da una famiglia walser.

Gli interventi di risanamento dei degradi saranno rivolti al *blockbau* che attualmente presenta uno slittamento di alcuni tronchi (partendo dal basso: il quarto e il quinto), nonostante la presenza delle chiavi. Tale degrado potrà essere recuperato per mezzo di funi tirando la trave verso l'interno ricollocando così l'eccentricità nel terzo medio. Si andranno poi a inserire ancoraggi e catene per il tetto.

Foglio 46
Mappale 63, 64
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1600 – 1722
Presente nel Catasto teresiano sì
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione produttivo agricolo (stalla e fienile)

Caratteristica edificio di tipo tradizione non ristrutturato

Stato di conservazione strutturale edificio in discreto stato di conservazione ripristinabile con piccoli interventi

n. Piani 2

Affaccio su sentiero principale sì

COPERTURA

Copertura a capanna; aperto e ventilato

Manto copertura manto realizzato in beole con tecnica tradizionale

Smaltimento acque meteoriche assente

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali a grossi elementi

Struttura legno cassone in legno a *blockbau* poggiate su basamento in pietra (piano terra)

Intonaci stilatura dei giunti eterogenea

Note aggiunta di un fabbricato di dimensioni minime nel prospetto sud

DIVISIONE INTERNA

Piano terreno stalle separate (probabile una per i caprini e l'altra per i bovini) tramite muro non ammorsato alle pareti perimetrali, ognuna con proprio ingresso

Piano primo la divisione dello spazio interno è ottenuta con un graticcio per la divisione dello stoccaggio del fieno oppure granaio.

APERTURA

Porte architrave in legno con spalle in muratura ordinaria al piano inferiore; architrave in legno e stipiti in legno al piano superiore

Finestre architrave in legno con spalle in muratura ordinaria al piano inferiore; architrave in legno e stipiti in legno al piano superiore

ELEMENTI

Balconi assente

Loggiato assente

Scale esterne salita ad est composta da pietre inserite nel terreno per sopperire alla differenza di quota

Smaltimento fumi assente

Latrine assente

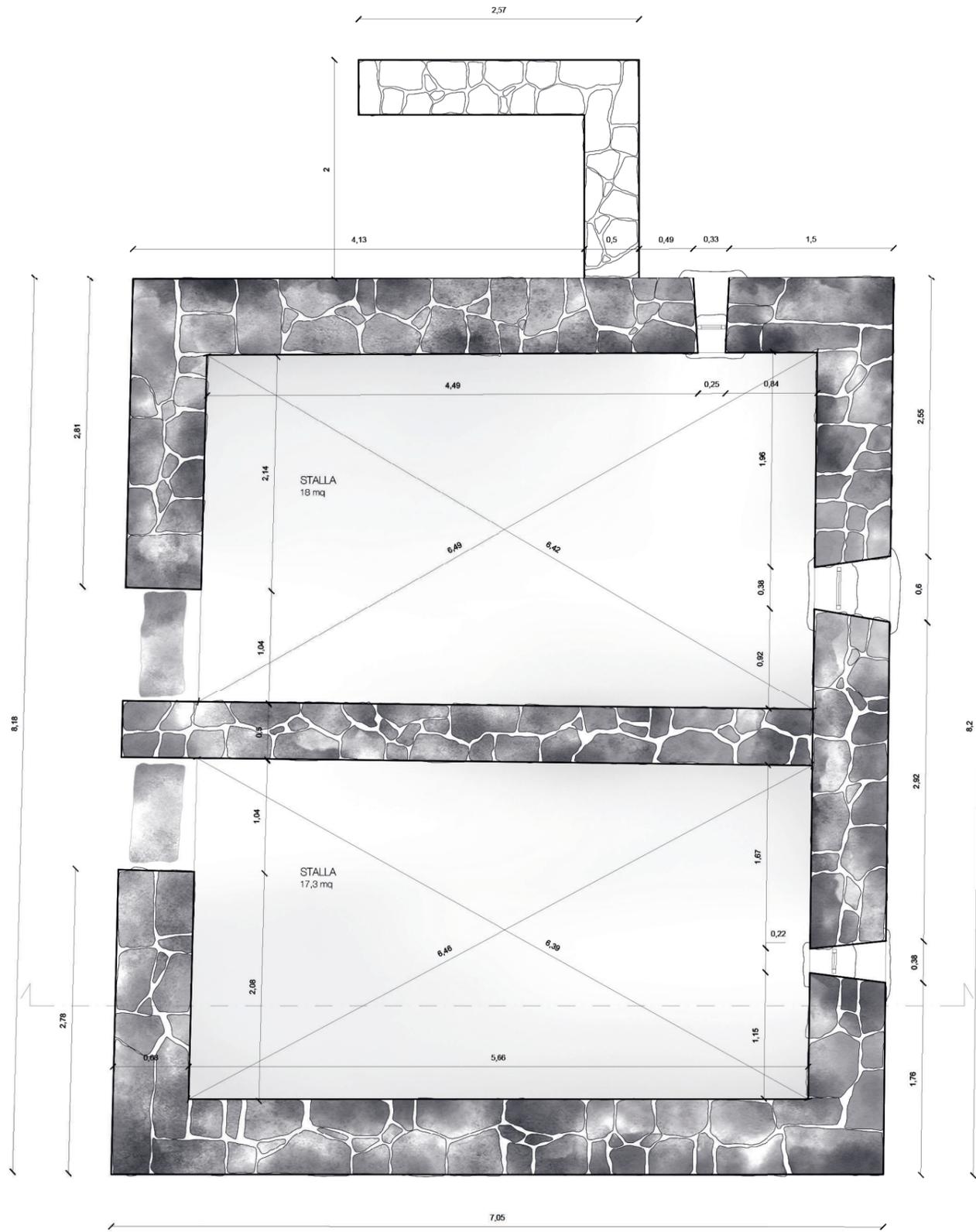
Decorazioni assente

Arredo mangiatoie al piano terreno

Datazioni su elementi assente



Pianta piano terra (1:50)



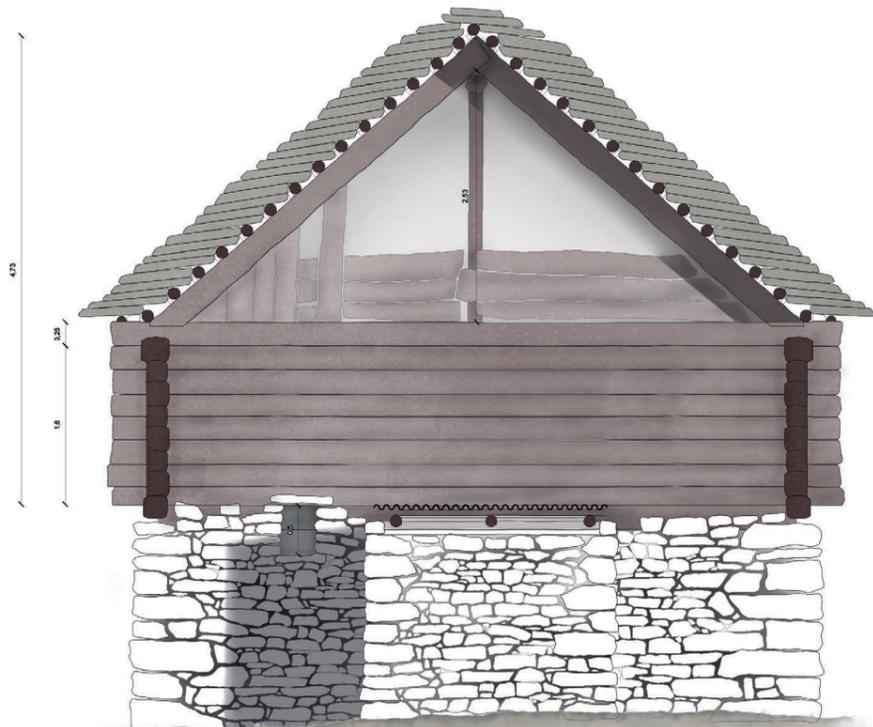
Pianta piano primo (1:50)



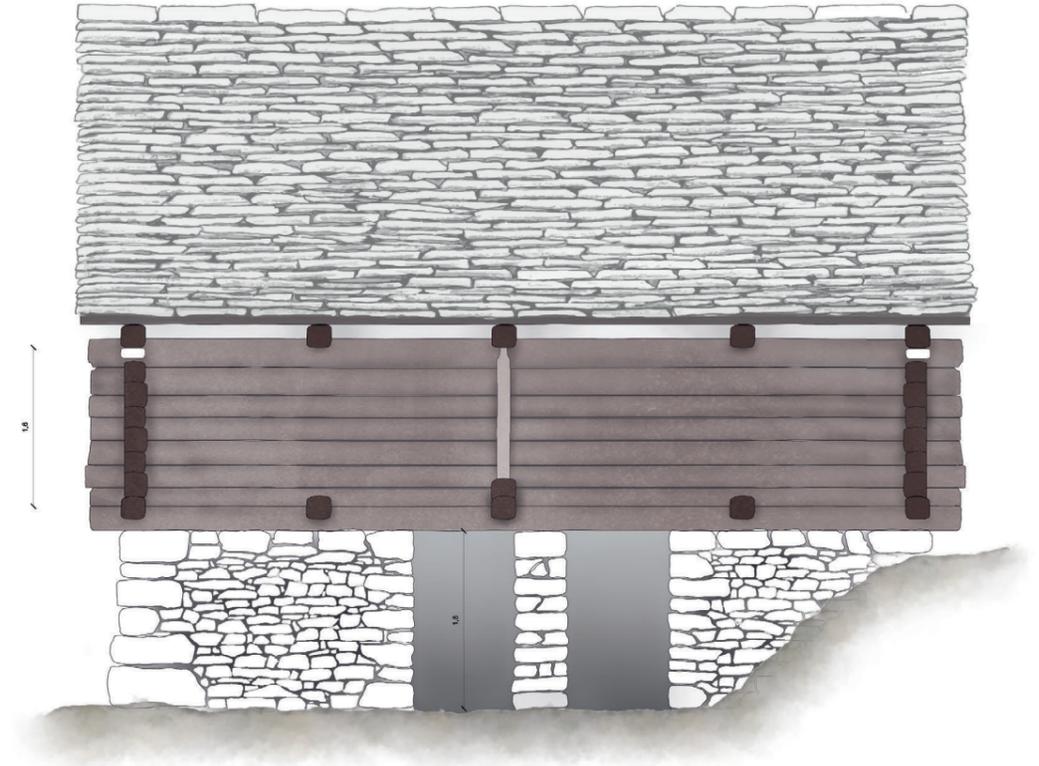
Prospetto nord (originale 1:50, qui fuoriscalà)



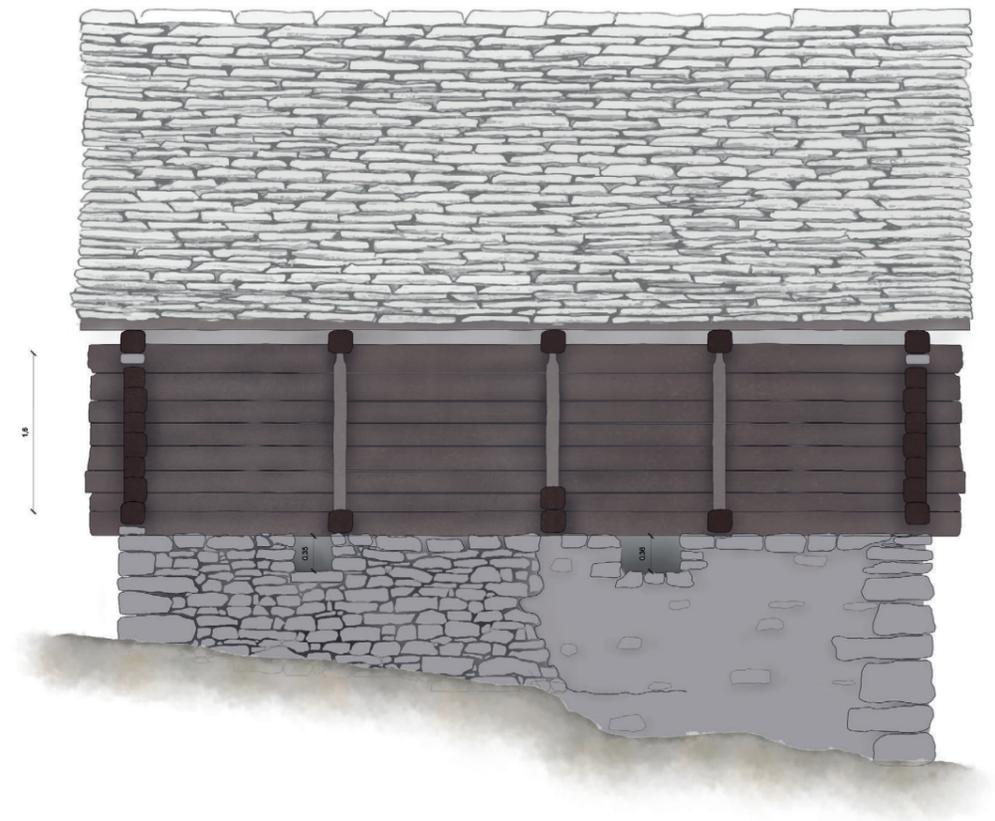
Prospetto sud (originale 1:50, qui fuoriscalà)

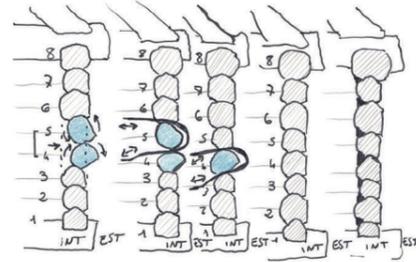


Prospetto est originale 1:50, qui fuoriscalà)



Prospetto ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalata)



edificio 2

L'edificio 2 è situato a Vinone, è il primo costeggiato dal sentiero, ma si accede solo una volta superato l'edificio 1. Ci sono due accessi al piano inferiore nel prospetto ovest che affacciano su uno spazio collegato al sentiero e compreso tra gli edifici 1, 2 e 3. Questa zona è indicata nei registri del catasto Rabbini come "6204: luogo di deposito" di Giuseppe Borri, Pietro Antonio Cesprini e Giuseppe Zanola, gli stessi proprietari della parte a nord dell'edificio (6205), mentre la parte a sud era di Giacomo, Giovanni e Luigi Viscardi. Entrambe le parti sono indicate con funzione a "stalla". L'altra entrata è nel prospetto nord e si accede al piano superiore, mentre il prospetto sud ha accessi sia al piano inferiore che a quello superiore.

La sua presenza è sicura a partire dal 1722 (Catasto teresiano della zona di Cravegna).

È però possibile che risalga almeno al 1600, se non addirittura prima poiché è ben visibile un ampliamento della struttura.

Oltre al "cuci e ricuci" di muratura e radice, si nota come nel prospetto ovest si differenzi la modalità della messa in posa delle travi del solaio. Le teste delle travi sono infatti visibili dall'esterno nella tessitura del muro longitudinale. Questo sistema costruttivo è presente anche nel prospetto sud dell'edificio 4.

Le murature in pietra compatte e omogenee, e a secco, hanno una pezzatura variabile e cantonali di dimensioni maggiori sbozzati.

Al piano inferiore erano collocate le stalle (mangiatoie presenti in tutti gli edifici al piano inferiore), ora non più in uso poiché la parte verso nord del solaio ha il tavolato in parte crollato, mentre la parte verso sud presenta addirittura una trave crollata.

Il piano superiore era probabilmente destinato allo stoccaggio per il fieno. I timpani sono aperti in entrambi i prospetti.

Tutte le aperture sono composte da un architrave ligneo, con spalle in muratura ordinaria e davanzale in lastra di pietra.

La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti con manto in *piode* montato su correnti. Presenta una catena tagliata. L'angolo di falda è di 38°.

Gli interventi di risanamento dei degradi saranno mirati alla copertura, in particolare la sistemazione delle *piode* nel fronte sud, e al rifacimento del solaio. Essendo mancata la manutenzione delle beole, c'è stata un'infiltrazione di acqua che ha portato alla marcescenza un corrente con conseguente spostamento delle *piode* e crollo di alcune. Tale grave situazione richiederebbe un tempestivo intervento onde evitare il rischio di marcescenza dei puntoni che potrebbe portare al crollo della copertura, come è avvenuto per l'edificio 5.



Foglio 46
Mappale 67, 68
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1600 – 1722, 1722-1861 ampliamento
Presente nel Catasto teresiano sì
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione produttivo agricolo (stalla e fienile)

Caratteristica edificio di tipo tradizione non ristrutturato

Stato di conservazione strutturale edificio in discreto stato di conservazione ripristinabile con piccoli interventi

n. Piani 2

Affaccio su sentiero principale no

COPERTURA

Copertura a capanna; aperto e ventilato
Manto copertura manto realizzato in beole con tecnica tradizionale

Smaltimento acque meteoriche assente

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali a grossi elementi

Struttura legno assente

Intonaci stilatura dei giunti eterogenea

Note ampliamento visibile nel fronte ovest

DIVISIONE INTERNA

Piano terreno stalle separate (probabile una per i caprini e l'altra per i bovini) tramite muro non ammorsato alle pareti perimetrali, ognuna con proprio ingresso

Piano primo la divisione dello spazio interno è ottenuta con un graticcio per la divisione dello stoccaggio del fieno. Due spazi separati con proprio ingresso.

APERTURA

Porte architrave in legno con spalle in muratura ordinaria

Finestre architrave in legno con spalle in muratura ordinaria

ELEMENTI

Balconi assente

Loggiato assente

Scale esterne salite composte da pietre inserite nel terreno attorno all'edificio per sopperire alla differenza di quota

Smaltimento fumi assente

Latrine assente

Decorazioni assente

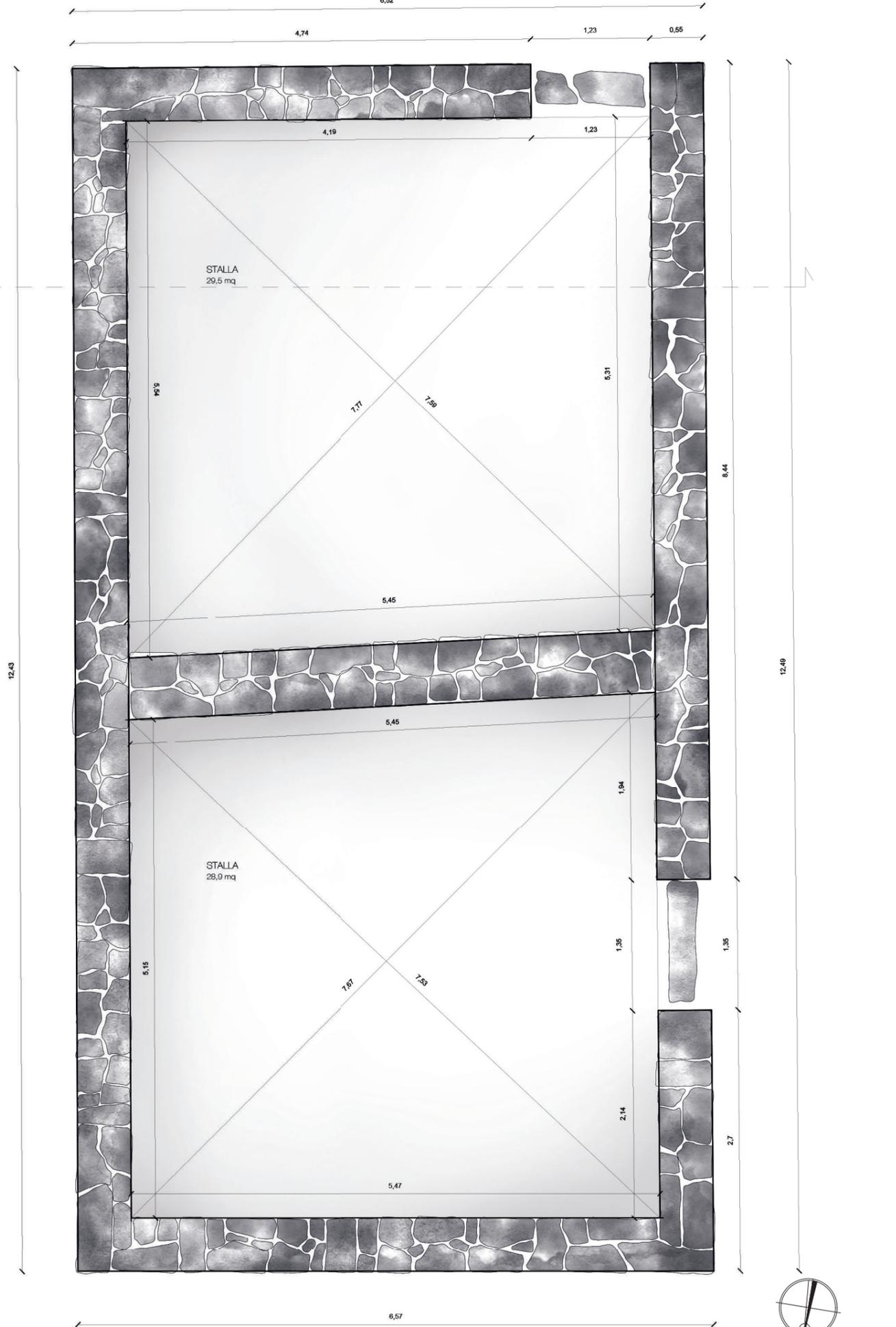
Arredo mangiatoie al piano terreno

Datazioni su elementi assente

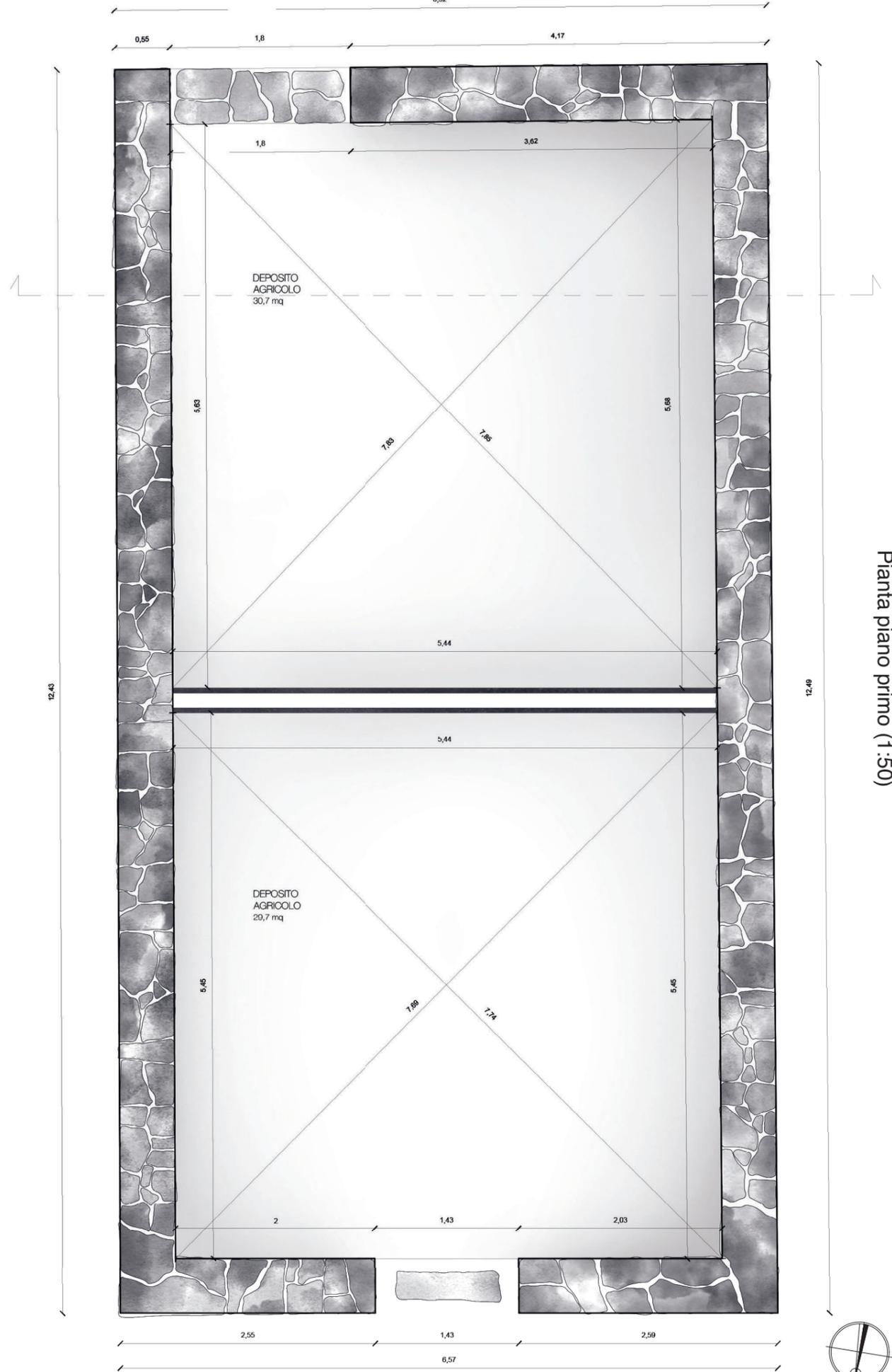




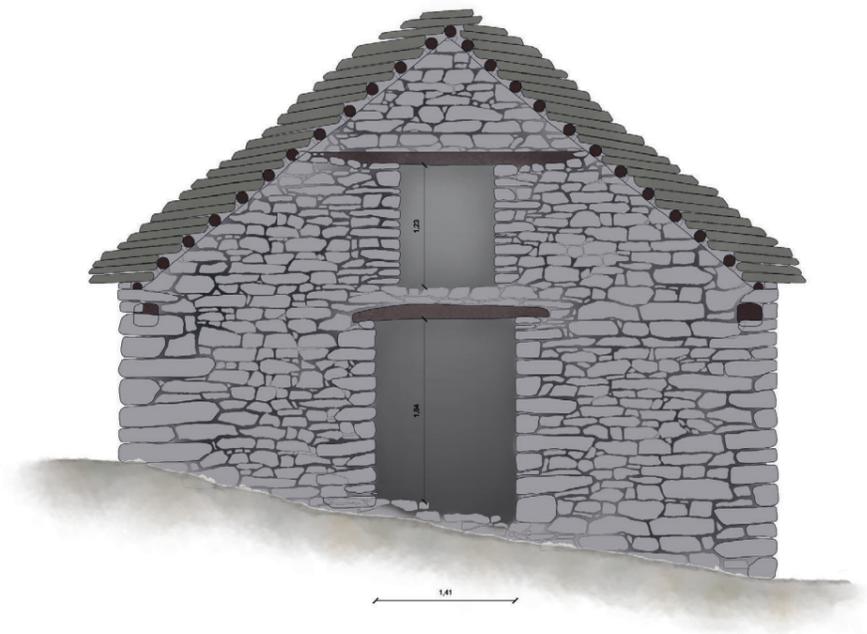
Pianta piano terra (1:50)



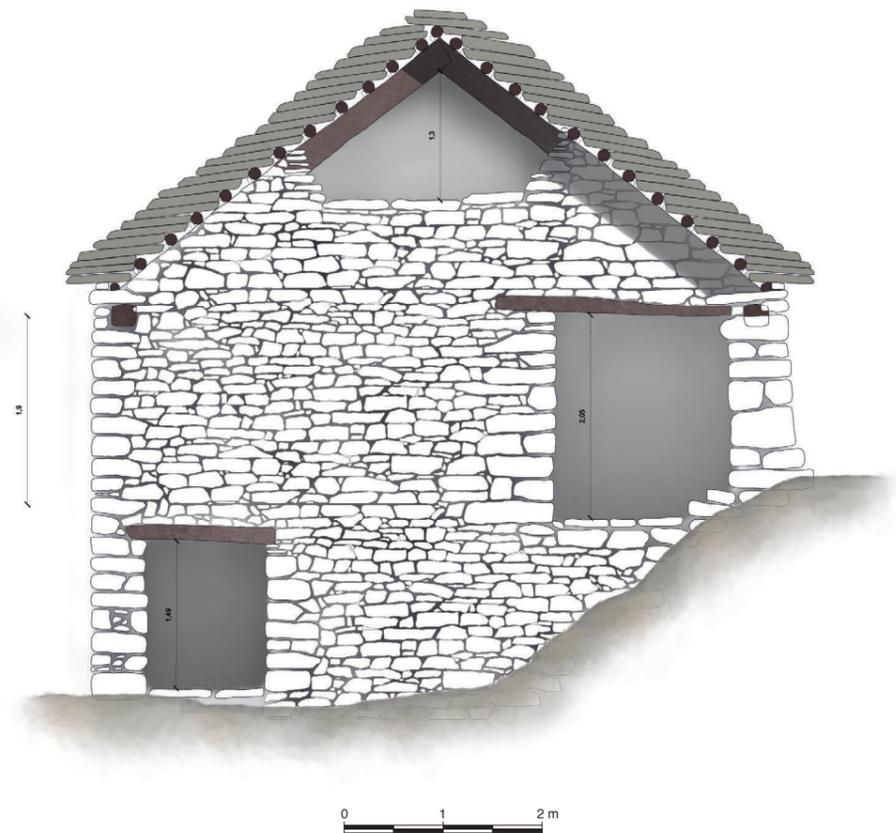
Pianta piano primo (1:50)



Prospetto nord (originale 1:50, qui fuoriscalà)



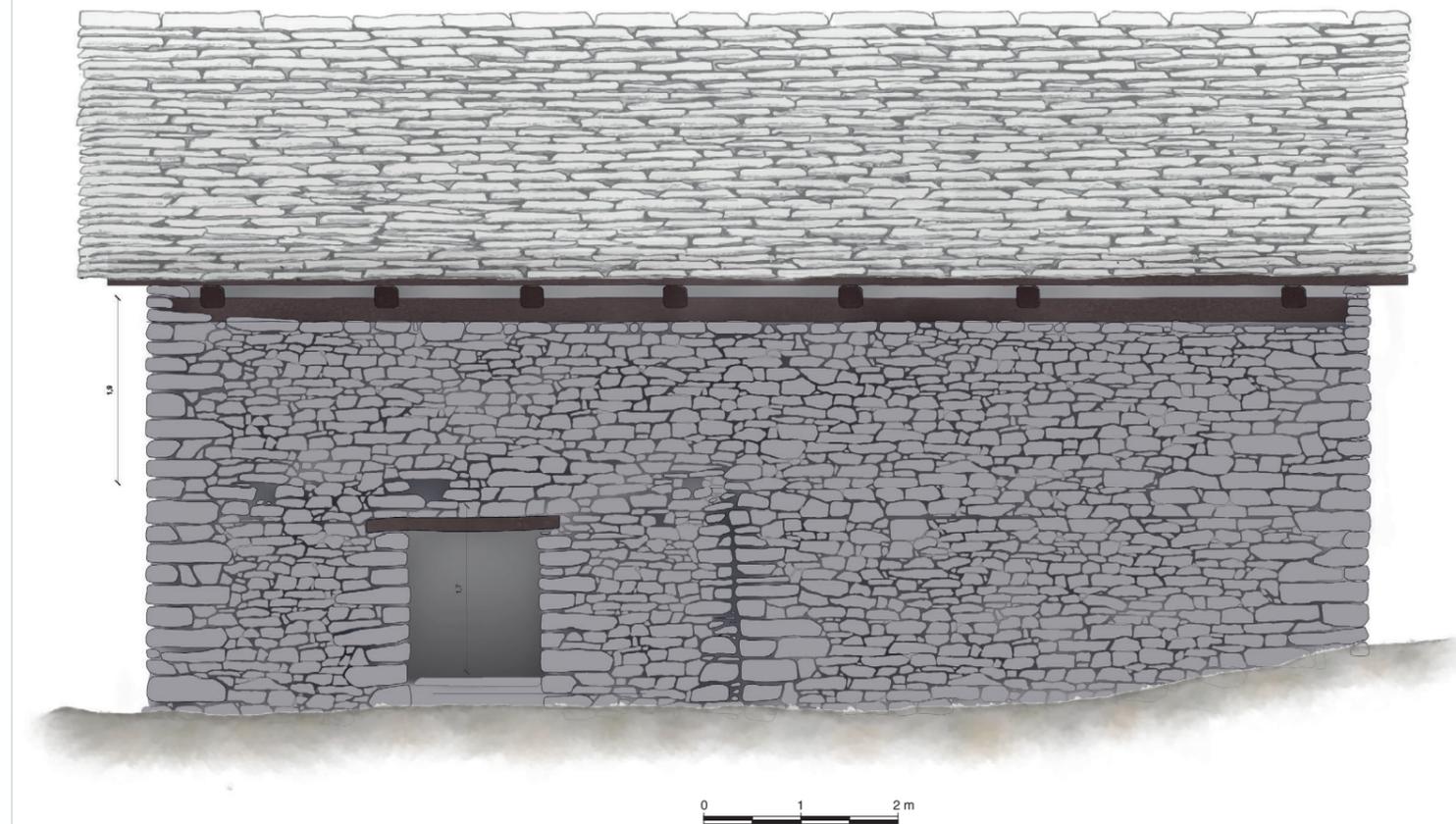
Prospetto sud (originale 1:50, qui fuoriscalà)

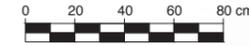
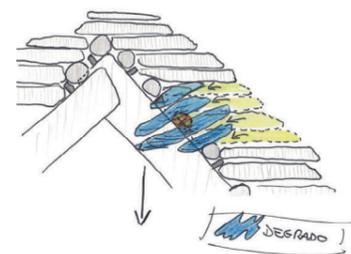


Prospetto est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



Prospetto ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalda)



edificio 3

L'edificio 3, a Vinone, ha un solo prospetto accessibile (quello sud-ovest) dal sentiero che arriva da Cascine Arse. È la struttura con dimensione maggiore tra quelle in analisi.

Dal prospetto sud-ovest si può accedere al piano inferiore dove sono presenti due stalle separate e al piano superiore per mezzo di una scala in pietra. I due accessi inferiori presentano spalle murarie in pietra, mentre quello superiore è ricavato nei tronchi con stipiti in legno.

Il piano superiore è stato probabilmente destinato allo stoccaggio del fieno fino agli anni '50. I timpani sono aperti in entrambi i prospetti più corti.

È interessante trovare anche qui il *blockbau* al piano superiore, poggiante su un basamento in pietra. Le pareti longitudinali si prolungano creando uno spazio esterno coperto, riparando gli accessi e le scale.

Potrebbe risalire tra il 1600 e il 1722 (anno del catasto teresiano in cui è rappresentata la forma più piccola) la struttura originaria, mentre potrebbe essere avvenuto un ampliamento tra il 1722 e il 1861 (anno del catasto Rabbini in cui è rappresentata una forma di maggiori dimensioni).

Nei registri catastali del Rabbini è diviso in due proprietà: Pietro Antonio Cesprini e Giuseppe Serventi la parte a nord-est, Mario Guglielmini la parte sud-ovest. Funzione: stalla.

La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti con manto in piode montato su correnti. Manto in *piode* e angolo di falda di 33°.

Attualmente adibito a stalla al piano inferiore e fienile al piano superiore.

Gli interventi di risanamento dei degradi saranno mirati alla sostituzione delle travi nel fronte nord-est, poiché il legno delle ultime due travi risulta eroso.

Occorre inoltre sostituire un corrente del fronte nord-ovest eroso dall'infiltrazione dell'acqua causando un inarcamento della copertura.



Foglio 46
Mappale 92, 93
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1600 – 1722, 1722-1861 ampliamento
Presente nel Catasto teresiano sì
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione produttivo agricolo (stalla e fienile)

Caratteristica edificio di tipo tradizione non ristrutturato

Stato di conservazione strutturale edificio in discreto stato di conservazione ripristinabile con piccoli interventi

n. Piani 2

Affaccio su sentiero principale sì

COPERTURA

Copertura a capanna; aperto e ventilato

Manto copertura manto realizzato in beole con tecnica tradizionale

Smaltimento acque meteoriche assente

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali a grossi elementi

Struttura legno cassone in legno a *blockbau* poggiante su basamento in pietra (piano terra)

Intonaci stilatura dei giunti eterogenea

Note aggiunta di due fabbricati di dimensioni minime nei prospetti sud e nord

DIVISIONE INTERNA

Piano terreno stalle separate (una per i caprini e l'altra per i bovini) tramite muro non ammassato alle pareti perimetrali, ognuna con proprio ingresso

Piano primo la divisione dello spazio interno è ottenuta con un graticcio per la divisione dello stoccaggio del fieno. Due spazi separati con proprio ingresso.

APERTURA

Porte architrave in legno e stipiti in pietra al piano inferiore; architrave in legno e stipiti in legno al piano superiore

Finestre assente

ELEMENTI

Balconi assente

Loggiato assente

Scale esterne in pietra su arco rampante

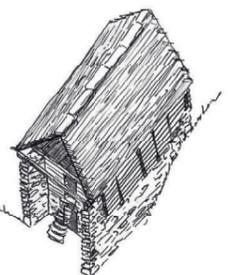
Smaltimento fumi assente

Latrine assente

Decorazioni assente

Arredo mangiatoie al piano terreno

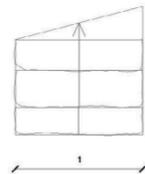
Datazioni su elementi assente



Pianta piano terra (originale 1:50, qui fuorisca)



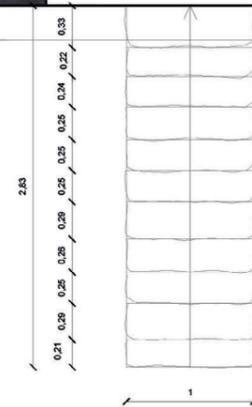
0 1 2 m



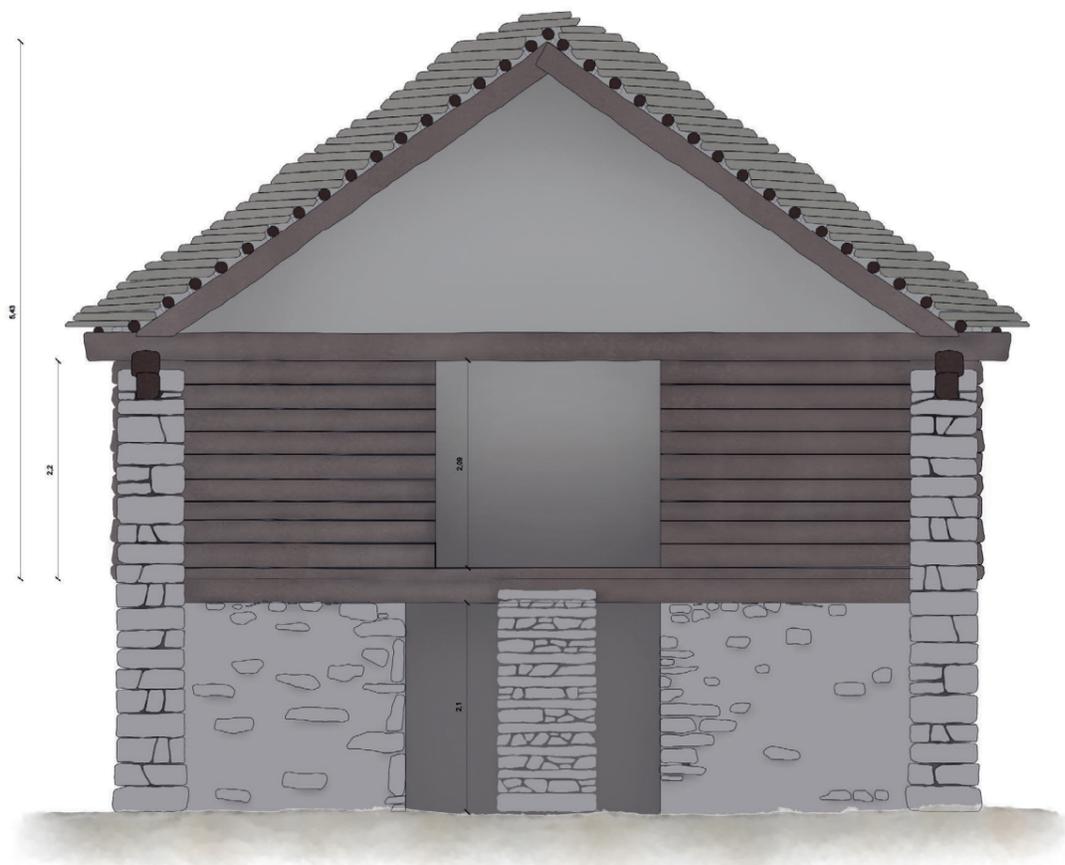
Pianta piano primo (originale 1:50, qui fuorisca)



0 1 2 m



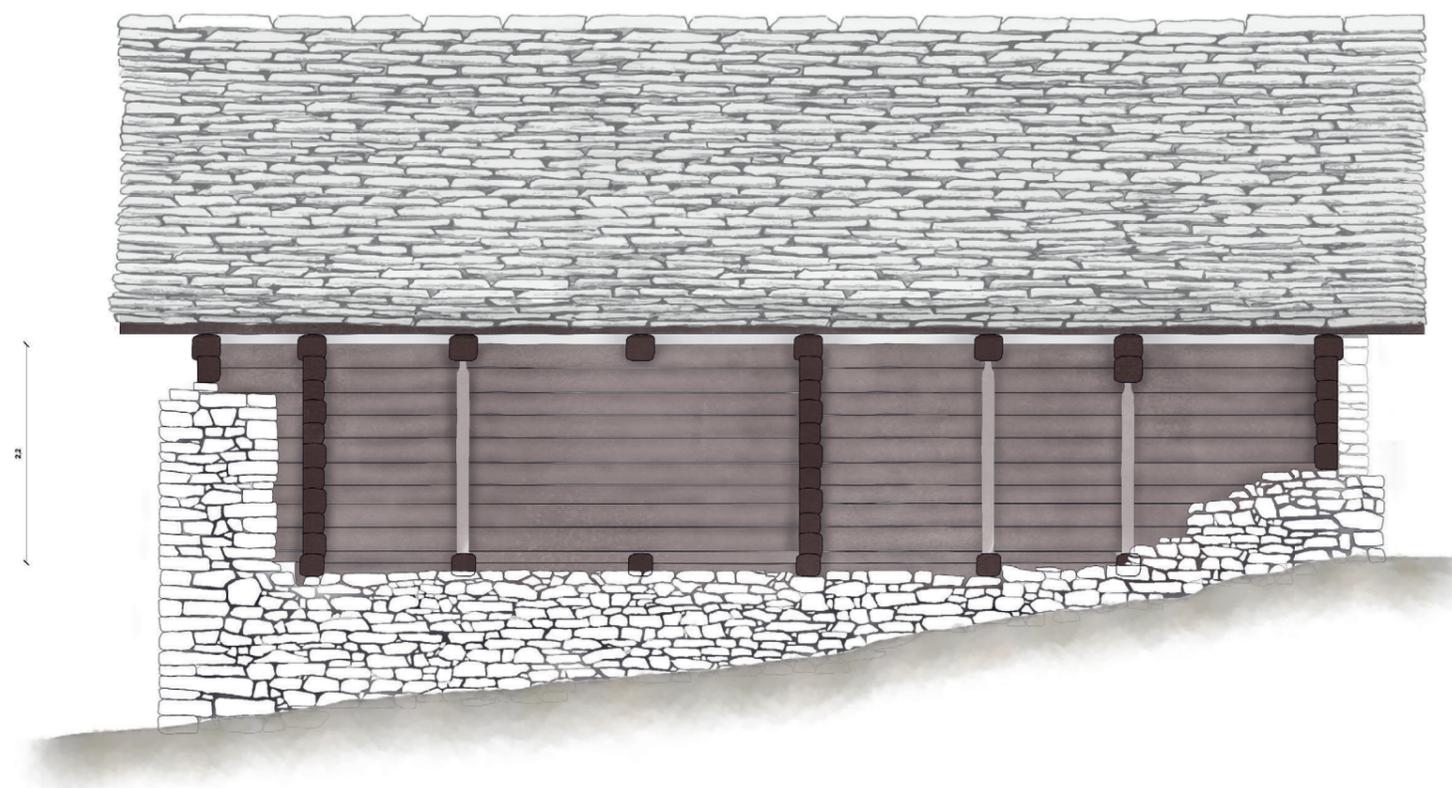
Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



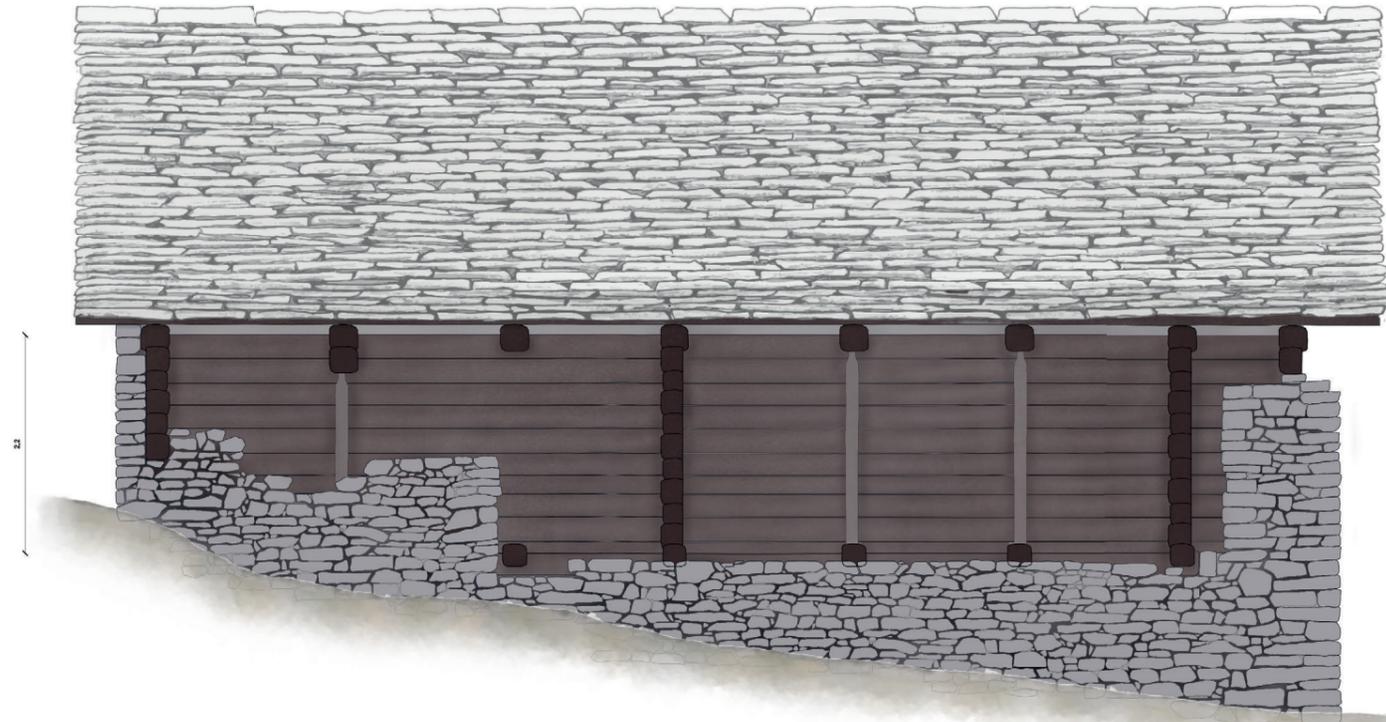
Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

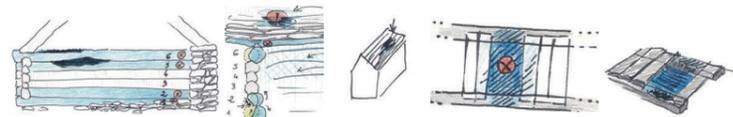


Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

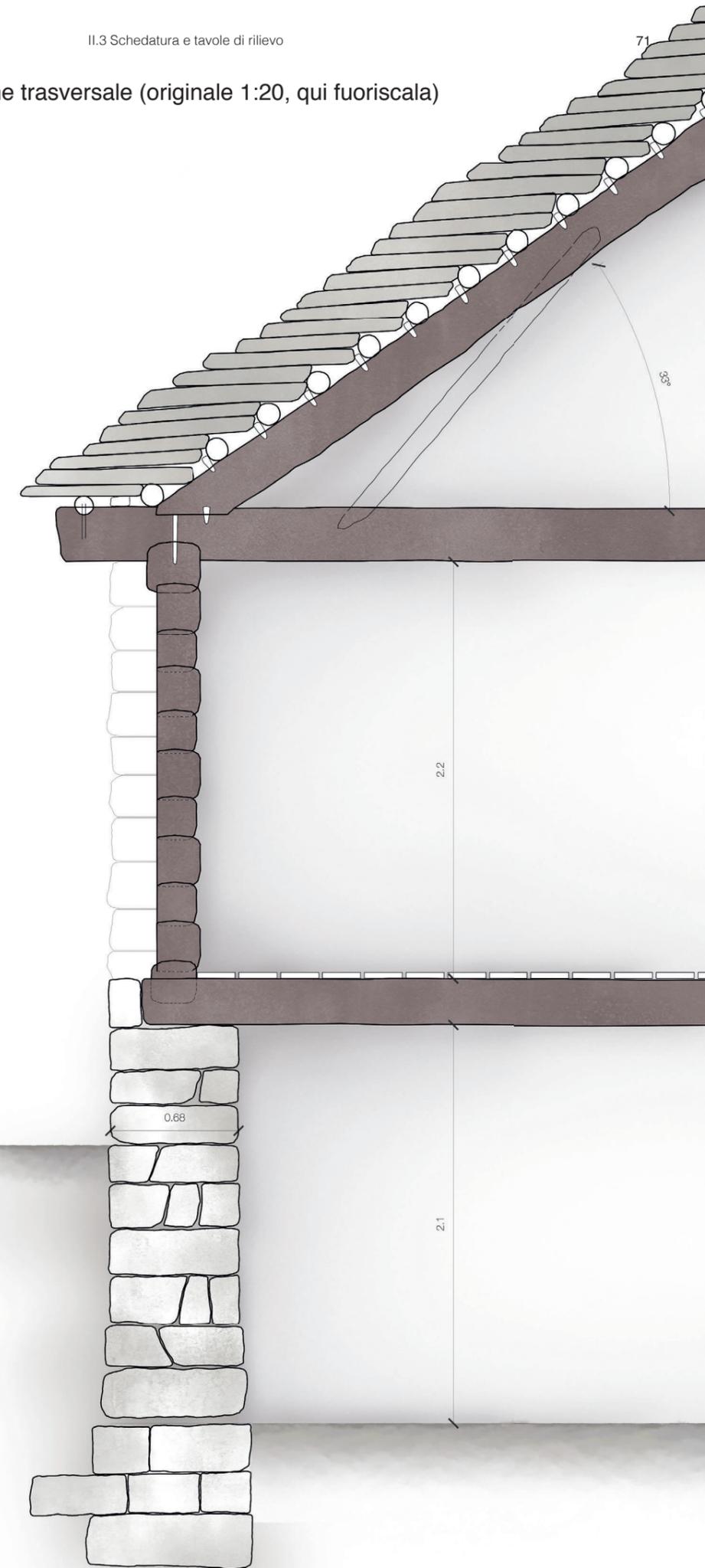


Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalata)



edificio 4

L'edificio 4 è situato a Vinone, leggermente separato dagli edifici 1, 2 e 3.

Si accede dal prospetto nord-ovest: due ingressi separati per il piano inferiore e uno al piano superiore mediante una scala in pietra.

È estremamente interessante per le sue finestre a blocchi monolitici, presenti solo in questo edificio e nell'edificio 5. Data la presenza di finestre monolitiche, la struttura potrebbe risalire al 1400-1500, tenendo però conto che potrebbe trattarsi di un riuso.

Interamente in muratura granitica compatta e omogenea, le pareti in pietra sono a pezzatura variabile con grossi cantonali sbozzati. Presenta delle stalle separate al piano inferiore e fienile al piano superiore. Interessante notare, come per la parte ovest dell'edificio 2, che le teste delle travi sono a vista sul prospetto esterno sud-est, ma non a nord-ovest. Il prospetto sud-est può aver subito una modificazione delle aperture, data la presenza all'interno di enormi massi disposti come se fossero una spalla muraria in linea con la scala esterna (fig.-).

La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti con manto in *piode* montato su correnti. L'angolo di falda è di 41°.

Nonostante non siano presenti fumaioli, non è da escludere che le aperture monolitiche potessero essere vie d'uscita per il fumo di un eventuale locale di cucina, anche se non ci sono rientranze nella muratura per suppellettili. Nel 1722 è attestato comunque come edificio a stalla. I proprietari erano, per la parte a nord-est, Elisabetta Savoja e Girolamo e Egidio Savaghi; per quella a sud-ovest Vincenzo Borri e Remigio e Felice Cerini.

Gli interventi di risanamento dei degradi consistevano in iniezioni di calce NHL 5 per la parete a ovest, e nella sostituzione della catena che attualmente sta spingendo su questo muro.



Foglio 46
Mappale 43, 44
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1400-1500 per la presenza di finestre monolitiche, tenendo conto che potrebbero essere un riciclo; 1600-1722
Presente nel Catasto teresiano sì
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione produttivo agricolo
Caratteristica edificio di tipo tradizione non ristrutturato
Stato di conservazione strutturale edificio in discreto stato di conservazione ripristinabile con piccoli interventi (fronte nord con dissestamento della muratura)
n. Piani 2
Affaccio su sentiero principale no

COPERTURA

Copertura a capanna; chiuso
Manto copertura manto realizzato in beole con tecnica tradizionale
Smaltimento acque meteoriche assente

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali a grossi elementi
Struttura legno assente
Intonaci stilatura dei giunti eterogenea
Note teste dei solai visibili dall'esterno nella tessitura muraria del fronte nord

DIVISIONE INTERNA

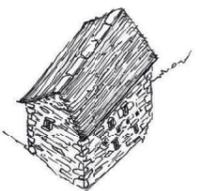
Piano terreno stalle separate (una per i caprini e l'altra per i bovini), ognuna con proprio ingresso
Piano primo la divisione dello spazio interno è ottenuta con pareti di legno che sono quelle originarie, utili per lo stoccaggio del fieno.

APERTURA

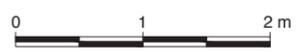
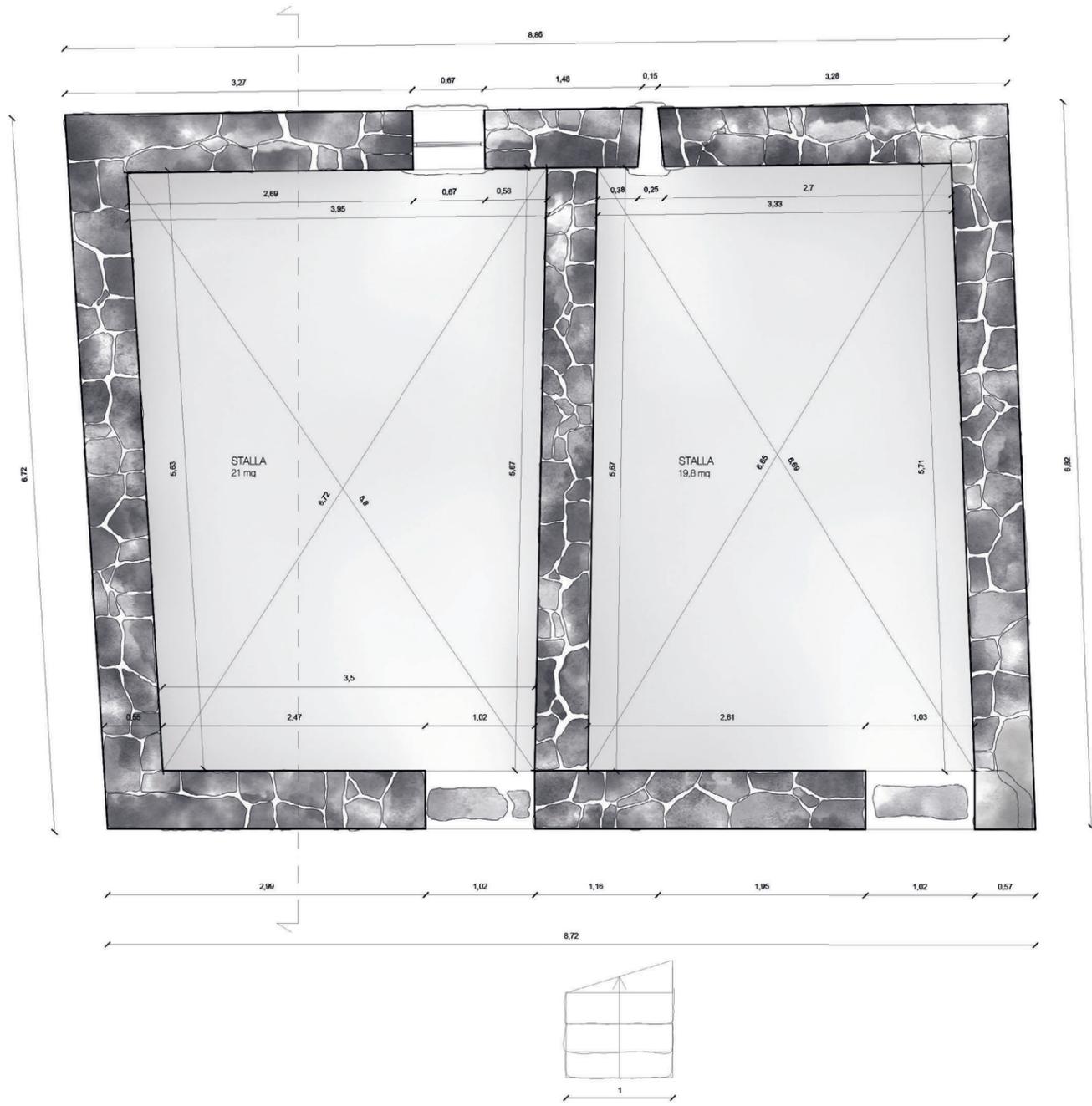
Porte architrave in legno e con spalle in muratura ordinaria
Finestre architrave e stipiti a grandi elementi disposti di taglio (finestre monolitiche)
Note probabile entrata tamponata nel fronte nord (linea di giuntura verticale visibile dall'interno)

ELEMENTI

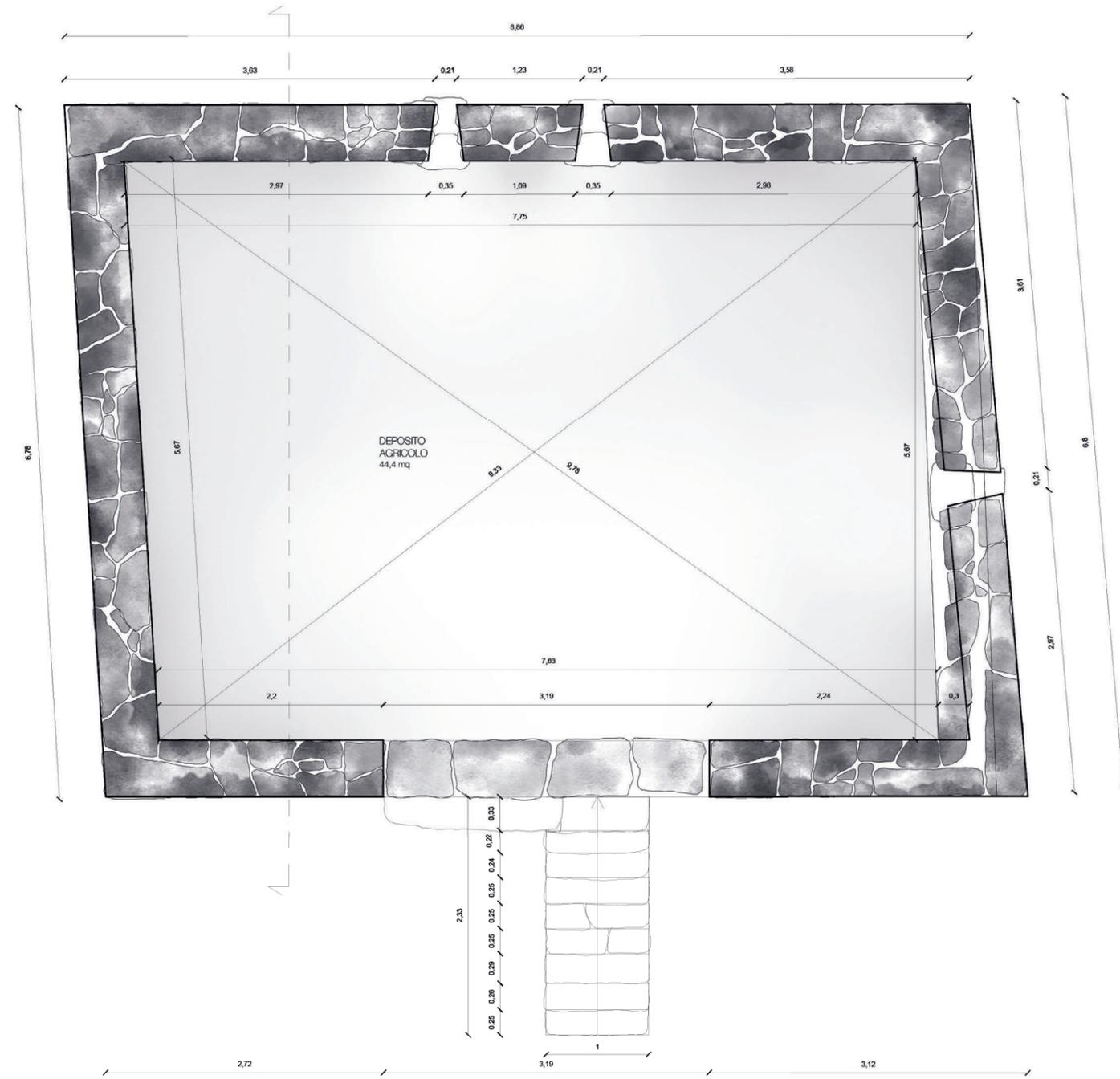
Balconi mensola in pietra
Loggiato assente
Scale esterne in pietra su struttura portante
Smaltimento fumi assente
Latrine assente
Decorazioni assente
Arredo mangiatoie al piano terreno
Datazioni su elementi assente



Pianta piano terra (originale 1:50, qui fuoriscalda)



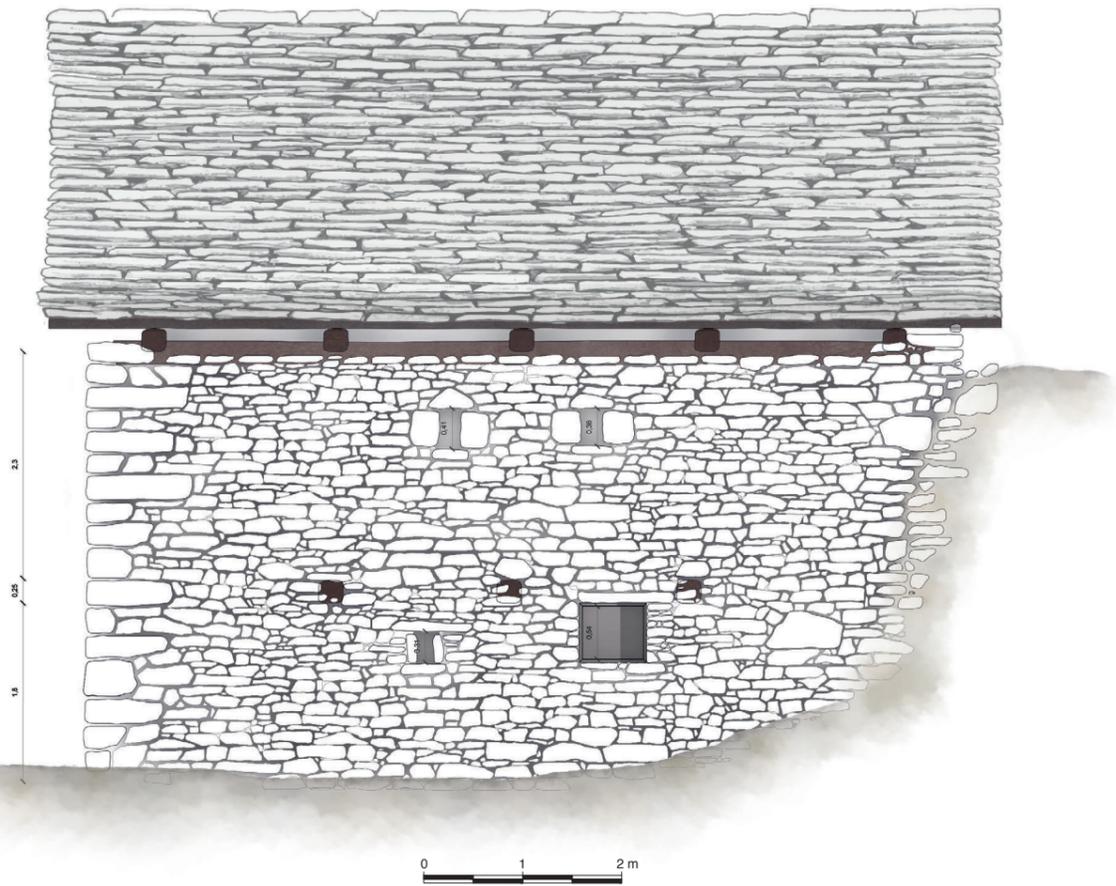
Pianta piano primo (originale 1:50, qui fuoriscalda)



Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



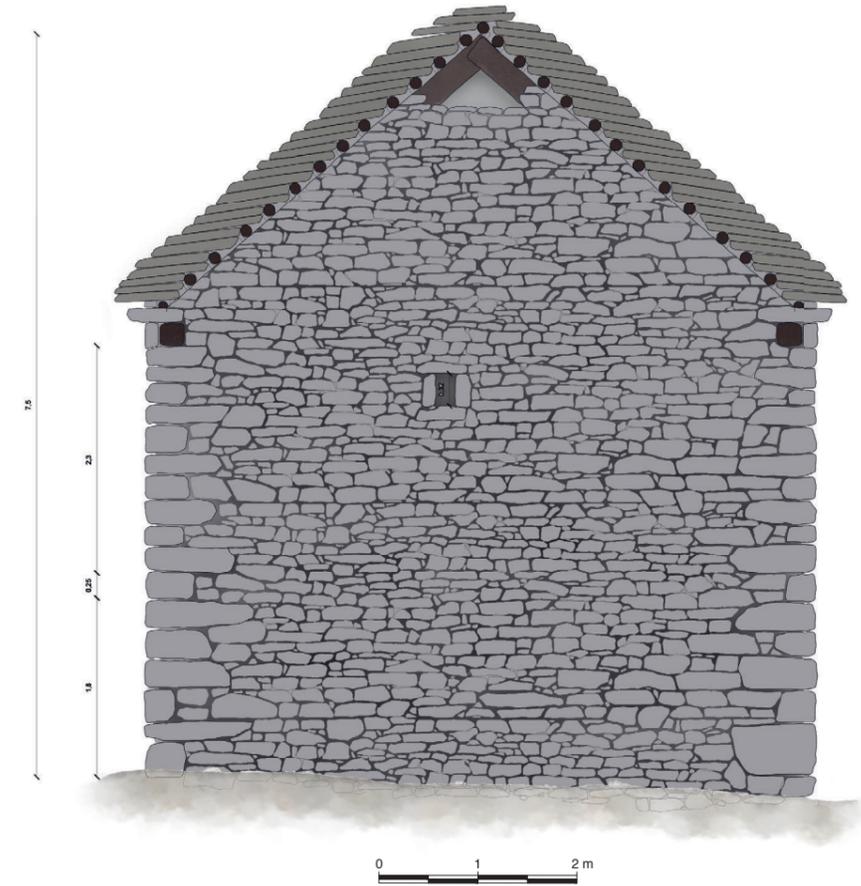
Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

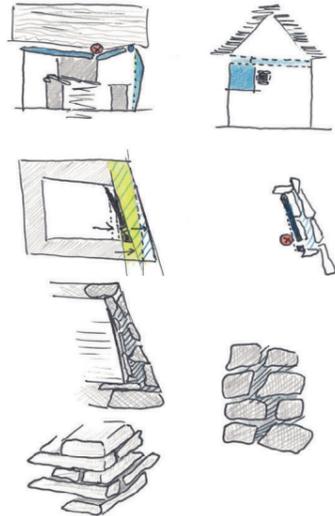


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

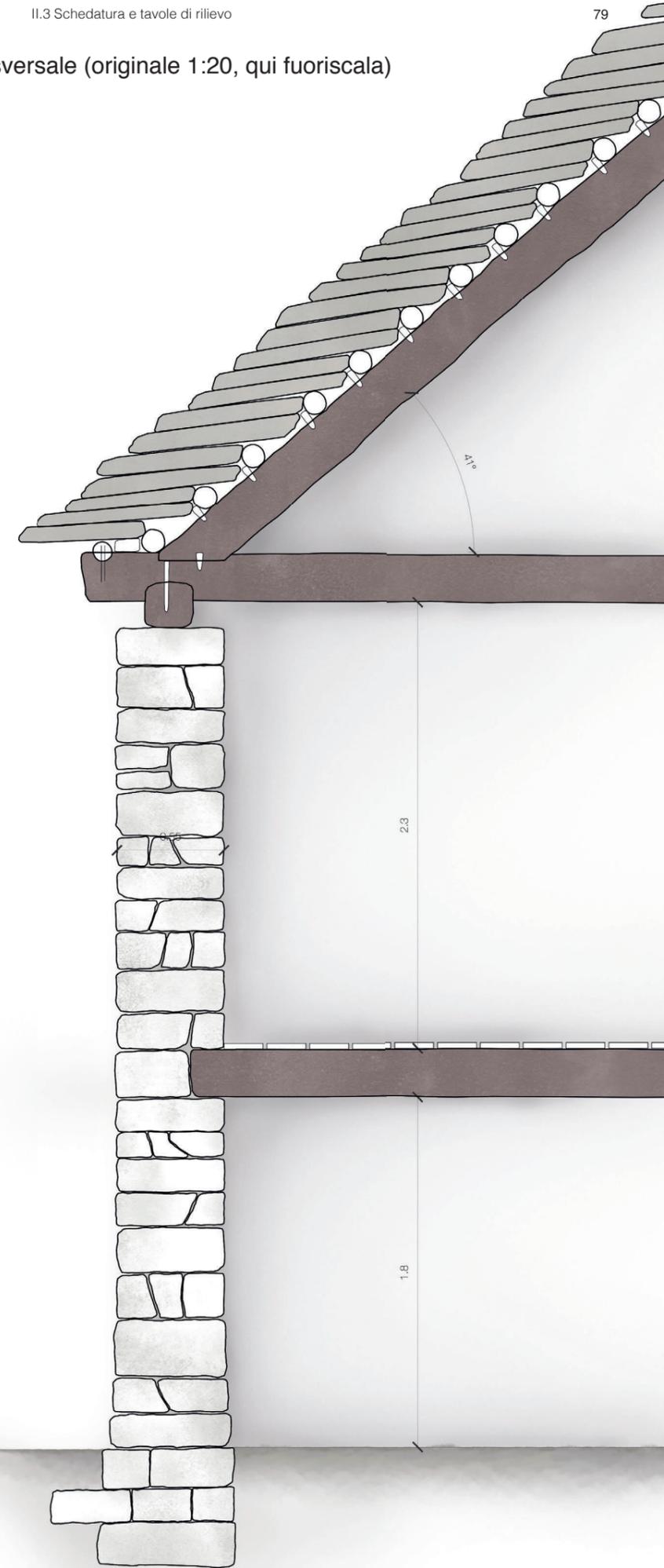


Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscala)



edificio 5

L'edificio 5 fa parte del nucleo di Cascine Arse si trova di fronte all'edificio 6.

Ora è parzialmente crollato, evidentemente una infiltrazione da *piode* spostate ha fatto marcire la struttura lignea della copertura, crollata dunque su se stessa portando con sé parte del riempimento in pietra dei timpani.

Tutte le finestre sono monolitiche (come per l'edificio 4) eccetto una feritoia presente a sud-ovest, mentre gli accessi presentano un architrave ligneo e spalle murarie di tessitura ordinaria, così come l'ampia apertura che affaccia sul sentiero.

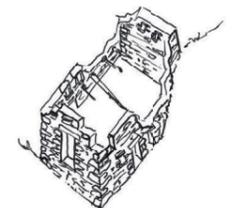
Gli accessi sono posti due sul prospetto sud-ovest, e uno sul prospetto nord-est (davanti al quale è stato costruito un locale in tempi successivi, di piccole dimensioni con altezza inferiore alla struttura principale).

Anche in questo caso la presenza di finestre monolitiche potrebbe essere giustificata in modo analogo all'edificio 4 (origine tra 1400-1500 o riuoso).

Lo stesso vale per l'assenza di fumaioli o eventuali macchie nere di fumo, nei registri del catasto Rabbini è infatti attestato come "Stalla con fienile". Risulta appartenere ad Abele Zanola la parte a nord-ovest, di Luigi e Paolo Viscardi quella a sud-est. È di proprietà di Abele Zanola anche il pilone votivo lì vicino.

Interamente in muratura granitica compatta e omogenea, le pareti in pietra sono a pezzatura variabile con grossi cantonali sbozzati.

La copertura era composta da puntoni, catene, dormienti con manto in *piode* montato su correnti. La riproposizione grafica si basa sulle indagini *in loco* ove sono presenti i puntoni con cunei in legno, sebbene crollati, e sulle altre coperture in *piode*, dando come risultato un angolo di falda di 41°.



Foglio 46
Mappale 49, 50
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1400-1500 per la presenza di finestre monolitiche, tenendo conto che potrebbero essere un riciclo; 1600-1722
Presente nel Catasto teresiano sì
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione agricolo abbandonato
Caratteristica edificio di tipo tradizione parzialmente crollato
Stato di conservazione strutturale rudere
n. Piani 2 (in origine)
Affaccio su sentiero principale sì

COPERTURA

Copertura assente. In origine: a capanna; chiuso
Manto copertura assente. In origine: manto realizzato in beole con tecnica tradizionale
Smaltimento acque meteoriche assente

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali a grossi elementi
Struttura legno assente
Intonaci stilatura dei giunti eterogenea

DIVISIONE INTERNA

Piano terreno accessibile da due fronti
Piano primo crollato

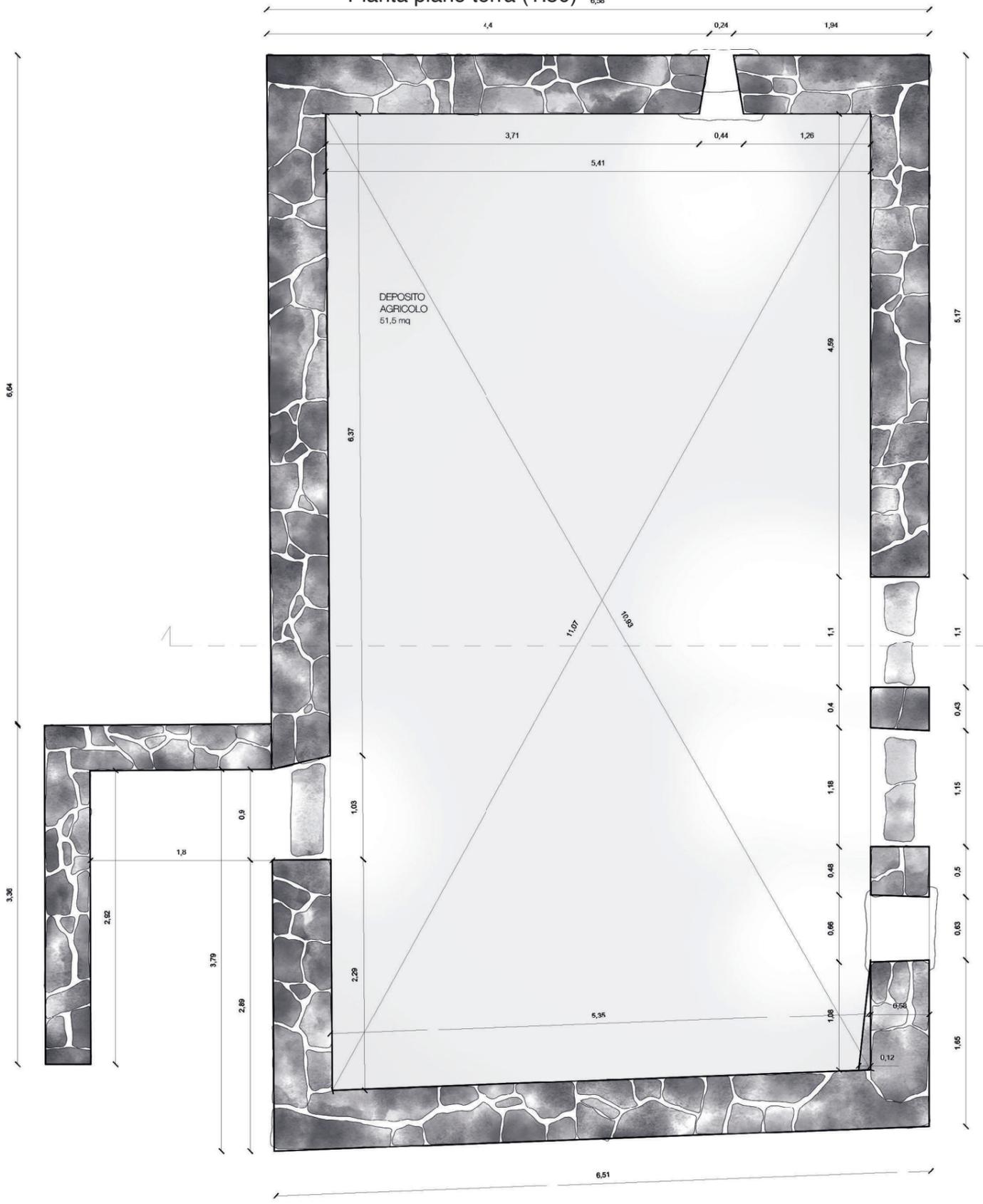
APERTURA

Porte architrave in legno e con spalle in muratura ordinaria
Finestre architrave monolitico e stipiti in muratura; architrave e stipiti monolitici disposti di taglio

ELEMENTI

Balconi assente
Loggiato assente
Scale esterne assente
Smaltimento fumi assente
Latrine assente
Decorazioni assente
Arredo assente
Datazioni su elementi assente

Pianta piano terra (1:50)



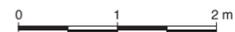
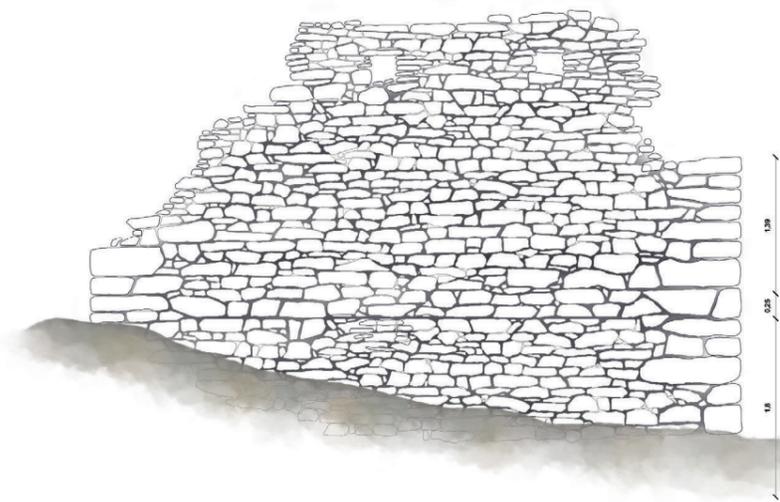
Pianta piano primo (1:50)



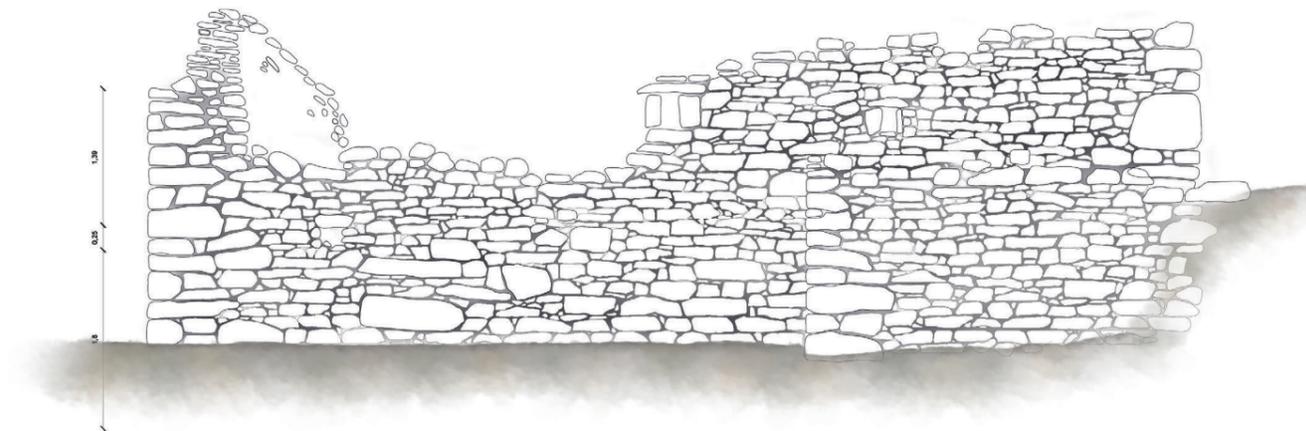
Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



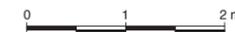
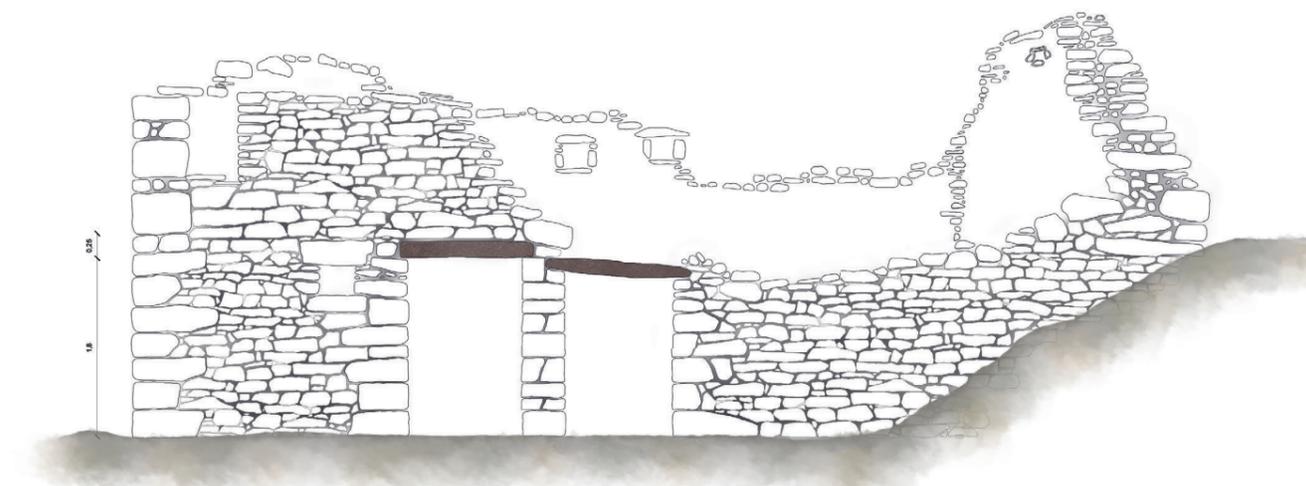
Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

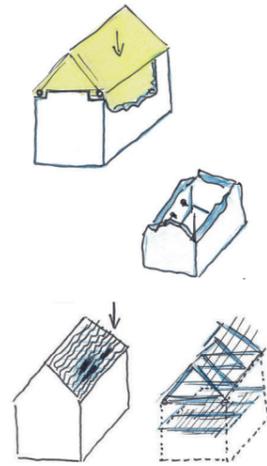


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalata)



edificio 6

L'edificio 6 fa parte del nucleo di Cascine Arse, percorrendo il sentiero si supera l'edificio 7 ed è di fronte all'edificio 5.

Si accede dal fronte sud-est per il piano inferiore e dal fronte sud-ovest tramite scala in calcestruzzo non originaria (tranne il basamento). Purtroppo le aperture originarie non sono analizzabili poiché è stato in parte rivestito da intonacatura a base cementizia con aperture tamponate sul fronte sud-est.

Interamente in muratura granitica compatta e omogenea, le pareti in pietra sono a pezzatura variabile ma con pietre di dimensioni inferiori a tutti gli altri edifici eccetto l'edificio 7; i cantonali sono sbazzati, ma non di grosse dimensioni.

Il timpano a nord-ovest ha un'apertura, mentre quello del prospetto sud-est è ormai modificato presentando una parte di tamponamento in pietra con malta cementizia e una parte in assito in legno. La copertura originaria era quella ossolana con manto in *piode*. Oggi si presenta intatta la struttura portante lignea del tetto, ma con lastre di lamiera al posto dello gneiss. L'angolo di falda è di 38°. Presenta quattro catene tagliate.

È attestata la sua presenza nel 1722 (Catasto teresiano), probabile la sua esistenza nel 1600.

Non presenta particolari degradi strutturali ma necessita, come tutti gli altri edifici di ancoraggi e catene per la struttura portante lignea della copertura. Sarà prevista un'intonacatura esterna per rendere il meno disomogeneo possibile le parti intonacate a base cementizia, materiale che si è dimostrato peraltro inadeguato allo stoccaggio del fieno ritrovato infatti all'interno pregno di umidità.



Foglio 39
Mappale 517
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1600-1722, o antecedente nel caso fosse contemporaneo all'edificio 5.
Presente nel Catasto teresiano sì
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione in uso extragraticolo
Caratteristica edificio tradizionale ristrutturato che ha parzialmente perduto le caratteristiche tipologico-formali

Stato di conservazione strutturale edificio in discreto stato di conservazione ripristinabile con piccoli interventi

n. Piani 2

Affaccio su sentiero principale sì

COPERTURA

Copertura attualmente: a capanna; chiuso
Manto copertura la copertura attuale in lamiera sostituisce una precedente copertura tradizionale in beole

Smaltimento acque meteoriche canali di gronda e discese in metallo

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali sbazzati ma non di grosse dimensioni

Struttura legno assente

Intonaci a calce e a malta a base cementizia

DIVISIONE INTERNA

Piano terreno assente

Piano primo graticcio

APERTURA

Porte architrave in legno e con spalle in muratura ordinaria

Finestre tamponature

Note tamponature in calcestruzzo

ELEMENTI

Balconi in calcestruzzo

Loggiato assente

Scale esterne in calcestruzzo su struttura portante

Smaltimento fumi assente

Latrine assente

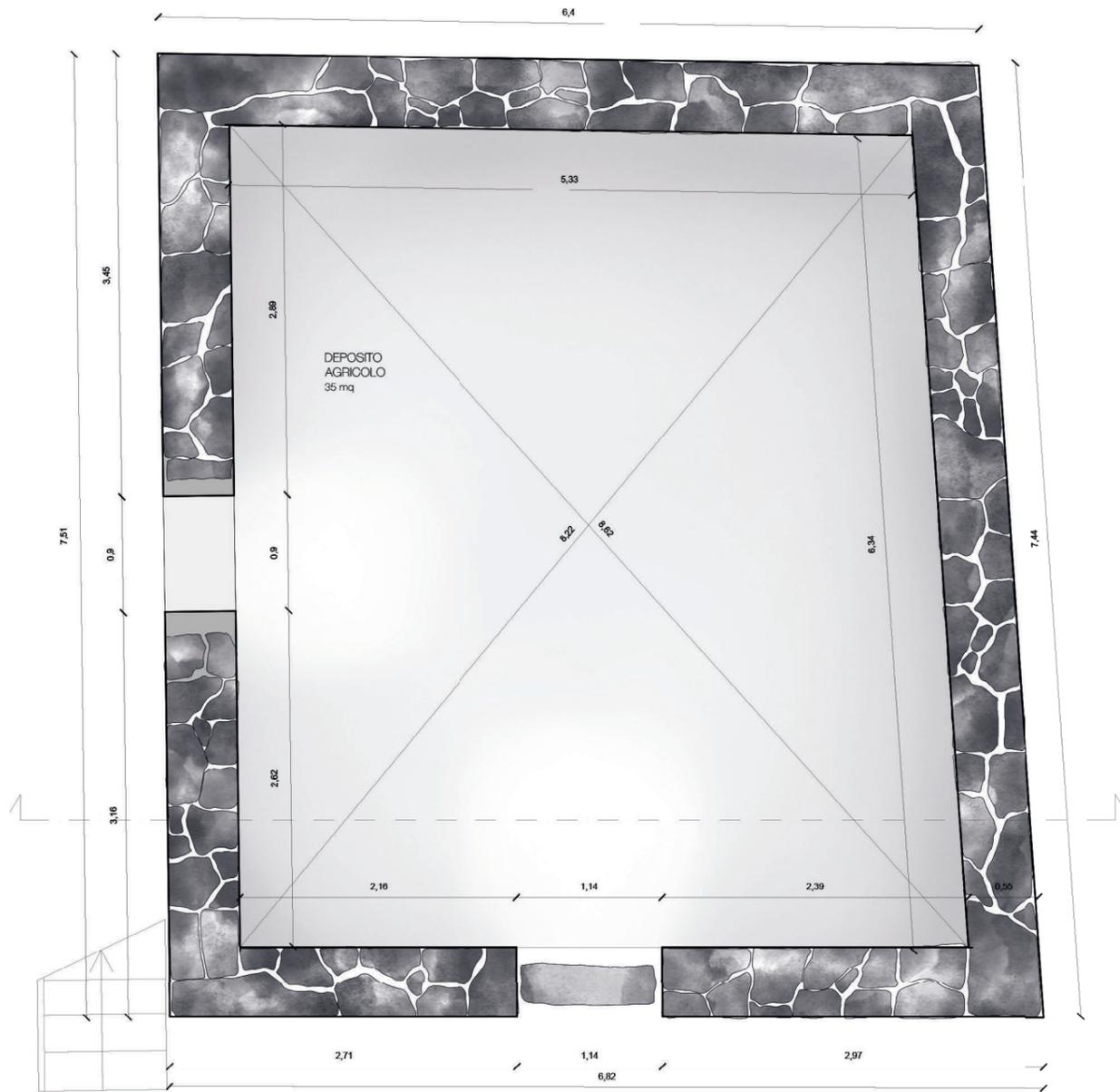
Decorazioni assente

Arredo assente

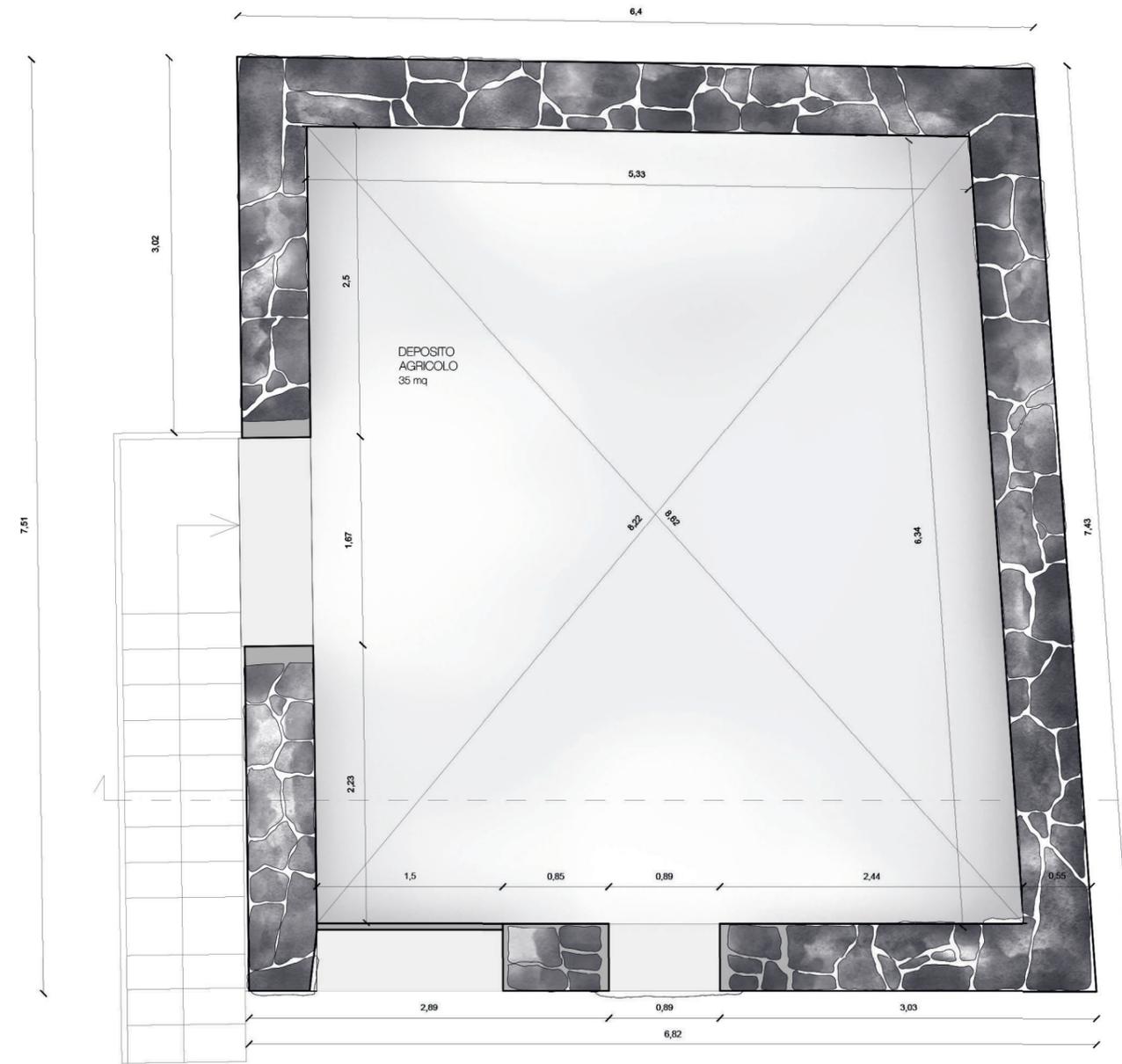
Datazioni su elementi assente



Pianta piano terra (1:50)



Pianta piano primo (1:50)



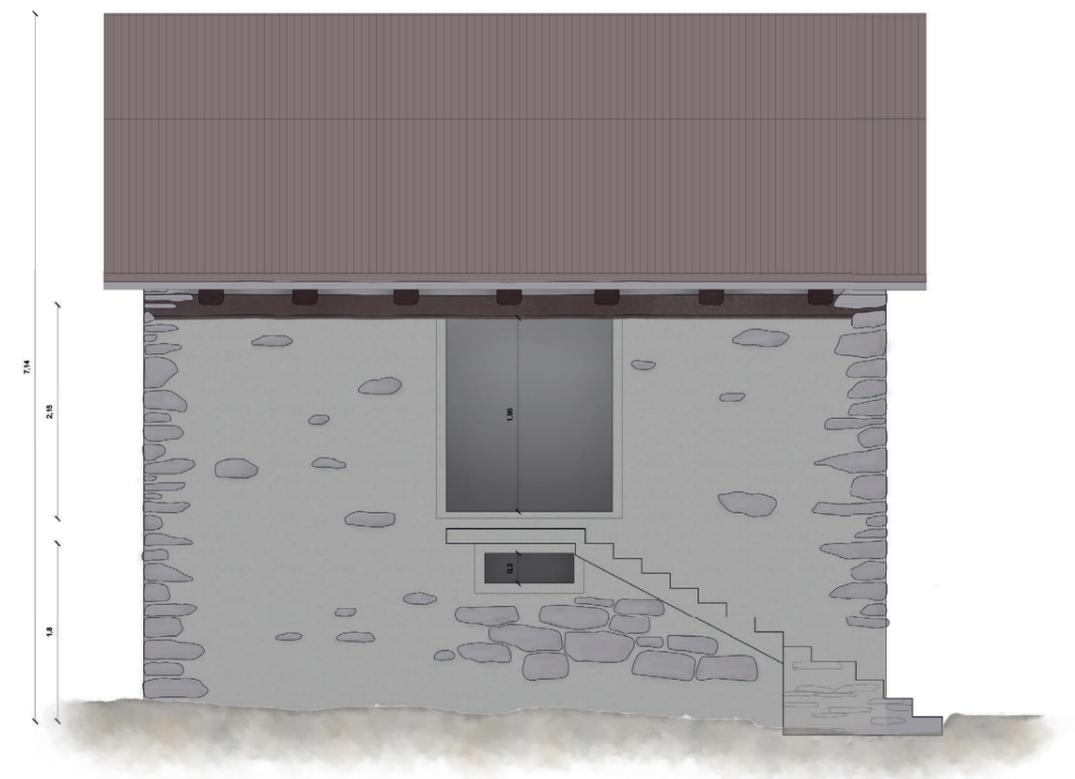
Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



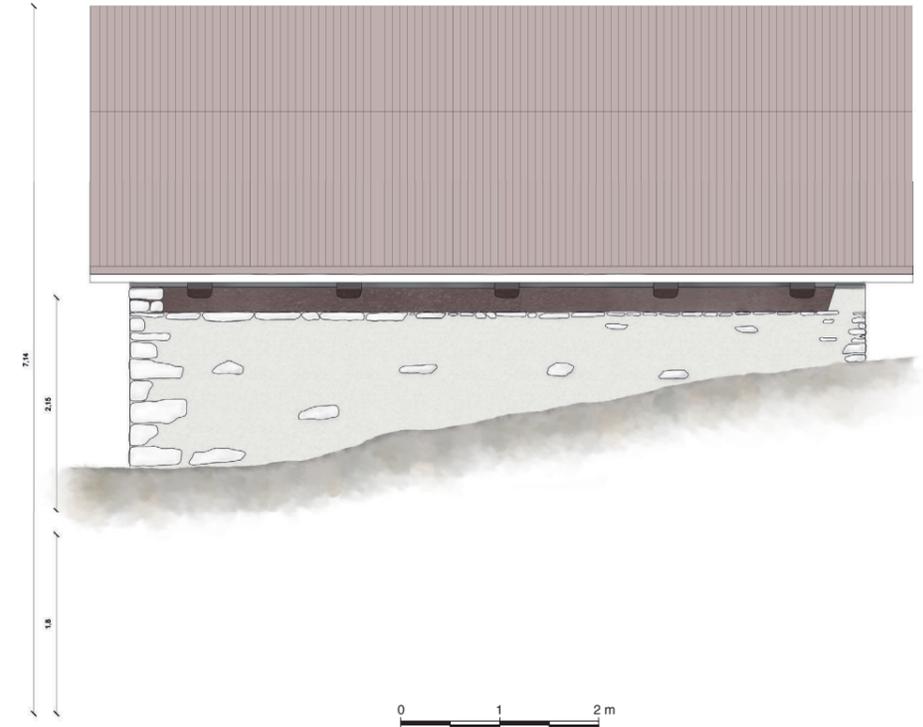
Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

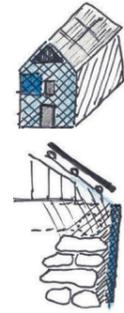


Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalda)



edificio 7

L'edificio 7 è il primo di Cascine Arse che si incontra percorrendo il sentiero.

Gli accessi sono solo sul fronte sud-est, uno al piano inferiore e due al piano superiore tramite due scale separate in pietra. Non presenta ulteriori aperture negli altri prospetti, se non una minuscola feritoia e timpano aperto a sud-est. Il prospetto nord-ovest è completamente tamponato.

Le pareti in pietra sono a pezzatura variabile, ma con pietre di dimensioni inferiori a tutti gli altri edifici (eccetto il 6); i cantonali sono sbozzati ma non di grosse dimensioni. La muratura è interamente in pietra granitica con un tamponamento ligneo al piano superiore sul fronte sud-est.

Come nell'edificio 3 le pareti longitudinali si prolungano creando uno spazio esterno coperto.

È l'ultimo edificio costruito tra quelli in analisi, poiché non è presente nel Catasto teresiano ma solo nel Catasto Rabbini del 1861.

Nei registri del catasto Rabbini la sua destinazione d'uso è indicata "stalla con fienile" (come l'edificio 5), di proprietà di Monaca Antonietti, e Luigi e Paolo Viscardi.

La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti con manto in *piode* montato su correnti, copertura tradizionale ossolana, con un angolo di falda di 41°; presenta due catene tagliate.

Il tavolato del solaio è parzialmente crollato, ma non presenta segni di degrado per infiltrazioni d'acqua.



Foglio 39
Mappale 514
contesto pedemontano (<1000 m s.l.m.)
Proprietà privato
Epoca 1722-1861
Presente nel Catasto teresiano no
Presente nel Catasto Rabbini sì

INQUADRAMENTO

Destinazione produttivo agricolo (stalla e fienile)

Caratteristica edificio di tipo tradizione non ristrutturato

Stato di conservazione strutturale edificio in discreto stato di conservazione ripristinabile con piccoli interventi

n. Piani 2

Affaccio su sentiero principale sì

COPERTURA

Copertura a capanna; aperto e ventilato

Manto copertura manto realizzato in beole con tecnica tradizionale

Smaltimento acque meteoriche assente

MURATURA ESTERNA

Struttura pietra a secco con interventi in malta di allettamento; elementi di pezzatura variabile; cantonali sbozzati ma non di grosse dimensioni

Struttura legno tamponatura lignea nel fronte sud-est al primo piano

Intonaci stilatura dei giunti eterogenea

DIVISIONE INTERNA

Piano terreno stalla con un ingresso

Piano primo pali per il fieno

APERTURA

Porte architrave in legno e stipiti in pietra al piano inferiore; aperture nella tamponatura al piano superiore

Finestre assente

Altre feritoia al piano inferiore

ELEMENTI

Balconi assente

Loggiato assente

Scale esterne due scale esterne in pietra su struttura portante

Smaltimento fumi assente

Latrine assente

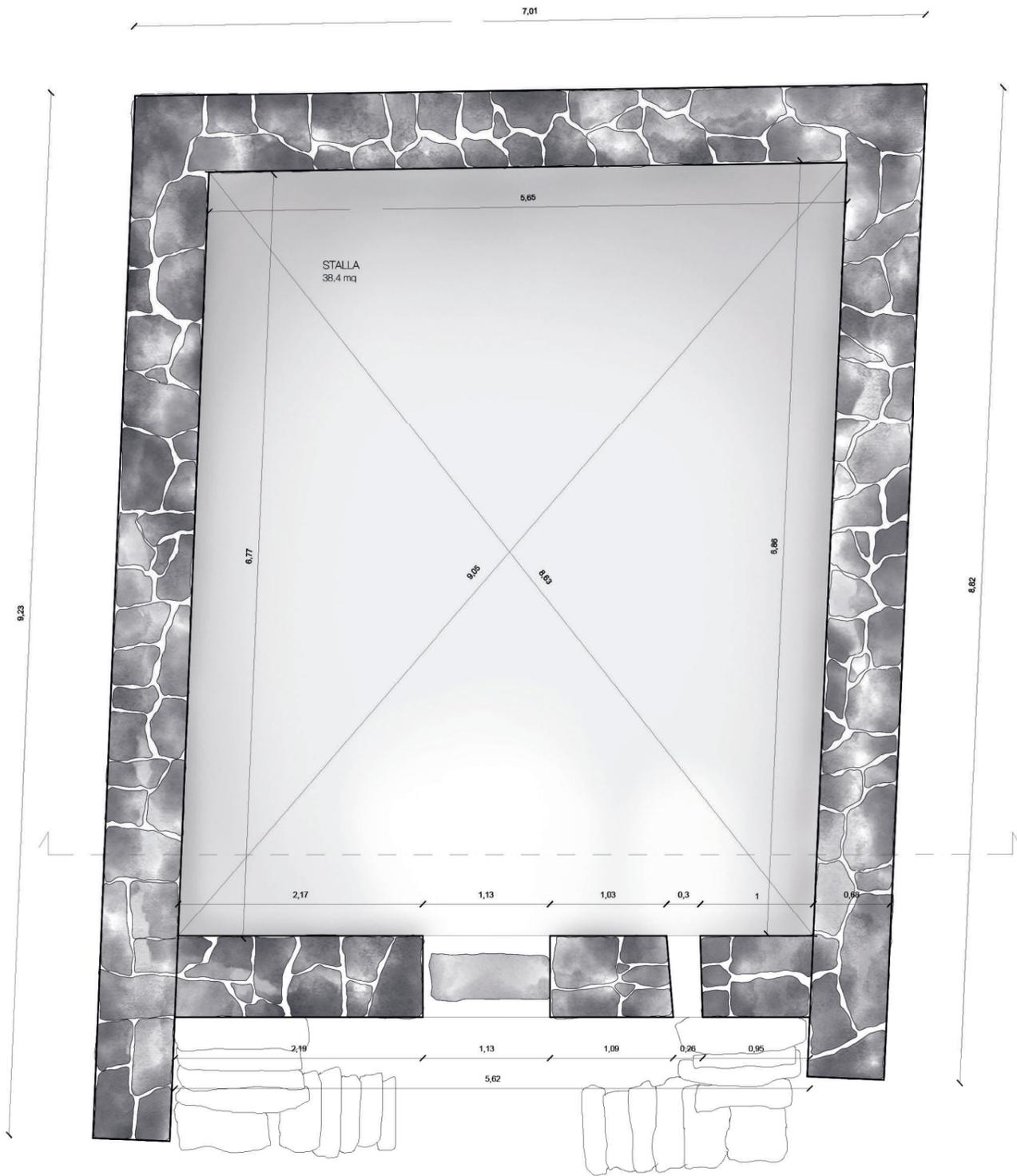
Decorazioni assente

Arredo mangiatoie al piano terreno

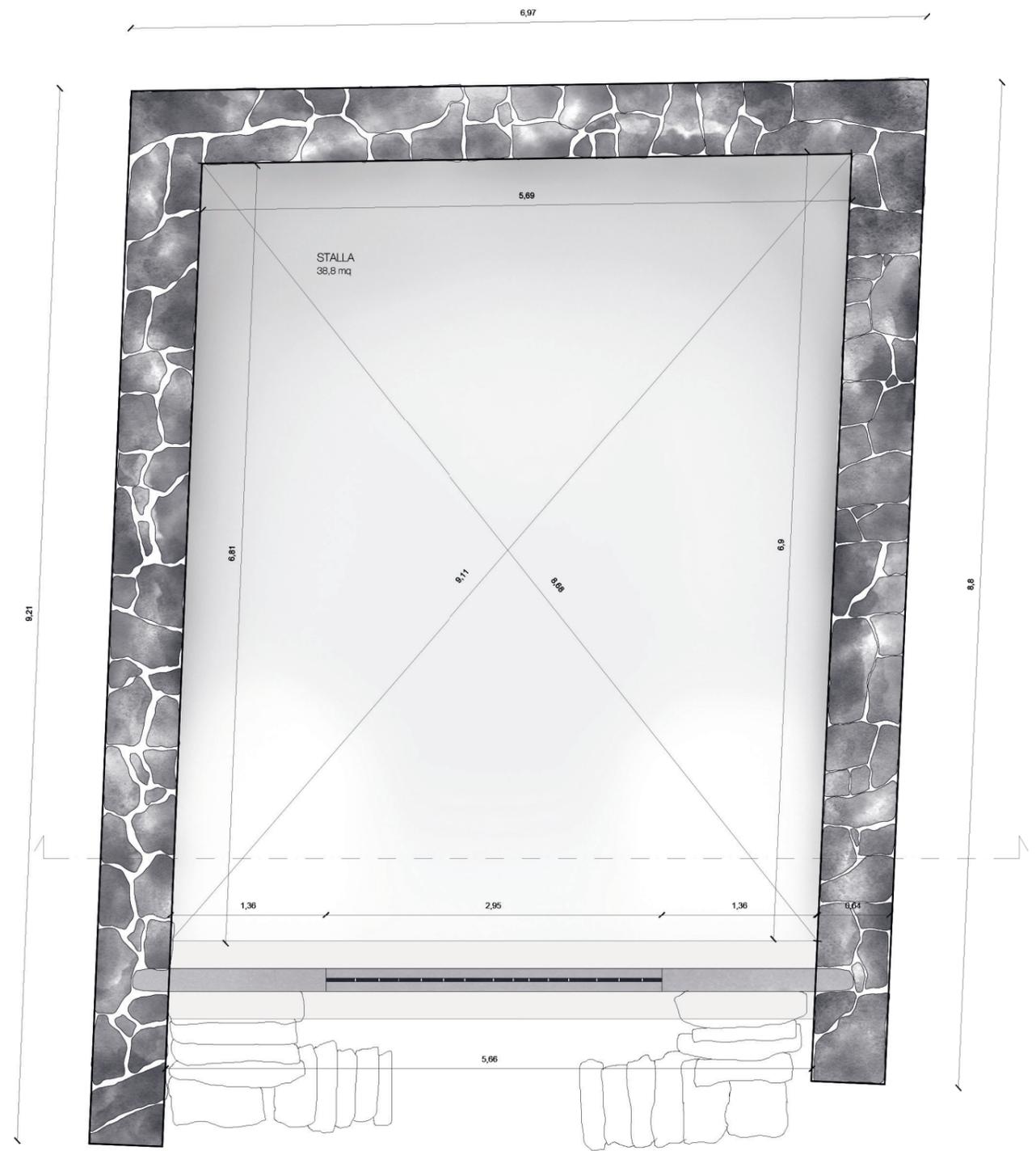
Datazioni su elementi assente



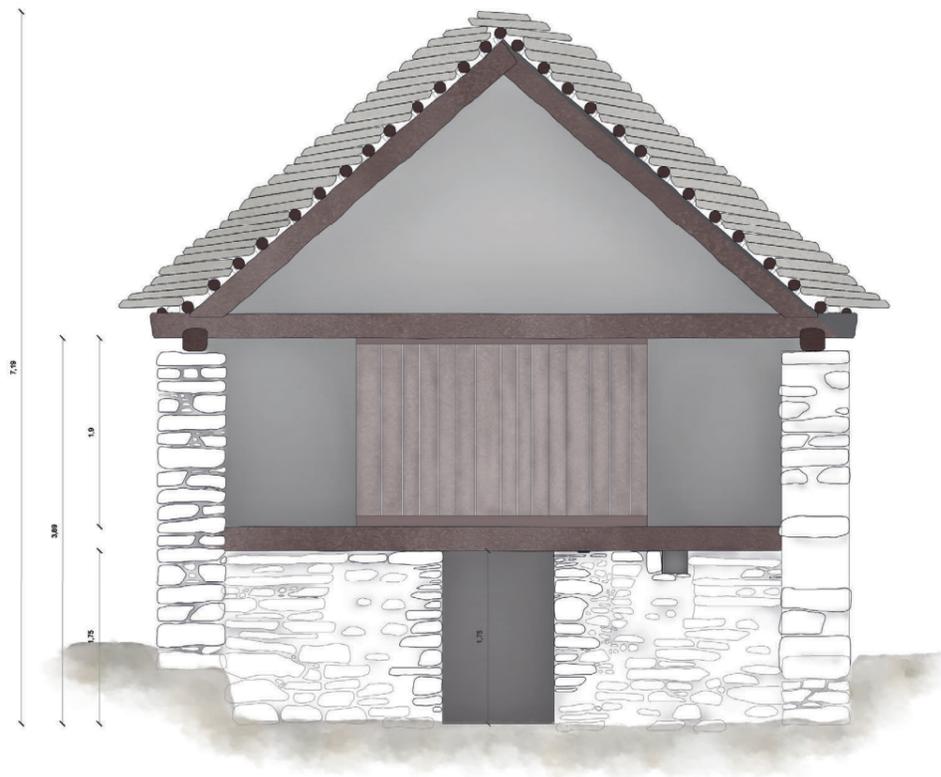
Pianta piano terra (1:50)



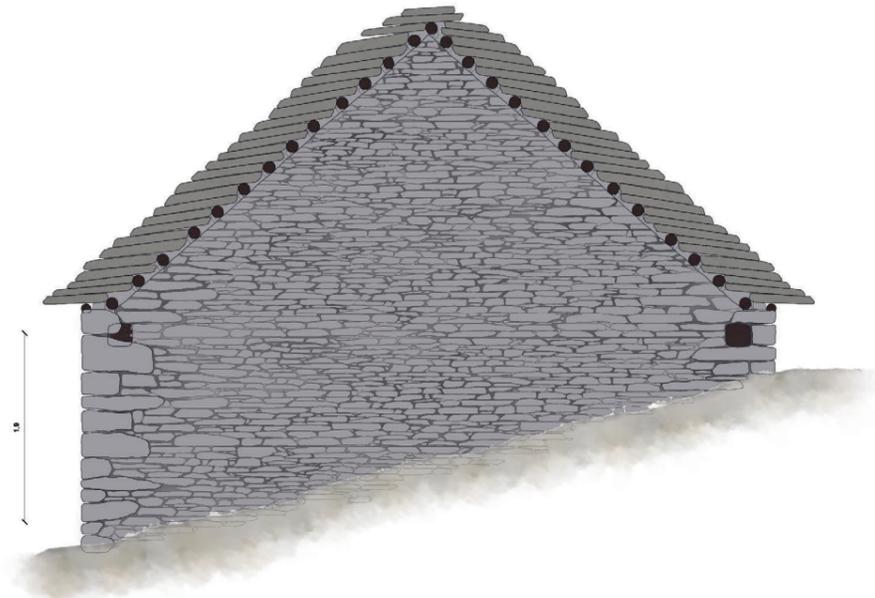
Pianta piano primo (1:50)



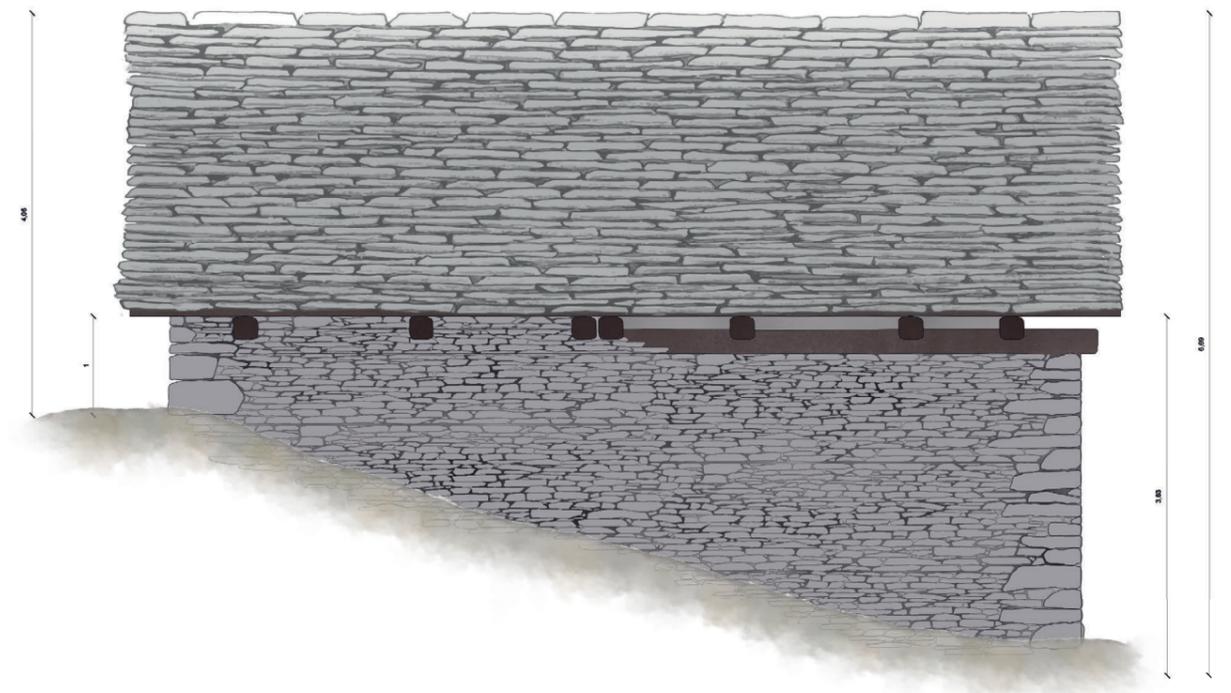
Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



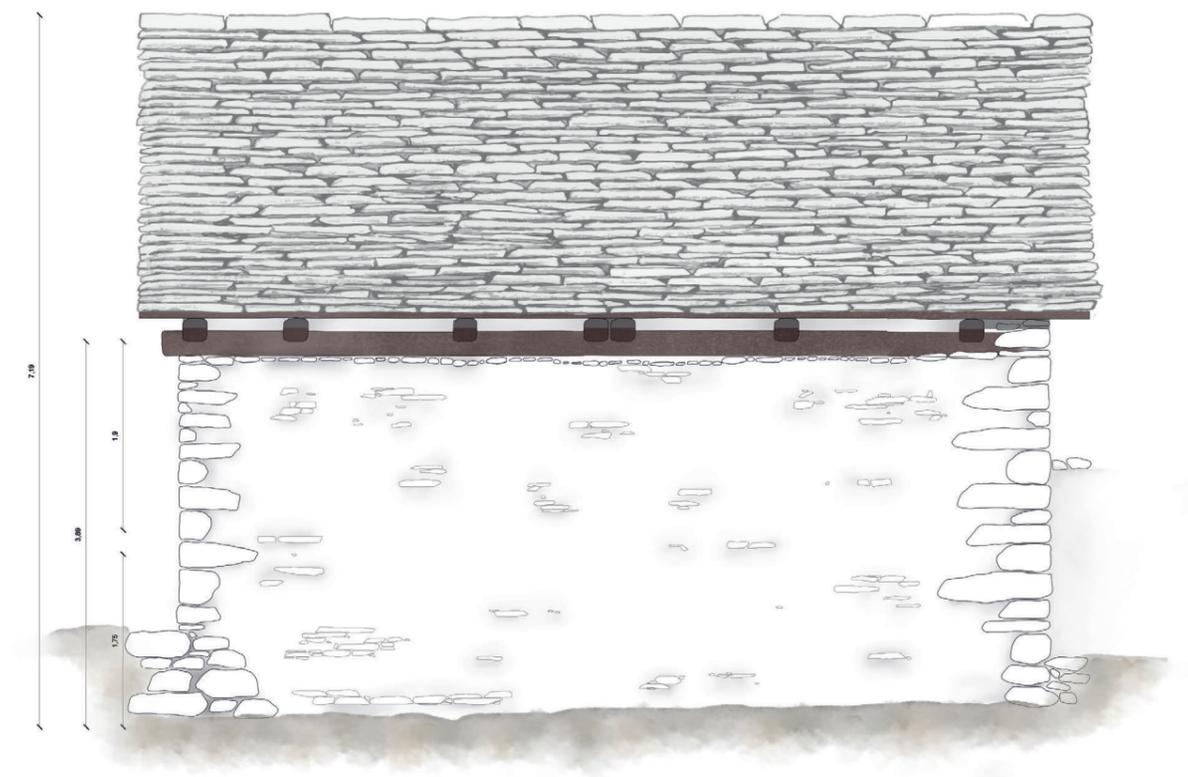
Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

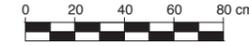


Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

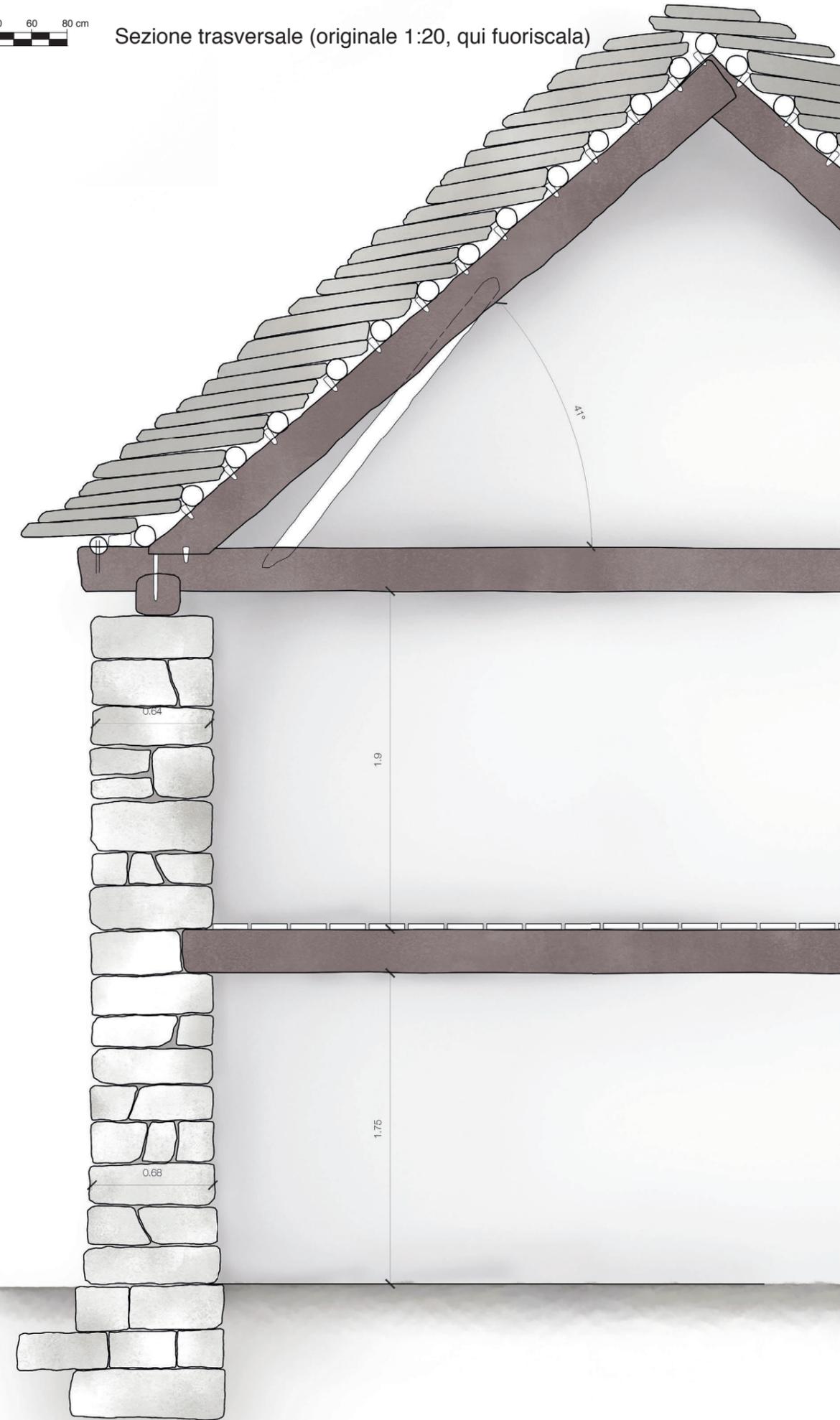


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)





Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalda)





II.4 Tipologie costruttive riscontrate nel caso studio

In presenza di pendio, solitamente gli edifici hanno la linea di colmo orientata parallelamente alle curve di livello e la facciata maggiore verso sud per beneficiare dell'irraggiamento solare sulla massima superficie. Questo in caso di abitazione. Oltre i 1500 metri invece si orienta la linea di colmo nord-sud, perpendicolare alle linee di livello, in modo che la superficie minima sia esposta a nord. Per gli insediamenti sparsi si predilige l'orientamento a sud¹.

Spesso la scelta dell'orientamento della linea di colmo a nord-sud è definita dall'esigenza che la neve si scioglia da entrambe le pendenze, evitando carichi asimmetrici sulla copertura, ovvero carichi gravanti solo su una sola falda del tetto. Avendo un rivestimento in pietra, l'inclinazione delle falde non serve per lo scivolamento della neve, poiché un'elevata pendenza causerebbe il trascinarsi delle piode causato dallo strato ghiacciato tra neve e pietra. La neve va così a costituire uno strato di isolamento tra l'ambiente esterno e i locali sottostanti².

Gli edifici 1 e 2 hanno la linea di colmo parallela alle curve di livello e le facciate minori orientate verso nord e verso sud. Gli edifici 3 e 4 hanno la linea di colmo perpendicolare alle curve di livello. L'edificio 4 potrebbe essere il più antico a *Vinun*. A Cascine Arse gli edifici 5 e 6 si affacciano sull'unica via e sorgono su un pianale; l'edificio 7 è invece leggermente spostato sia di quota sia dalla strada. Questo edificio è stato eretto sicuramente per ultimo, poiché non è presente nel catasto settecentesco, ma compare in quello ottocentesco; la sua disposizione fa emergere come appunto non sia stato edificato insieme agli altri due.

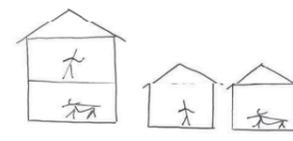
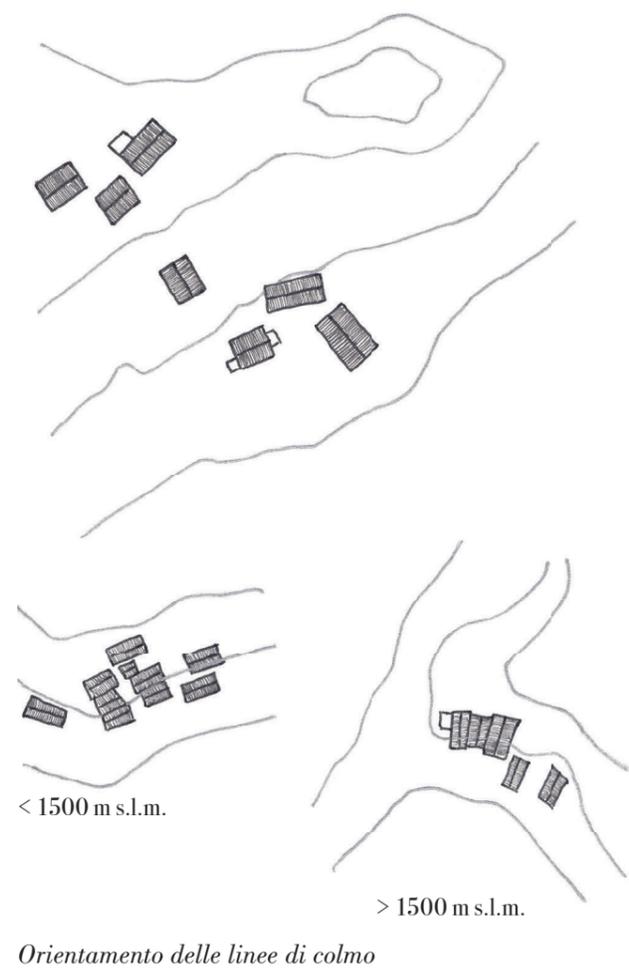
Le linee di colmo degli edifici di Cascine Arse (5, 6 e 7) sono parallele alle curve di livello.

Negli edifici del centro abitato è presente solitamente il camino, mentre a *Vinun* e *Cascin Ars* non c'è alcuna traccia di canne fumarie.

In questa tesi non si ipotizza un uso residenziale nel passato per la mancata presenza di un'apertura sopra l'architrave della porta, fori appositi, tipici per residenze temporanee, né fumaioli o successive canne fumarie che sporgono dalla muratura.

¹ Doglio G., Unia G., *Abitare le Alpi*, Cuneo, L'Arciere, 1980, p. 37

² Simonis G., *Costruire sulle alpi: storia e attualità delle tecniche costruttive alpine*, Verbania, Tararà, 2. ed., 2008, pp. 96-98



Convivenza uomo-animale tipico walser;
convivenza alte quote; abitazione e stalla
separati

Le stalle-fienili presentavano un focolare al piano superiore, sopra la stalla, diviso dal fienile, “sulla parete contro montagna - e - in un angolo del locale le cui pareti hanno delle nicchie per suppellettili e oggetti vari”³.

L'unico che in origine poteva essere una dimora a Vinone è l'edificio 4 poiché sono presenti aperture al piano superiore (che tra l'altro sono monolitiche), quindi, se non sono di riuso, potrebbero attestare un'origine molto più antica delle altre strutture.

Stesso discorso per l'edificio 5, sebbene crollato: si possono ancora notare delle aperture (monolitiche) al piano superiore. L'edificio 6 ha subito invece modificazioni alla tessitura muraria, quindi non si può stabilire la corretta dimensione delle aperture originarie.

In nessun caso ci sono nicchie nelle pareti. Nell'edificio 1 non sono presenti feritoie o finestre nel *blockbau*. L'edificio 2 presenta un ampliamento che attesta il continuativo uso agricolo. Gli edifici 3 e 7, infine, sono privi di aperture al piano superiore se non quelle degli accessi e dei timpani, al solo scopo quindi dell'essiccazione del fieno.

Gli edifici a rustico si differenziano infatti per le poche aperture.

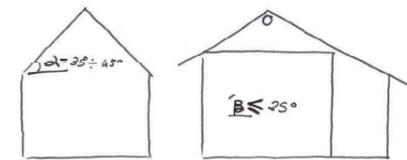
I locali per lo stoccaggio si differenziano in base al prodotto.

Il fienile era collocato al livello superiore per evitare la formazione di umidità che si verificherebbe a contatto con il terreno. In questo modo il fieno svolgeva anche un ruolo di isolante per il locale sottostante, poteva inoltre essere presente un'apertura nel solaio che divideva i due piani tramite la quale foraggiare direttamente gli animali nella stalla al piano inferiore. Il dislivello del terreno è sfruttato per l'accesso ai fienili di tutti gli edifici di Vinone.

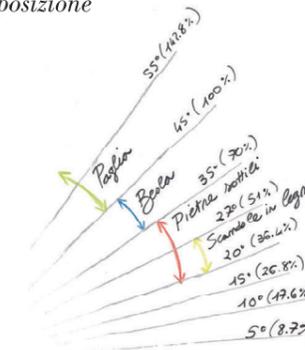
³ Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 2 - Forme di casa e insediamenti*, Basel, Krebs, 1982, cit., p. 110



II.4.i Edificio agricolo-tipo Ossolano



Angolo di falda del tetto ossolano e del tetto walser; larghezza dell'edificio regolamentata dalla lunghezza dei tronchi a disposizione



Angolo di falda in base al manto di copertura



Ampliamento dell'edificio ossolano che può avvenire solo longitudinalmente



Il tipo costruttivo definito “ossolano” è un modello cinquecentesco nato dal primo rinnovamento edilizio post medioevale; la copertura caratteristica ossolana è a capanna, e si differenzia da altre tecniche costruttive per l'assenza di una trave di colmo. Lo sviluppo trasversale dell'edificio è limitato dalla massività del tetto, ma la larghezza è anche dipendente dalle dimensioni dei tronchi a disposizione per lo scheletro dei solai e della copertura stessa¹.

La struttura scatolata è in ortogneiss granitoide, mentre il tetto a capanna è rivestito in beole (gneiss a tessitura lamellare), in dialetto *piode*. Le falde hanno una significativa inclinazione (angolo compreso tra 35° e 45° in base alla zona in cui viene impiegato il materiale): nel caso studio gli edifici hanno un angolo tra il puntone e la catena di 41° (edifici 1, 4, 5 e 7), 38° (edifici 2 e 6) e 33° (edificio 3).

La pendenza del tetto è però determinata soprattutto dal tipo di manto utilizzato.

Con una copertura in scandole lignee si ha un'inclinazione sui 20°, mentre per la pietra scistosa si parte da 22° per le pietre sottili (*lose*) sino ai 35° ai 45° per la beola.

Non a caso un tetto tipico walser in scandole lignee con la presenza di una trave di colmo l'inclinazione si attesta sui 25°; nel tetto ossolano è compresa tra i 35° e i 45° quando presenta il manto in *piode*. Si nota inoltre come l'angolo di inclinazione delle falde cresca da Crodo verso Domodossola e diminuisca scendendo di quota.

Questo perché è correlato al differente spessore delle beole che si può ricavare a spacco.

Un'altra caratteristica è lo scarso spiovente di gronda caratteristico dell'Ossola.

¹ Dematteis L., *Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbano*, Ivrea, Priuli & Verlucca, 2005, p. 34

La crescita della costruzione può avvenire solo longitudinalmente, al contrario di una con copertura in *lose* o in scandole lignee.

La struttura portante della copertura ossolana è dunque composta da puntoni, dormienti² e catene; sui correnti (fissati perpendicolari sui puntoni tramite cunei in legno) poggiano le *piode*, in duplice o triplice strato.

Per la messa in opera del manto in beole si parte per file dal basso; le lastre sono sbazzate rettangolarmente e le file sono poste parallelamente alla linea di gronda, verticalmente sovrapposte.

Le murature nel caso studio sono “compatte e omogenee”: realizzate con elementi lapidei a spacco; tra questi è inserito del materiale di ridotta pezzatura “la cui prevalente funzione, più che di carattere strutturale, è quella di assicurare la costipazione dei vuoti tra gli elementi componenti”³.

Le pareti in analisi hanno uno spessore compreso tra i 55 cm e 68 cm.

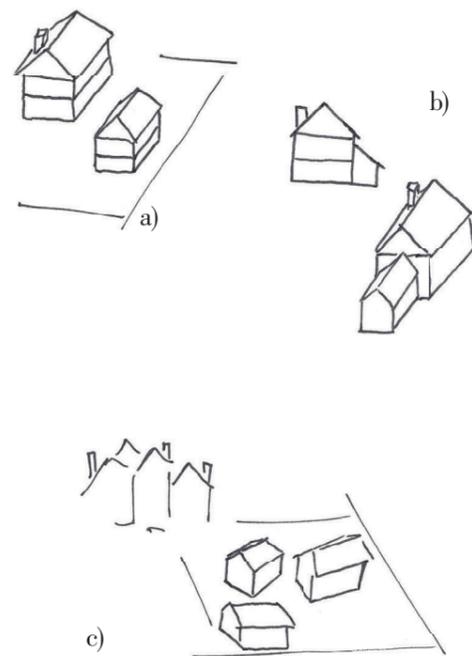
Si vede l'andamento suborizzontale dei corsi: elementi lapidei in contatto tra loro o mediante le scaglie con lo sfalsamento in verticale dei giunti⁴.

Le murature sono a secco; poteva essere prevista una mistura a base di argilla e sabbia tra i conci che attualmente non è più visibile poiché non lega permanentemente alle pietre e si dilava.

Nell'insediamento ossolano l'abitazione e la stalla sono separate.

Nell'edificio a rustico, le funzioni sono così divise: stalla al piano interrato o piano terreno; stoccaggio al livello intermedio e al livello del sottotetto⁵.

Il motivo di tale organizzazione funzionale è puramente culturale e non dipende dalla disponibilità dei materiali, esattamente come l'impiego del legno non va di pari passo con un'ampia disponibilità boschiva.



15. disposizione dell'edificio a rustico

² “banchina: o radice o dormiente, il punto in cui i puntoni di una capriata si congiungono alla catena; rialzo di legname che si adatta ai muri per dare un punto di appoggio all'armatura del tetto”. Tronconi O., *L'architettura montana*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2014, cit., p. 196

³ F. Musso S. F., Franco G., *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*, Venezia, Marsilio, 2000, cit., p. 37

⁴ *Ivi*, p. 38

⁵ *Ivi*, p. 16

Dematteis L., *Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbano*, Ivrea, Priuli & Verlucca, 2005, p.34

Aureggi O., *L'origine e la struttura urbanistica delle borgate alpine*, in Società piemontese di archeologia e belle arti (a cura di), “Società piemontese di archeologia e belle arti”, Torino, Fratelli Bocca, 1960, p.270

L'edificio rustico può presentarsi sotto forma di appendice alla casa (fig.15a), a breve distanza da questa (fig.15b) oppure trovarsi nella periferia del villaggio formando un agglomerato con altri edifici agricoli (fig.15c).

Gli edifici di Vinone e Cascine Arse ricadono nell'ultimo caso, poiché sono raggruppati alla periferia del villaggio, con molti proprietari attestati nel catasto Rabbini.

Nei fienili “la muratura è in pietra a spacco di estrazione locale con cantonali in blocchi appena sbazzati”⁶; nelle stalle e depositi “i cantonali sono realizzati con blocchi sbazzati di maggiori dimensioni e di forma più regolare rispetto alle pietre utilizzate nella muratura delle pareti perimetrali”⁷.

I solai intermedi degli edifici in analisi hanno un'orditura semplice e le teste sono inserite in sedi ricavate dalla muratura “talvolta finite inferiormente da lastre di pietra che assicurano uno stabile appoggio della trave e isolano dall'umidità”⁸.

Le teste delle travi sono visibili dall'esterno del muro nell'edificio 2 e nell'edificio 4. L'edificio 1 presenta una trave rompitratta.

Le aperture “anche se di piccola dimensione, o appena presenti in varie forme come fori di aerazione, intervengono sensibilmente ad animare le pareti. Le loro forme tendenti al quadrato, non privilegiando né l'andamento verticale né quello orizzontale, si innestano appropriatamente nei compatti volumi in muratura. [...] nelle aperture di forma rettangolare il prevalere delle linee verticali è riequilibrato dalle accentuate sporgenze laterali dell'architrave in legno o, in pochi casi, in pietra”⁹.

Gli architravi sono solitamente in legno, poiché è un materiale che si presta a sopportare lo sforzo al taglio causato dalla muratura in pietra, anche se sovente si ritrovano architravi in pietra di dimensioni anche elevate. Questa è una soluzione più antica, se decorata era destinata ad abitazioni e non a costruzioni di lavoro. Anche se la soluzione è antica non significa che anche l'intero edificio lo sia, proprio per il continuo riutilizzo degli elementi.

All'esterno nessuna apertura di Vinone e Cascine Arse ha il “collarino” (intonacatura della bucatina a calce bianca che si presenta all'esterno come una cornice): si trova quasi esclusivamente sulle abitazioni, ma “una convincente motivazione della sua esistenza non è ancora stata trovata”¹⁰.

Le sue ragioni costruttive vanno probabilmente ricercate nelle esigenze di ventilazione e di illuminazione che hanno obbligato a “ingrandire le primitive finestrelle della casa d'abitazione. Ma l'ampliamento di un'apertura nella

⁶ F. Musso S. F., Franco G., *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*, Venezia, Marsilio, 2000, cit., p. 22

⁷ *Ivi*, cit., p. 23

⁸ *Ivi*, cit., p. 50

⁹ Maurino R., Doglio G. (a cura di), *Recupero: come fare? : appunti sul problema della ristrutturazione della casa alpina*, 2. ed, Cuneo, L'Arciere, 1995, cit., pp. 26-27

¹⁰ Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 – Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, cit., p.144

muratura a secco non è cosa da nulla: bisogna rinforzare la muratura attorno con la malta, che può anche raggiungere la parete esterna ed essere intonacata con la calce¹¹.

Le finestre riscontrate sono di due tipi: “finestre con spalle in muratura ordinaria e architravi lignei o con piattabanda in scaglie di pietra”; “finestre con stipiti monolitici o con spalle murarie ordinarie e orizzontamento superiore risolto con grandi blocchi monolitici a profilo superiore arcuato o rettilineo¹²”.

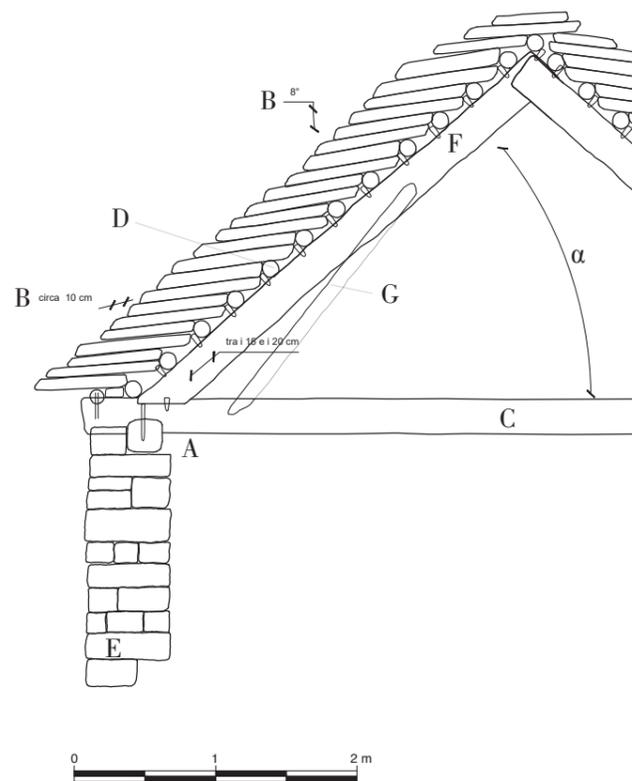
L'apertura di accesso ha stipiti murari a blocchi lapidei (edificio 3) o spalle murarie ordinarie e architrave ligneo. La pietra di soglia è lunga quanto la larghezza della porta.

Solitamente l'accesso alla stalla si trova sul fronte a valle, l'accesso al fienile a monte.

Si sfruttano i pendii per l'accesso diretto, oppure scale esterne generalmente costruite per il fienile¹³.

Per quanto riguarda invece l'eliminazione del fumo “nell'antichità nessuna casa rurale in legno possedeva uscita per il fumo - mentre - le case di pietra non presentavano vistosi pericoli di incendio, così non si avvertiva la necessità dell'isolazione del focolare o l'urgenza di un camino -infatti- la cucina-soggiorno era piena di fumo acre¹⁴”.

Più tardi (indicativamente nel corso del Medioevo, il comignolo è presente nel modello cinquecentesco ossolano) si sviluppano le aperture per il fumo: solitamente l'apertura per il fumo



Copertura tradizionale
ossolana 1:50

A. banchina o dormiente
o radice

B. beole pendenza 8-15°;
beole alla base 2-4°

C. catena

D. correnti

E. parete a secco

F. puntone

G. rittana

11 Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 - Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, cit., pp.144; 147

12 Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 2 - Forme di casa e insediamenti*, Basel, Krebs, 1982, cit., p. 54

13 Ivi, p. 168

14 Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 - Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, cit., p.118

era ricavata sopra l'architrave o tramite dei fori appositi nelle pareti. Talvolta queste aperture erano completate con pietre di protezione¹⁵.

Le partizioni interne erano solitamente ottenute tramite graticci: “come materiale si usano verghe flessibili di castagno o nocciolo intrecciate sono armatura di pertiche più resistenti. Si ottiene così una chiusura della parete che lascia passare l'aria. Perché questa tecnica è stata impiegata per l'apertura dei rustici o del solaio dove è importante la circolazione dell'aria. Questa tecnica con l'aggiunta di argilla intonaco, serve in casi isolati per la successiva divisione dei locali¹⁶”.

La concimaia era comunemente situata a lato della stalla¹⁷.

L'edificio 1 presenta un'appendice a sud, forse come concimaia sarebbe stata troppo piccola, l'ipotesi è che sia una aggiunta degli anni Cinquanta per i mezzi a motore da separare dal fieno.



Variazioni tamponamenti; rielaborazione fonte: Tronconi O., *L'architettura montana, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2014*

15 Ivi, pp.121-122

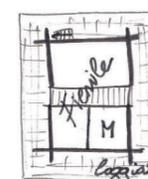
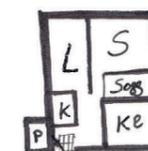
16 Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 - Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, cit., p. 54

17 Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 2 - Forme di casa e insediamenti*, Basel, Krebs, 1982, p. 174



II.4.ii Edificio ossolano con l'introduzione del sistema *blockbau*

Gli edifici 1 e 3 di Vinone presentano il “cassone” a *blockbau* su basamento in pietra. Sistema costruttivo di origine walser, in queste costruzioni riproposto però sormontato dalla copertura tradizionale ossolana.



Premessa: il modello costruttivo “tipo” riscontrato negli insediamenti walser.

Come già detto, gli insediamenti walser prossimi alla zona di progetto sono Agaro, Ausone e Salecchio. Agaro, ormai sommersa dalle acque della diga dell'Edison dal 1938, e Salecchio sono state fondate dai Walser a fine XIII secolo provenendo dal Canton Vallese.

Gli insediamenti walser nel Verbano-Cusio-Ossola si trovano a Formazza, Salecchio, Agaro, Ausone, Miggiandone, Macugnaga, Ornavasso e Campello Monti. Il *blockbau* si può trovare poggiato su basamento in pietra o su “funghi” di pietra.

Proprio nella struttura del tetto troviamo la principale differenza con la copertura ossolana: la presenza della trave di colmo. L'inclinazione del tetto è inferiore e questo permette il prolungamento di una falda, che una volta tamponato dà origine a un nuovo locale.

(Oltre al tetto a puntoni, legato al *blockbau* si può trovare il “tetto a cavallo”: “sul colmo stanno a cavallo coppie di travi che scendono a formare la gronda: esse sono libere, non fissate alla base del tetto. La solidità delle costruzioni in pietra e in legno non richiede l'impiego della catena”¹).

Il manto di copertura poteva essere in spesse lastre di pietra (*piode*), paglia oppure scandole lignee.

Piante tipo (piano terra, piano primo, piano secondo) della casa-laboratorio walser

¹ Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 – Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, cit., p. 75

Questi edifici componevano piccoli villaggi (*dorf*) sparsi. Qui prevaleva la tipologia a singola casa, non collegata tramite ulteriori costruzioni agli altri edifici: tutte le costruzioni sono poste a debita distanza².

L'edificio walser si può definire “casa-laboratorio”, poiché convivevano in uno stesso edificio l'abitazione, gli animali e spazi per i laboratori, i quali potevano comprendere la tessitura, la lavorazione del formaggio, del legno, delle scarpe, nonché una sorta di scrittoio accanto alla *stube* (la lavorazione del ferro era situata in edifici separati da quelli abitati). Funzioni diversificate indicanti l'autosufficienza a cui mirava il complesso insediativo³.

La casa walser presenta una pianta quadrata con basamento in pietra su cui poggia il piano il legno. Tra il locale in pietra e il locale in legno alle volte ci sono i caratteristici “funghi”, ovvero strutture in pietra per tenere il granaio sopraelevato per evitare l'intrusione dei roditori; edifici chiamati *rascard*, legati alla cerealicoltura e all'allevamento. Sopra alla base in muratura la parte superiore è in tronchi orizzontali a incastro, il sistema *blockbau*, tipico della tradizione germanica, lavorati con semplice scortecciamento e a volte segati⁴.

Larice e abete sono le essenze principali per l'utilizzo strutturale. La lavorazione dei tronchi prevedeva lo scortecciamento e la sola sbazzatura nel caso di destinazione d'uso agricola o stoccaggio legno, poiché lo scopo era l'aerazione del vano⁵.

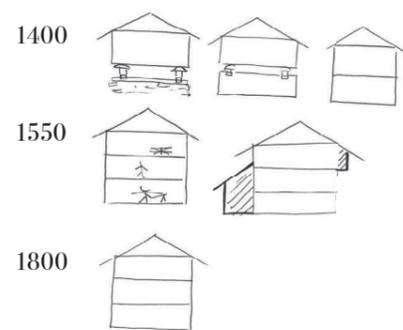
Il rafforzamento di questa struttura a tronchi sovrapposti avviene per mezzo di chiavi: “inserite tra le pareti, sporgenti sia all'interno che all'esterno, con ognuna un foro quadrangolare attraverso il quale viene collocato dall'alto un cuneo che si assottiglia verso il basso. In questo modo la parete è tenuta assieme per un lungo tratto

² Rizzi E., Zanzi L., *I Walser nella storia delle Alpi: un modello di civilizzazione e i suoi problemi metodologici*, Milano, Jaca book, 1988, p. 183

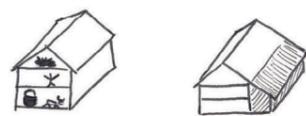
³ Zanzi L., Rizzi E., *Le Alpi, architettura e civilizzazione: la casa alpina nei Grigioni, Ticino, Vallese e Walser*, Domodossola, Fondazione Enrico Monti, 2016, p. 14

⁴ Matta A., *Analisi tecnologico-strutturale delle costruzioni in legno*, in Montanari G. (a cura di), “La pietra e il legno: ricerche per il progetto del territorio montano: Moron (St. Vincent)”, Torino, Celid, 1995, p. 57

⁵ Tronconi O., *L'architettura montana*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2014, p. 65



Evoluzione della casa walser



Ampliamento trasversale della casa walser



Ampliamento verticale della casa walser

sia dall'interno che all'esterno”⁶, così come un montante del colmo chiamato popolarmente “trave dei pagani” (poiché sovente erano presenti incisioni), un rinforzo del frontone per evitarne la deformazione.

L'edificio 1 presenta questo rinforzo nel prospetto nord; c'è una trave inserita sotto i puntoni ma è “libera” non ha carichi su di sé visto che ha una circonferenza molto piccola e poggia su piccole mensole in legno attaccate ai puntoni.

Non si può ovviamente ricondurre tutto a un archetipo per il rischio di idealizzare una forma. Bisogna comprendere l'adattamento della forma della casa walser caso per caso, migrazione dopo migrazione; il *blockbau* ha diffusione in Nord Europa e viene fatto risalire in maniera troppo generica ai “Germani”. Questo modo di costruire va dunque contestualizzato; vedasi ancora l'aggiunta del loggiato: questo è presente in determinate zone e non è regola che accompagni sempre la costruzione a tronchi sovrapposti⁷.

A Vinone.

A *Vinun* è presente il sistema *blockbau* per il piano superiore negli edifici 1 e 3, mentre il timpano è tamponato parzialmente da assi in legno. La struttura del tetto è quella tipica ossolana con puntoni e catene.

Il “cassone” in legno poteva ospitare un fienile oppure un granaio (*griacho*).

Nel caso di edificio a rustico le fessure tra i tronchi venivano lasciate per arieggiare il fieno o il grano in fase di essiccazione, oppure riempite con argilla (soluzione che verrà riproposta nel progetto).

Si tramanda inoltre che queste fessure potessero essere tamponate con muschio e fango dall'esterno⁸.

Non si sa se ciò sia stato impiegato a Vinone, resta quindi l'ipotesi della ventilazione per essiccazione.

Nei due *blockbau* in analisi, i tronchi scortecciati presentano la faccia esterna liscia. Si può ipotizzare dunque che a *Vinun* fosse stata adottata consapevolmente la lisciatura per non far slittare i tronchi, rinforzati verticalmente con le chiavi e lasciando intenzionali fessure per la ventilazione.

Si può presupporre che durante la transumanza si sia notata la sovrapposizione di tronchi in edifici di influenza walser (Ausone e Agaro in particolare, Salecchio).

Un'altra ipotesi, meno probabile, è che a Cravegna si fosse insediata una famiglia walser; il tetto però impiegava i materiali reperibili nel luogo, anziché seguire la tradizione walser.

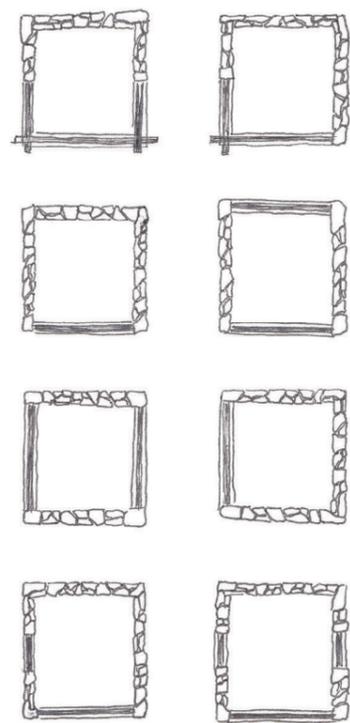
⁶ Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 – Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976, cit., p. 51

⁷ Ivi, p. 43

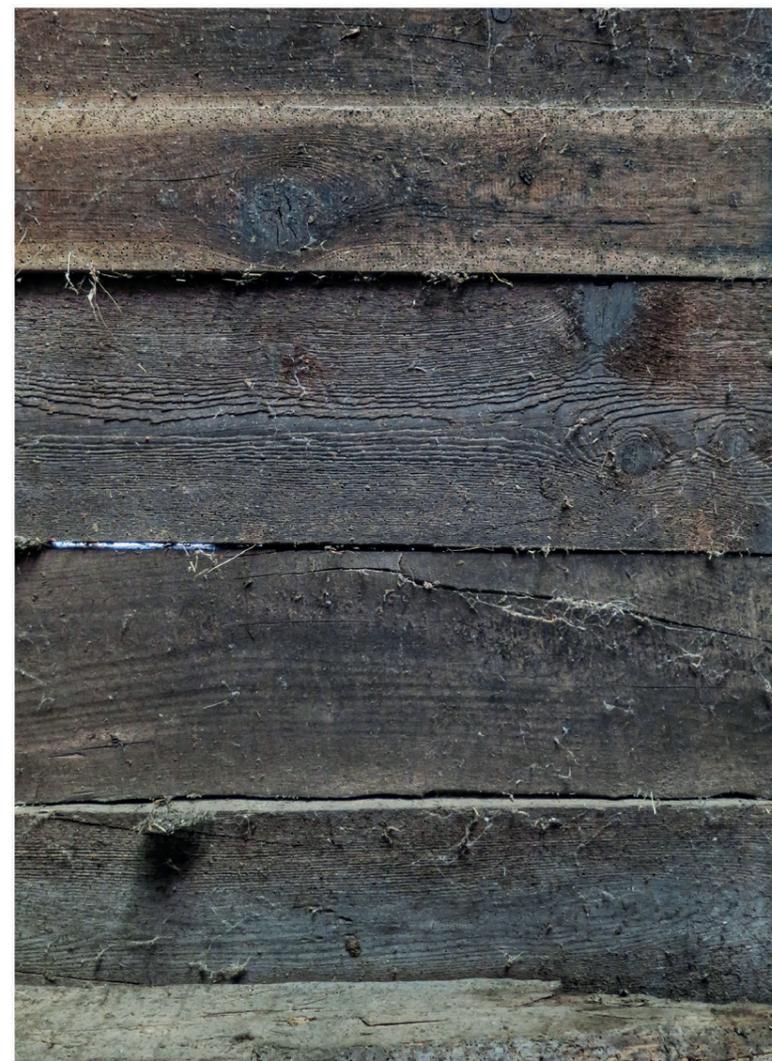
⁸ Ivi, p. 93

Anche nella località Fariolo a meno di 200 metri da Vinone è presente questo utilizzo del legno in due edifici ora restaurati: una probabile abitazione di tre piani con accanto un edificio per stoccaggio o per il bestiame. Quest'ultimo non differisce dall'edificio 1 per dimensioni e dettagli costruttivi. L'ipotetica abitazione presenta un comignolo: se fosse stata costruita da una famiglia walser sarebbe stato aggiunto successivamente, dal momento che i Walser utilizzavano una stufa senza necessità di una canna fumaria.

L'ipotesi più coerente è che i proprietari di questi edifici abbiano voluto riproporre il *blockbau* visto durante la monticazione per adibirli a rustico (stalla-fienile).



*Variazioni pareti miste
in pietra e legno*



Essenze lignee impiegate nei solai del caso studio: abete, castagno, larice, pioppo

III. Analisi delle fonti scritte e iconografiche relative al caso studio

III.1 Fonti scritte: Statuti e Ordini di Cravegna

La valle Antigorio presenta numerose testimonianze archeologiche della presenza umana durante le epoche preistorica, romana e alto-medievale. Cravegna potrebbe aver ospitato un insediamento gallico composto da poderi e alpeggi; in epoca romana era abitata, come attestano reperti archeologici quali olpai e una tomba con corredo; e divenne insediamento stabile in epoca medievale¹.

Un altro esempio prossimo è la località Fariolo, in cui si attestò una consorzeria di *milites* longobardi, e che era certamente già abitata in epoca romana².

Le fonti scritte oggi disponibili partono però dal XIV secolo, quando sorse la necessità di regolamentare i confini e la suddivisione delle proprietà. Tale regolamentazione, che si vedrà in dettaglio a fine paragrafo, espone minutamente la corretta gestione delle proprietà, dei campi, del bestiame, delle strade e dei boschi, con relative multe da pagare in caso di mancato rispetto di tali regole.

Come già affermato, Cravegna, Mozzio e Viceno facevano parte di un unico *quartiere*, ma ogni comunità manteneva una propria autonomia e proprio per questo si sono dovute regolamentare le liti che sorgevano a causa dello sconfinamento del bestiame, definendo i confini nelle *Corregge comuni*, ovvero una divisione delle zone di pascolo e coltivazione per ciascuna comunità.

La maggior parte della documentazione è purtroppo andata perduta nel 1929, anno in cui Cravegna, Mozzio e Viceno sono state aggregate al comune di Crodo³.

Come sostenuto da Tullio Bertamini in “Storia di Cravegna”, i Cravegnesi sono sempre stati in lite con le comunità limitrofe per i diritti di pascolo, in particolare con Croveo quando nel 1466 si verificano “omicidi, ferite, insulti, rottura di cascine, di strade”⁴ e ancora dal 1510 al 1513 con l'introduzione di una pena severa per il “furto di foglie di faggio in territorio di Cravegna”⁵. La punizione per la raccolta delle foglie è presente anche nell'articolo 7 degli Statuti di Viceno del 9 gennaio 1436 pervenuti in copia del 1559.

Negli anni 1536-1540 la lite è invece fra Mozzio e Viceno per la spartizione degli alpeggi Misanco, Buscagna e Demegna del Monte Devero.

L'ultima risale al 1896, sempre per l'alpe Misanco.

¹ Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, p. 12

² *Ivi*, p. 10

³ *Ivi*, p. 25

⁴ *Ivi*, cit., p. 22

⁵ *Ibidem*.

I principali documenti pervenuti e ripubblicati poi da Tullio Bertamini sono gli Statuti del 1492 e gli Ordini del Comune di Cravegna del 1627.

Altri documenti sono conservati presso l'archivio di Oscellana tra cui l'*Actorum Curiae* (1561-1564) che attesta la separazione della Curia di Cravegna da quella di Crodo (dati i numerosi contrasti nei secoli XVII e XVIII per le funzioni del Sabato Santo), vari atti di processo e persino denunce di soprusi da parte dei curati di Crodo.

Statuti del Comune di Cravegna, 10 gennaio 1492

Negli Statuti i primi dieci articoli sono di carattere religioso (evitare sconcezze [*aliquam turpidinem*] e schiamazzi in chiesa e in cimitero; rispetto durante le litanie; non suonare le campane senza un motivo e così via).

Emerge dunque il ruolo della chiesa di San Giulio, sebbene gli Statuti rimangano un atto pubblico e democratico con la partecipazione dei consoli, credenzieri e i capifamiglia⁶.

Si passa poi alla regolamentazione della manutenzione della strada controllata dai consoli e al divieto di togliere o portare pietre e terra dalla strada (articolo 12). E' ovviamente presente il divieto di rovinare muri o recinzioni altrui (articolo 14) e sono previste pene severe per chi ruba nelle cascine travi e legname (articolo 19).

Importanti da citare gli articoli 17, 20 e 31:

Art. 17 “*Quod nemo apprehendat nec claudat de territorio dicti comunis nisi sibi fuerit legitime venditum*”

Non sit aliqua persona cuiusvis conditionis existat que suo temerario ausu audeat vel presumat usurpare, capere et apprehendere de dominio et territorio comunis Cravegne nisi sibi fuerit legitime venditum per dictum comune seu per homines ellectos ad vendendum in dicto comuni ex legitima causa.

Non si possono vendere le proprietà se non chiedendo prima il consenso ai consoli.

A testimonianza dell'evoluzione dell'agricoltura montana dal XIV al XVII, in cui le terre venivano bonificate e date in affitto o vendute.

Se fossero stati presenti degli abitanti di origine walser avrebbero appunto dovuto essere prima accettati dai consoli di Cravegna.

Art. 20 “*Nota hic generale capitulum iuste formatum contra forense*”

Non sit aliqua persona forensis tam de Valle Antigorii quam aliunde que

⁶ Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, p. 152

amodo in antea audeat vel presumat incidere, pascolare, stramare, nec aliquod damnum dare, inferre et super toto dominio territorio comunis predicti et infra confines territorii eiusdem comunis, videlicet pratis, campis, silvis, sediminibus, vineis, buschis, alpibus, montaneis et alpiariis, nemoribus et medariis.

Chi non vive a Cravegna non può pascolare le bestie né tantomeno danneggiare o fare raccolta di strame nei confini del Comune. Vengono menzionate le viti, attestando già l'attività vinicola.

Ancora una volta si nota il controllo delle proprietà comunali e private, con conseguente multa a chi possa danneggiare le cascine altrui a seguito di liti.

Art. 31 “*De non destruendo et damnum inferendo in buschis*”

Non sit aliqua persona dicti comunis que amodo in antea audeat vel presumat super toto territorio et dominio Cravegne incidere vel sbruzzare seu ruschare, attappare vel allio quovis modo destruere aliquam plantam laretiam, pezanigam, aunodam, beulam et aunitiam sine licentia consulum et comunis; etiam aliquam plantam faicii sine ipsorum licentia.

Ricollegandosi all'articolo 20, qui si specificano in dettaglio le essenze legnose che neanche gli abitanti stessi possono tagliare, scortecciare o rovinare (larice, peccio, abete, betulla, ontano e faggio) senza aver avuto una licenza dai consoli.

Nell'articolo 32 è regolamentata la conservazione dei boschi e i loro confini; toponimi che nella tradizione orale non sono sopravvissuti, rendendo così impossibile una ricostruzione.

Per l'utilizzo del legno da costruzione non risulta chiaro se bastasse la licenza concessa dai consoli. In caso contrario sarebbe stato arduo costruire in *blockbau* con materiali non reperibili *in loco*.

Ordini del Comune di Cravegna, 1° maggio 1627, approvati il 1° giugno 1633 da Filippo IV re di Spagna e duca di Milano

In questo ordinamento hanno invece un ruolo cruciale i consoli e i credenzieri di Cravegna.

Al di là del cambio di potere da quello religioso a quello politico, le norme in merito alle proprietà, al bosco e al pascolo riprendono gli articoli degli Statuti quattrocenteschi.

Gli articoli 11 e 12 riguardano il bestiame:

Art. 11 “De tenendis capris in certi locis”

Item statutum et ordinatum est quod non sit aliqua persona quae teneat domi capras in aestate quae audeat vel praesumat de die eas tenere apud se nisi eas dederit pastoribus electis a Commune et non alteri personae, neque etiam eas possit tenere quovis alio tempore supra sine idoneo pastore.

Art. 12 “De non pasculando in bonis divisis”

Item statutum et ordinatum fuit quod nullus audeat in futurum aliquo tempore anni pasculare, seu pasculari facere, cum aliquibus bestiis, cuiuscumque generis sint, in et super aliquibus bonis divisis Communis Craveniae ubicumque: pratis, campis, silvis, nemoribus et aliis bonis divisis, sive propriis, sive alienis, ubivis sitis et existentibus in dicto territorio.

Nell'articolo 11 è sanzionato chi non affida le capre al controllo dei pastori eletti dal Comune. Si sa infatti che capre non sorvegliate arrecano parecchi di danni rosicchiando ciò che capita a tiro.

Nell'articolo 12, invece, si illustra il divieto di far pascolare qualsiasi bestia negli spazi comuni, che siano prati, campi, boschi o di altri beni pubblici o privati.

Gli articoli 17, 18 e 19 riprendono quelli già presenti negli Statuti:

Art. 17 “De tensa cuiusdam memoris”

Fuit statutum pariter et ordinatum quod infrascripta buscha et nemora inter alia eorum bona sint tensanda et observanda ut in furtuitis casibus multum ipsi communi [Communis Craveniae] accomodari possint, itaque non sit aliqua persona dicti communis cuiusque conditionis existat, quae suo temerario ausu audeat vel praesumat incidere, extirpare, buschare, attappare seu quovis modo destruere aliquam plantam pezanigam et laretiam in infrascriptis buschis, et gaziis”, nei luoghi citati da casina del Compolo a Lavencale, Dechia e Cantone e altri, “et in fori et infra tantum quantum durat dominium Craveniae.

Parallelismo con l'articolo 31 del 1492: gli abitanti stessi non possono incidere o tagliare legna nei confini di Cravegna.

Tale norma in merito al taglio delle piante si ritrova soprattutto negli insediamenti in zone di pericolo valanghe.

Art. 18 “De non ponendo ignem”

Non sit aliqua persona cuiusvis status, gradus et conditionis, quae audeat nec praesumat incendere, comburere, sive brusatam facere, neque ignem ponere in nemoribus, nec in broliis, nec herbis ubivis locorum, tam in alpibus quam montibus et plano.

Si rende esplicito che è punita l'accensione di fuochi. Bruciare le sterpaglie e lasciare il fuoco incustodito può portare infatti gravi danni incendiando casine o scatenando un incendio nel bosco.

Art. 29 “De non vendendo aliquam possessionem alicui forensi”

Item statuerunt etiam quod nulla persona Communis Craveniae audeat quoquomodo vendere, alienare, donare, nec aliquater distrahere aliqua bona nec possessiones, cuiuscumque sit quantitatis et materiei, de territorio Communis Craveniae alicui alii personae, quae non sit de dicta terra Craveniae et eius vicina, sine licentia consulum et credentiorum Communis Craveniae, vel maioris partis eorum.

Articolo che riprende l'art. 17 degli Statuti del 1492. Nessuno può vendere o donare “beni o possessioni” siti in Cravegna a persone non appartenenti a tale comune previa licenza da richiedere presso consoli e credenzieri cravegnesi.

III.2 Fonti iconografiche: i catasti e interpretazione dell'origine degli edifici in esame in parallelo con le fonti mute interpretabili *in loco*

In questo paragrafo si va a completare l'analisi delle fonti scritte e iconografiche, tenendo anche conto delle fonti mute riscontrate durante il rilievo; grazie a tale documentazione si arriva a comprendere lo schema insediativo.

La fonte iconografica principale è quella catastale, redatta a scopo fiscale, permettendo di individuare la collocazione spaziale, le destinazioni d'uso e relativi valori di proprietà e gli eventuali passaggi di eredità. Il Catasto elenca altresì i nomi dei proprietari dei beni con relativa descrizione e stima, comprendendo il luogo, la superficie occupata e le destinazioni d'uso¹.

I catasti attestanti gli edifici in esame sono il Catasto teresiano del 1722 (data dei fogli per Cravegna, Mozzio e Viceno) e il Catasto Rabbini del 1861 (data del solo foglio di Cravegna; Mozzio 1864-65; Viceno 1865).

Il catasto Rabbini comprende i registri catastali del Circondario Ossola, mazzo 69, Cravegna, fascicoli 1 e 2.

La porzione di mio interesse nel teresiano è sottotitolata: *mappa di Cravegna, Mozio, Viceno vall'Antigori giuriditione di Domodossola, Straducato di Milano, fatta dal geometra Giorgio Andreotti principata li 5 giugno 1722 e terminata li 22 agosto suddetto anno. Con l'assistenza d'Antonio Orsone, Pietro Antonio Alberti, Giovanni Antonio Bionda, Pietro Maria Silano e Giovanni Rippamonte e disegnata da noi Sebastiano Crivelli, Angiolo Lorati in fogli 66.*

“Il sistema censuario teresiano è un catasto particellare a base peritale delle proprietà fondiarie del Ducato di Milano; “peritale” poiché eseguito dagli agrimensori delle Province Unite dal 1718 al 1760”².

Il catasto Rabbini “prende nome dal geometra Antonio Rabbini, preposto da Cavour nel 1853 alla direzione generale del catasto presso il ministero delle finanze. Le operazioni di rilevamento, che per la prima volta danno a grande scala (1:500,1:1000 e 1:5000) una precisa rilevazione anche degli edifici, iniziano nel 1857 nella provincia di Torino e si estendono successivamente a quella di Novara fino al 1870, giungendo a completezza per i circondari di Torino, Pinerolo, Susa, Novara, Ossola e

¹ Struzzi R., *Le fonti documentarie*, in Montanari G. (a cura di), “La pietra e il legno: ricerche per il progetto del territorio montano: Moron (St. Vincent)”, Torino, Celid, 1995, p. 29

² www.archiviodistatorino.beniculturali.it



16. Catasto teresiano (sopra);
confronto catasto teresiano con
l'insediamento attuale (sotto)

0 200 400 m



17. Catasto Rabbini (sopra);
confronto catasto Rabbini con
l'insediamento attuale (sotto)

0 200 400 m



Pallanza. Il catasto Rabbini, pur non essendo stato mai attivato, costituisce la base del catasto dello stato unitario istituito con L. 10 marzo 1886, n. 3682. La documentazione prodotta nel corso delle operazioni catastali riflette solo la prima delle cinque fasi in cui esse avrebbero dovuto svolgersi: accertamento dei benifondi (misure particellari), determinazione della rendita netta (stima censuaria), controdeduzioni degli interessati, esazione della imposta, registrazione delle mutazioni di possesso”³.

Comparando il centro abitato di Cravegna riprodotto in questi due catasti, si nota come esso abbia mantenuto il suo sistema insediativo; le poche variazioni consistenti si sono verificate a partire dall'Ottocento.

Il catasto teresiano riporta la forma dei centri abitati, quindi solo il raggruppamento senza indicare gli spazi vuoti tra edifici, e la principale via di comunicazione. Gli edifici non sono dunque rilevati uno ad uno. Infatti “non esistono ulteriori specificazioni in quanto il rilievo di seconda stazione non è mai stato realizzato (per il passaggio, a seguito del trattato di Worms, dei territori del Novarese ai Savoia – 1748)”⁴.

Bisogna sottolineare che la zona di progetto si trova nell'intersezione di quattro fogli (53, 54, 58 e 59) (fig.18), che è stato necessario visionare di persona poiché è presente un segno dello stesso colore rosso degli edifici in prossimità di dove adesso si trova un pilone votivo, che però si è rivelata una semplice macchia. Non era dunque rappresentato questo pilone votivo nel Settecento, ma nel catasto Rabbini sì, ed è anche riportato nei registri del Rabbini come proprietà della famiglia Zanola.

Sovrapponendo il catasto teresiano con il Rabbini (fig.19), si può notare che nell'area di Cascine Arse manchi l'edificio 7. Come già menzionato, esso si differenzia per la copertura poggiate su pareti longitudinali estese oltre la pianta rettangolare (presente anche nell'edificio 3: entrambi presentano volumetrie maggiori e collocazioni diverse dagli edifici prossimi). L'edificio 7 è stato costruito dunque dopo la stesura del catasto ottocentesco.

Vinone presenta lo stesso numero di edifici nei due catasti, ma se si orienta il teresiano a nord combaciano solo gli edifici 5 e 6 di Cascine Arse. Se invece si ruota il teresiano in base all'assetto planimetrico di Vinone (fig.20) ne risulta che l'edificio 1 combacia, mentre le linee di colmo degli edifici 2, 3 e 4 sono perpendicolari a quelle reali.

Nel catasto teresiano manca inoltre il pilone votivo raffigurante la Risurrezione, che potrebbe essere stato costruito negli anni immediatamente successivi, in quanto i Cravegnesi iniziarono a costruire le sedici cappelle votive sul percorso al Sacro Monte della Madonna di Salera nel 1731⁵.

³ www.archiviostatatorino.beniculturali.it

⁴ Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, cit.

⁵ *Ivi*, p. 98

Fino a che punto però il catasto teresiano rappresenta correttamente le piccole proprietà? Gli alberi distribuiti in maniera innaturale fanno pensare a un mero simbolismo, di conseguenza gli agrimensori potrebbero avere disegnato gli edifici per indicarne il numero senza riportare le esatte misure planimetriche. È altamente improbabile che gli edifici di Vinone siano stati demoliti o ricostruiti tutti tra il XVIII e il XIX secolo; si deve considerare, inoltre, che la zona in analisi ricade all'intersezione di quattro fogli.

Ciò potrebbe significare che la rappresentazione sia stata fatta in diversi momenti, lasciando quindi delle imprecisioni poiché lo scopo di un catasto è essenzialmente fiscale e non topografico.

Si riscontrano imprecisioni anche nel mappale di suddivisione dei terreni (fig.21) e nella carta utilizzata dal GEOportale della Regione Piemonte (fig.22). Nel primo c'è una strada di dimensioni assurde per un contesto alpino, il cui tracciato non trova riscontro neanche in un ipotetico sentiero.

Nel mappale e nella carta di GEOportale gli edifici non si sovrappongono alla corretta rappresentazione della tavola E2 “uso del suolo e classificazione geologica” della variante strutturale n.2 al Piano Regolatore Comunale di Crodo. L'edificio 6 è infatti spostato più a est, mentre l'edificio 7 risulta traslato a nord-est nel mappale e a nord-ovest in Geoportale.

Le linee divisorie dei terreni del PRGC sono perfettamente combacianti alla suddivisione del mappale, quindi tali rappresentazioni grafiche non sono topografiche bensì una sovrapposizione dei confini di separazione.

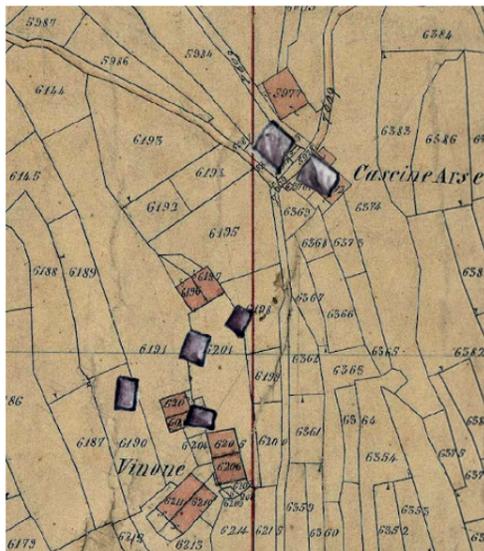
La carta di GEOportale è la Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) e l'errore sopra descritto è presente nella carta del 2015 e si protrae sino a quella del 2017. Nella BDTRE del 2015 non compare un edificio che invece esiste tuttora (costruzione che si incontra sul sentiero per arrivare a Cascine Arse da nord). È probabile che questi errori siano dovuti a foto aeree (satellitari) in cui gli edifici in disuso sono inglobati dal bosco.

Ritornando alla sovrapposizione dei due catasti storici, l'ipotesi più coerente, maturata dal sopralluogo e dal confronto dei documenti iconografici, è che il catasto teresiano indichi semplicemente gli stessi edifici presenti oggi. L'orientamento esatto non è la priorità di tale catasto, come emerge appunto dai centri abitati rappresentati solo da un contorno, senza indicarne le costruzioni. Questa ipotesi è corroborata anche nell'articolo 17 degli Ordini di Cravegna, nel quale è fatto divieto di tagliare larici nella zona “in fuori ed in qua dell'estensione del dominio di Cravegna” (trad. pers.): se questa disposizione fosse stata applicata non sarebbe stato possibile ricostruire gli edifici. Nel rilievo si sono ritrovati tronchi di faggio nella copertura: ciò può indicare o un inserimento recente oppure l'utilizzo di tale materiale nel secolo dei divieti.

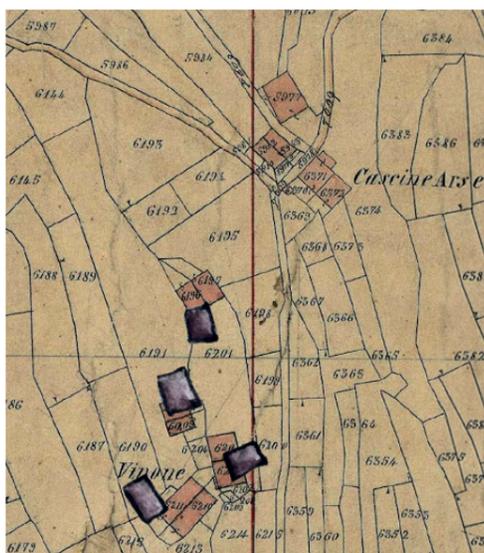
Rimane il dubbio sul perché sul catasto teresiano si fosse indicato il numero esatto degli edifici fuori il centro abitato di Cravegna.



18. Catasto teresiano: intersezione dei quattro fogli (53, 54, 58 e 59)



19. Sovrapposizione del catasto teresiano con il Rabbini



20. Sovrapposizione del catasto teresiano con il Rabbini in base all'assetto planimetrico di Vinone



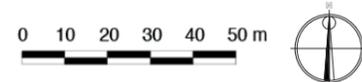
21. Sovrapposizione del mappale (edifici in rosa) con l'insediamento attuale



22. Sovrapposizione della base di GEOportale con l'insediamento attuale (edifici in trasparenza)



23. Insediamento attuale (PRGC)



Un altro dubbio riguarda l'influenza o il legame della località Fariolo con Vinone: a Fariolo sono presenti un edificio rustico identico all'edificio di Vinone così come un'abitazione, entrambi costruiti con sistema a tronchi sovrapposti.

Si può concludere che gli edifici 1, 2, 3, 4, 5 e 6 siano risalenti almeno al Settecento; nell'edificio 2 si nota il "cuci-ricuci" della tessitura muraria attestante un ampliamento nel prospetto ovest con travi del solaio visibili all'esterno nella metà dell'edificio verso nord. L'ampliamento potrebbe essere stato effettuato verso sud per la disposizione dei cantonali.

L'edificio 1 potrebbe essere stato eretto in origine con sistema *blockbau* oppure modificato successivamente.

Gli edifici 3 e 7 hanno le pareti longitudinali che si prolungano creando uno spazio esterno coperto. L'edificio 3, che risale almeno al Settecento (è attestato nel catasto teresiano) o anche precedente, potrebbe essere stato ampliato in un secondo momento con la stessa tecnica usata tra la seconda metà del Settecento e la prima metà dell'Ottocento per l'edificio 7.

La disastrosa intonacatura a malta cementizia dell'edificio 6 può risalire agli anni Cinquanta, certamente non a prima, quando il proprietario doveva avere ancora le conoscenze per risanare correttamente l'edificio: del resto, prima degli anni Cinquanta, l'uso del cemento era molto limitato e dubito che fosse arrivato fin qui per questo tipo di opere.

L'ipotesi degli anni Cinquanta trova riscontro nella datazione della fontana in calcestruzzo a Vinone che riporta la data 10/11/1953.

Considerando i dettagli osservati *in loco* (fonti mute) durante il rilievo e lo studio delle fonti iconografiche e scritte, si è ipotizzata una datazione di ciascun edificio; è riportata nel paragrafo 2.3 "Schedatura e tavole di rilievo".

III.3 Rielaborazione delle fonti: ipotesi toponomastiche

Basandosi sui racconti orali, sulle regolamentazioni dei terreni di Cravegna riportate negli Statuti e Ordinamenti, e sulle attività elencate nel catasto Rabbini, si può ricondurre l'origine del toponimo *Vinun* alla coltivazione della vite. Un fitotponimo, ovvero derivato da piante e tipico della toponomastica degli insediamenti rurali. Nel catasto Rabbini risulta che fosse destinata a viticoltura buona parte dei terreni.

Non vi sono invece racconti orali circa *Cascin Ars*, e le ipotesi maturate durante lo svolgimento della tesi sono due: la prima da intendere in senso letterale, cascine *arse*, *bruciate*; la seconda che si tratti dell'italianizzazione di un toponimo dialettale.

La prima ipotesi di “edifici distrutti dal fuoco” potrebbe trovare un riscontro nelle molteplici liti (durate secoli) tra Mozzio, Viceno e Cravegna per la contesa dei confini dei pascoli.

Appare invece poco probabile che questi edifici siano stati consumati dal fuoco per disattenzione (presupponendo però che il manto di copertura sia sempre stato in pietra) nel bruciare rami e sterpaglie, poiché come indicato nell'articolo 18 la pena sarebbe stata severa con un obbligo di pagare dieci scudi d'oro oltre a ripagare il danno causato.

Nella seconda ipotesi, “ars” significherebbe invece “secco, arido”; “arsgich” è il termine usato tutt'oggi in Ossola per indicare il taglio del secondo fieno.

La seconda ipotesi, sorta durante la consultazione di dizionari dialettali e chiedendo conferma agli abitanti del luogo se fosse utilizzato tuttora tale termine in agricoltura, è quella più credibile. Oltretutto l'impiego del termine “arse” come sinonimo di “bruciate” forse sarebbe troppo ricercato per una zona agricola ante Ottocento.

Cravegna invece ha un significato piuttosto semplice: deriva da “cra”, “cro”, forme dialettali per “capra”. Questo era il tipico animale da pascolo in queste zone (vedi “Crodo”, “Crampio”)¹.

1 Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002, pp. 9-10

PARTE SECONDA

PROGETTO

I. Fasi del progetto e tavole

Il progetto prevede due ambiti di destinazione d'uso: da una parte ci sono gli edifici di Vinone a destinazione agricola, dall'altra gli edifici di Cascine Arse destinati alla ricezione e alla vendita del prodotto finito.

La concezione del progetto si basa sull'autocostruzione per tutte quelle parti facilmente assemblabili in opera dai committenti come ad esempio la posa del tavolato, le intonacature, sino a un arredo facilmente assemblabile. Per quanto riguarda invece il ripristino delle coperture comprensivi di ancoraggi e talvolta catene, nuove stratigrafie del tetto (edifici 5 e 6), l'inserimento di nuove travi dei solai, così come scavi e cordoli sottomuratura ci si rivolge invece a operai esperti; tutto questo è tenuto in considerazione nei fogli dei calcoli dell'impatto ambientale e prezzi.

Le soluzioni costruttive scelte sono pensate in funzione di una riqualificazione reversibile, quindi mantenendo la soluzione tecnologica a travi in legno per i solai, intonacature a base di calce o argilla, e materiali coerenti tra loro al fine di evitare eventuale degrado delle strutture lignee e un'incorretta gestione dell'umidità nelle murature in pietra.

I materiali previsti inoltre sono naturali ove possibile, In altri casi invece si è optato per dei prodotti con limitato impatto ecologico, confrontando sempre i valori di energia primaria e le emissioni di CO₂ (come ad esempio la guaina impermeabilizzante all'acqua in EPDM; impermeabilizzante all'acqua senza bitume; ottone al posto dell'acciaio; isolante in cellulosa; tecnica a secco legno-legno anziché un irrigidimento con rete metallica e gettata di calcestruzzo; solai a terra senza gettate di calcestruzzo; feltro in canapa al posto del tessuto non tessuto e al posto della juta che prevede materia prima di un altro continente).

Optando per risorse il più possibile locali, sebbene la zona di Cravegna si trovi in una posizione critica per la scarsa presenza di produttori. Sorge allora il problema di quali materiali si possano definire "locali" (il protocollo di Itaca definisce che siano compresi in un raggio di 100 km); l'impatto ambientale del trasporto dipende però anche dal peso dei prodotti e da come vengono stoccati.

La reperibilità dei materiali è concentrata nelle zone prossime della Lombardia e del Piemonte, salvo l'abete che proviene da una abetina controllata e certificata in Trentino. Questa scelta è vincolata dal budget dei committenti: l'abete ha un costo inferiore del larice, il quale è presente negli edifici esistenti per le strutture portanti quali travi del solaio e struttura linea del tetto. Se si volesse optare per il larice bisognerebbe rifornirsi da lariceti controllati in Ossola o alla Valle di Susa, che non garantiscono sempre la disponibilità.

I materiali sono stati scelti per essere coerenti alla tradizione, senza tralasciare lo sperimentare soluzioni tecnologiche proprie dell'edilizia contemporanea per rispondere a determinate esigenze (locali di lavoro, ricettivo, vendita, ecc.). Ad esempio, un riuso dei pallet come materiale da costruzione permette di diminuire i costi evitando soluzioni basate su conoscenze che non sono più facilmente attuabili se non da artigiani specializzati, così come il trovare una soluzione idrofobica per l'intonacatura a calce con materiali prodotti in Italia e propri della bioedilizia.

Un'altra soluzione low-tech impiegata nel progetto è il sistema costruttivo vernacolare "wattle und daub" che segue lo stesso principio che si poteva trovare in Ossola con rami intrecciati e intonacati (il "graticcio").

Il ridimensionamento dei solai (indagati caso per caso) prevede un inserimento di travi nuove per diminuire gli interassi tra loro e la sostituzione di quelle degradate. In alcuni casi sono previsti irrigidimenti con tecniche a secco legno-legno.

In tutte le murature in pietra sono previste iniezioni di calce e nelle pareti in legno una miscela di terra e argilla. I tamponamenti interni in muratura, non ancorati alle pareti portanti, saranno rimossi, eccetto che nell'edificio 4 con iniezioni di calce.

Gli intonaci sono studiati caso per caso a seconda della normativa d'igiene.

I solai a terra hanno nuova stratigrafia prevedendo l'inserimento di bentonite contro il gas radon.

Gli infissi sono stati pensati come una struttura indipendente e reversibile da inserire nei vani, adattandosi a essi senza modificarne la forma originaria, per mezzo di "cornici" in modo da rendere questo inserimento reversibile.

Solo in un caso è previsto l'ampliamento di un'ingresso, nell'edificio 2, mentre per l'edificio 5 si è optato per proporre un'altra soluzione reversibile che prevede l'inserimento dei telai ma senza "cornice" lignea. Viene mantenuto il posizionamento a 2/3 dello spessore della parete verso l'interno per preservare il gioco di ombre dei prospetti. Per l'oscuramento è prevista una soluzione low-tech di cannicci manovrati con corde e montati all'interno.

La disposizione dell'arredo nei disegni architettonici è in funzione delle misure da manuale per una corretta accessibilità degli spazi. Gli elementi di arredo sono ipotizzati in ottica di autocostruzione: nell'edificio 6 sono studiati con dimensioni minime per garantire un numero di posti adeguati e la massima flessibilità per le varie attività; negli altri casi si è preso di riferimento il manuale di autocostruzione di Enzo Mari per letti, sedie, tavoli e armadi. Seguendo l'invito dello stesso Enzo Mari (riferimento alla conferenza "tutti dovrebbero progettare per evitare di essere progettati", *Enzo Mari dialoga con Stefano Boeri*, tenuta il 9 ottobre 2015 al Politecnico di Milano) di non replicare pedissequa-

mente i suoi modelli ma di sperimentare delle varianti. Si è provato quindi a utilizzare la sua struttura del letto reso però come un letto a castello composto da un matrimoniale sormontato da un singolo, oppure modificando semplicemente la dimensione del tavolo.

La prima cosa che si dovrà fare sarà intervenire sui degradi ed eseguire la manutenzione delle coperture.

Le scelte progettuali sono state condizionate dalle verifiche strutturali e dai requisiti normativi con conseguente ridefinizione planimetrica e altimetrica degli spazi. La scelta dei materiali è inoltre basata su una comparazione qualitativa secondo i criteri di compatibilità ambientale e contenimento dei costi.

Gli edifici di Vinone saranno destinati all'attività agricola:

- L'edificio 1 ospiterà le lavorazioni dei prodotti freschi (frutta e verdura), in particolare la produzione di confetture.

Per rispondere alle norme di igiene e sicurezza sul lavoro è previsto l'inserimento di un modulo formato da pallet riempiti in calcepaglia, ancorati a rinforzi in legno, e intonacati con pastellone, ovvero intonaco a calce reso idrosolubile con olio di lino, rendendo le pareti e il pavimento impermeabili all'acqua e facilmente pulibili. È possibile inserire a pavimento serpentine per il riscaldamento.

Sopra tale modulo, rinforzato con controventi in canna comune, sarà possibile ottenere un eventuale piccolo deposito.

- L'edificio 2 ospiterà gli attrezzi e i mezzi a motore al piano inferiore, dove sarà necessario ampliare l'ingresso ovest e aprire due nuove finestre (R.A.I. di 1/30).

Al piano superiore saranno inseriti i moduli in pallet, i quali sono studiati in modo da infilarsi alle catene del tetto, ottenendo così un'altezza utile per le lavorazioni.

- L'edificio 3 sarà diviso in due funzioni. La parte nord-est si svilupperà a tutta altezza per l'essiccazione del fieno, il quale verrà inserito nel locale tramite un infisso apribile ricavato nel timpano e raggiungibile all'esterno grazie al dislivello del terreno. Il solaio di quest'ultimo potrà eventualmente essere modificato inserendo dei travetti e sovrapponendo delle assi in legno e una grata in acciaio per la ventilazione.

Nella parte sud-ovest sarà previsto l'inserimento di un modulo in pallet riempito a calcepaglia e intonacato con pastellone per le lavorazioni delle piante officinali.

Si potrà accedere sia dal piano inferiore che dal piano superiore poiché verranno mantenute le aperture originarie.

Il modulo sarà composto da locali di lavorazione a freddo e a caldo, e un eventuale stoccaggio al piano superiore. Il progetto del modulo si basa su un gioco di volumi per ottenere altezze interne utili alla sicurezza sul lavoro.

- L'edificio 4 ospiterà gli stoccaggi dei prodotti freschi al piano inferiore e prodotti secchi al piano superiore. In quest'ultimo piano saranno previsti anche l'imballaggio dei prodotti, un ufficio dove fare l'inventario e i servizi igienici. Le partizioni interne riprenderanno la tecnica vernacolare dell'intreccio di rami, attuabile anche con canna comune, montate su assi in legno e intonacate in terra cruda o calce a seconda delle esigenze.

Si prevedono inoltre le iniezioni di calce e la sostituzione della catena rotta.

Gli edifici di Cascine Arse saranno destinati alla ricezione e alla vendita prodotti:

- nell'edificio 5 si prevede la ricostruzione del piano superiore con struttura portante lignea tamponata in balle di paglia, moduli intonacati in terra cruda all'interno; in pastellone, colorato eventualmente con grafite, all'esterno. Le nuove aperture presenteranno all'esterno un "collarino", ovvero bordo di calce, per differenziarsi da quelle preesistenti.

Il manto di copertura sarà in legno per ospitare il fotovoltaico.

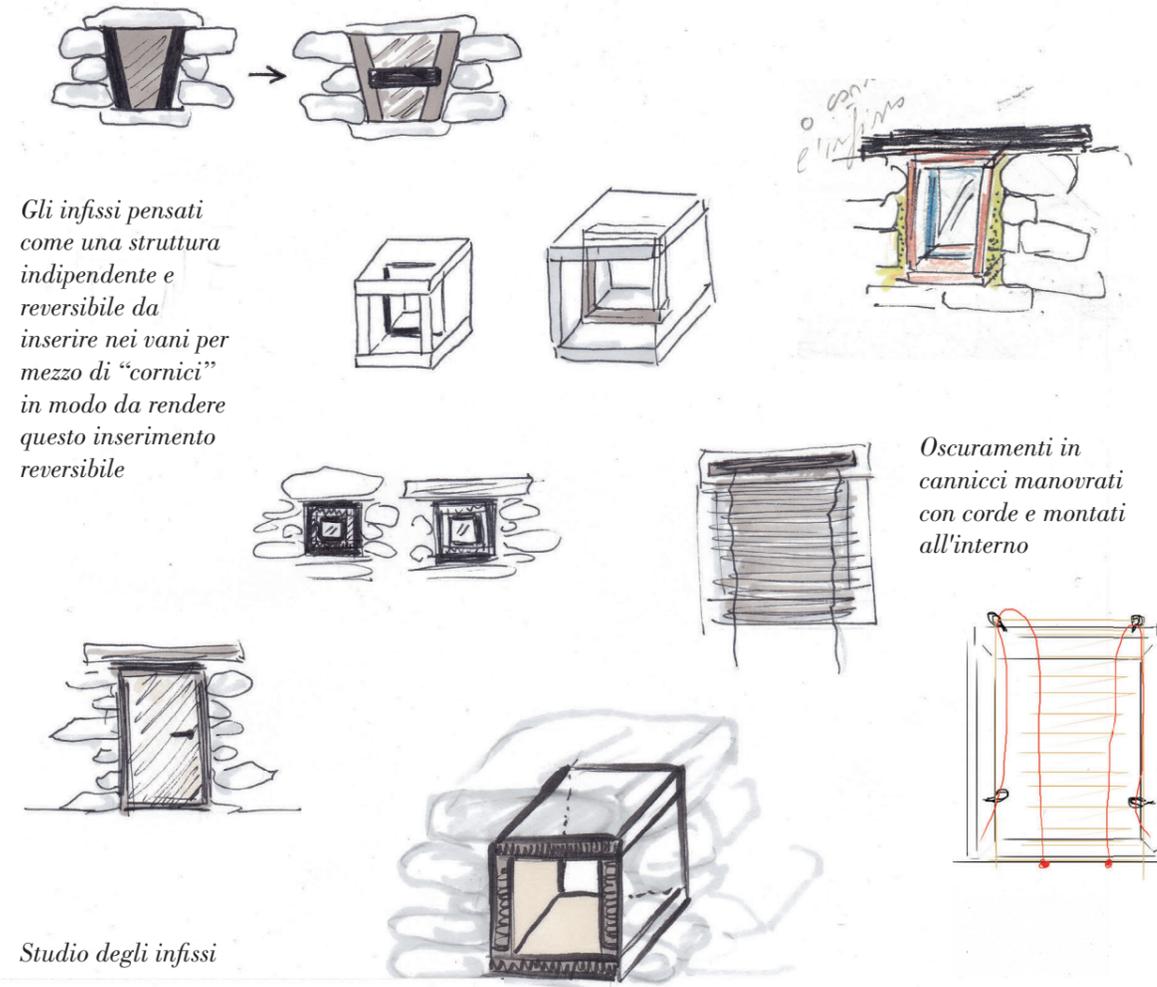
- L'edificio 6 avrà una sala multifunzionale al piano inferiore, cucina e sala pranzo con servizi igienici al piano superiore.

Poiché le murature di questa struttura presentano un'intonacatura disomogenea a base cementizia, si esplorerà una tecnica simile al procedimento dell'Indian patent stone che necessita di un aggrappo a base cementizia per uniformare la malta cementizia già presente e poi altri due strati: arriccio e finitura.

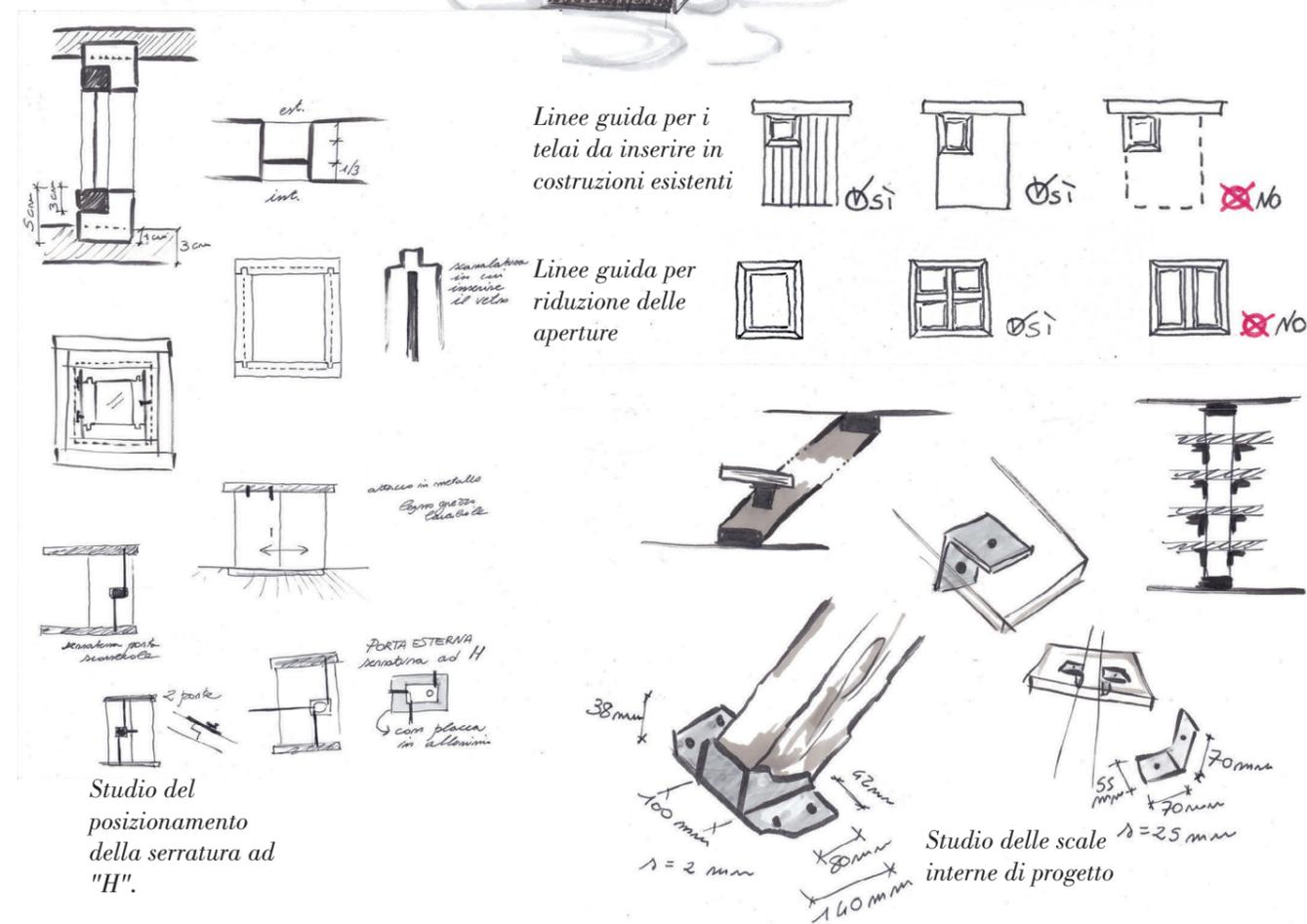
Gli ingombri di sedute e tavoli sono studiati con dimensioni minime per garantire maggior spazio possibile e un numero di posti adeguati, in modo da garantire, per la sala al piano inferiore, la massima flessibilità funzionale.

Per garantire un'altezza interna di 2.7m sarà previsto uno scavo con cordolo sottomuratura, evitando così di alterare l'altezza fuoriterra dell'edificio.

- L'edificio 7 sarà destinato alla vendita dei prodotti lavorati a Vinone. Per sfruttare le altezze interne originarie il piano superiore sarà arretrato e utilizzato come vano a sé stante: qui sono stati studiati dei "mobili appesi" ancorati alle catene e alla pavimentazione per poter stoccare i prodotti secchi.



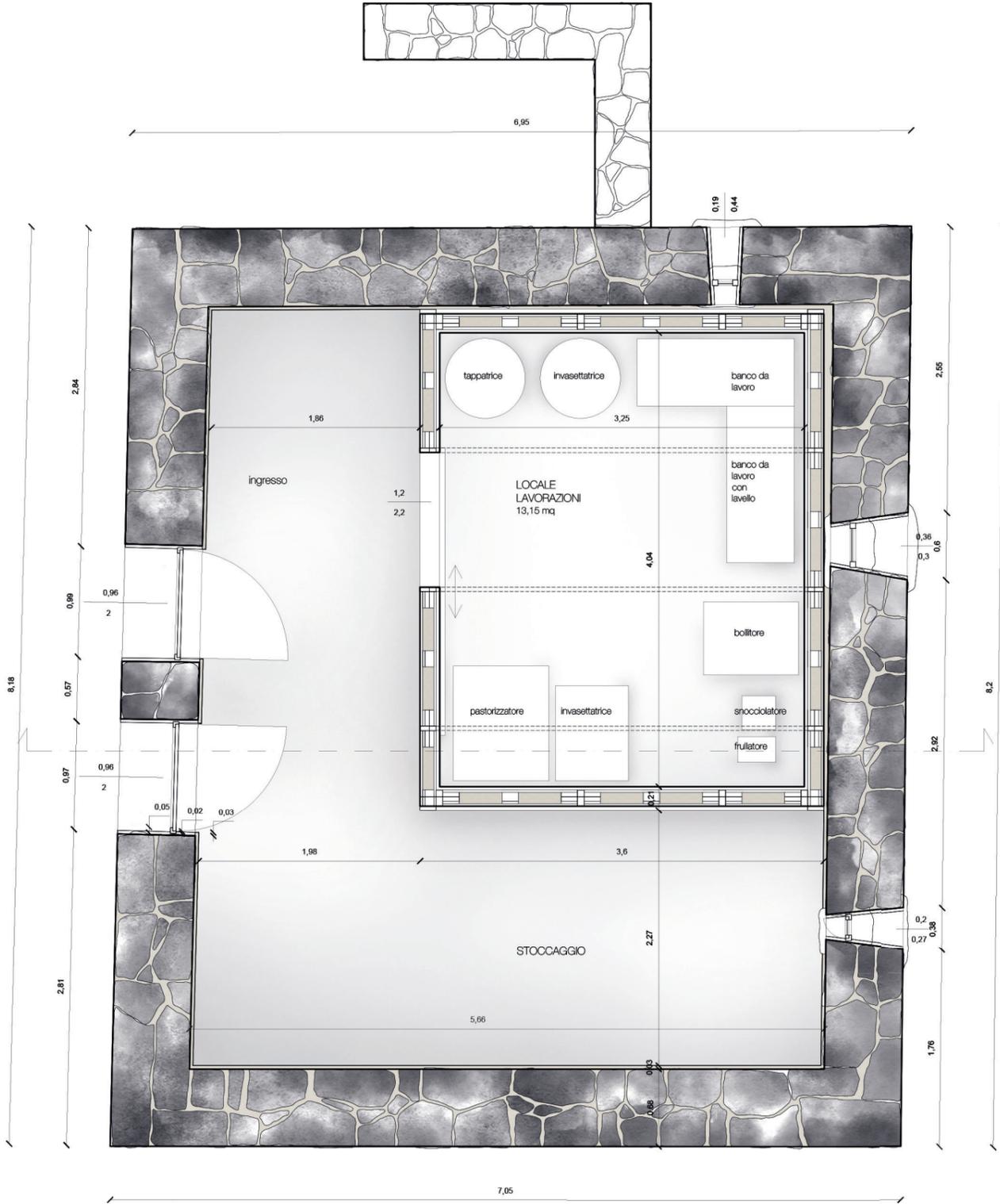
Studio degli infissi



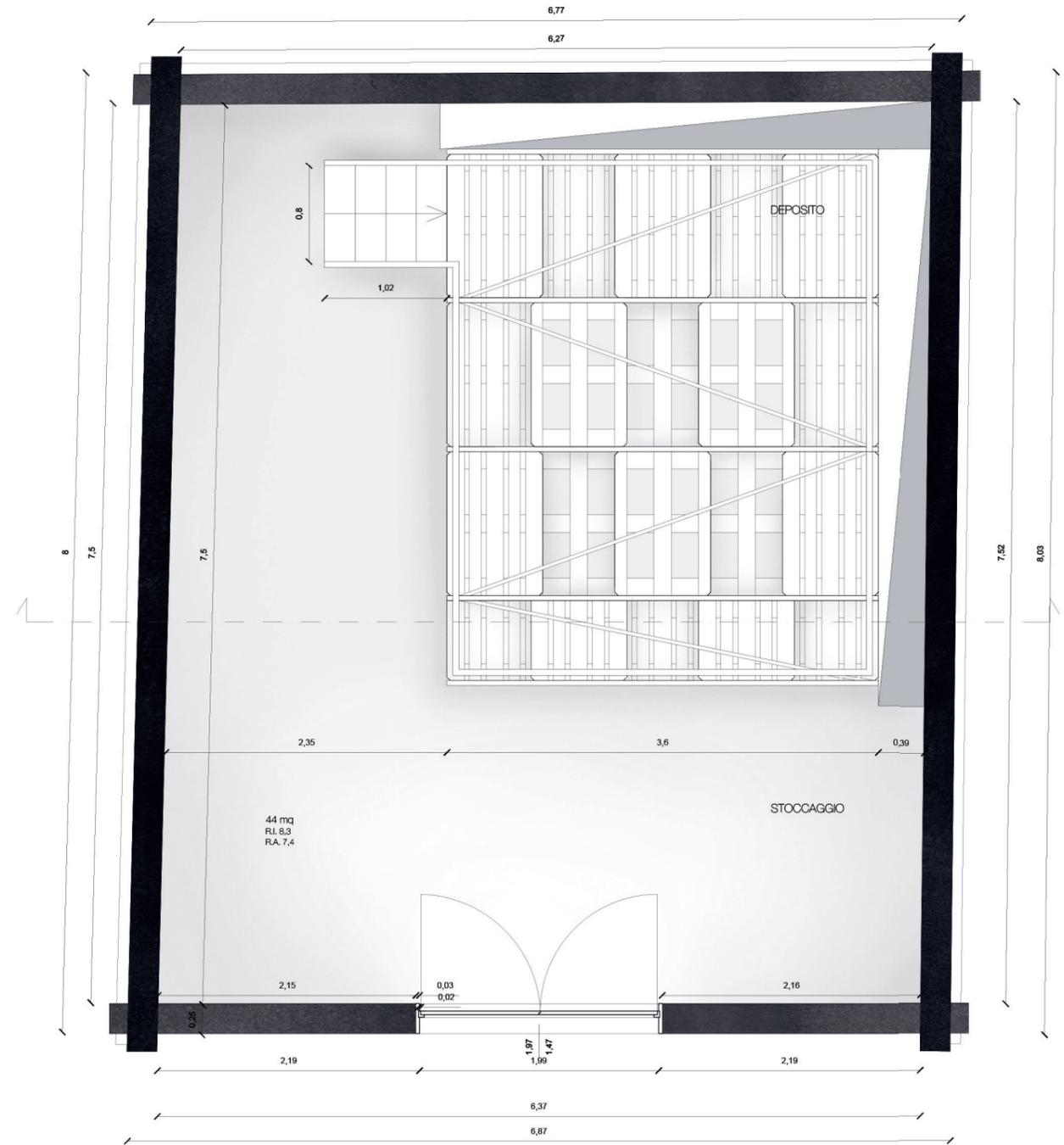


Edificio 1.

Pianta piano terra (1:50)



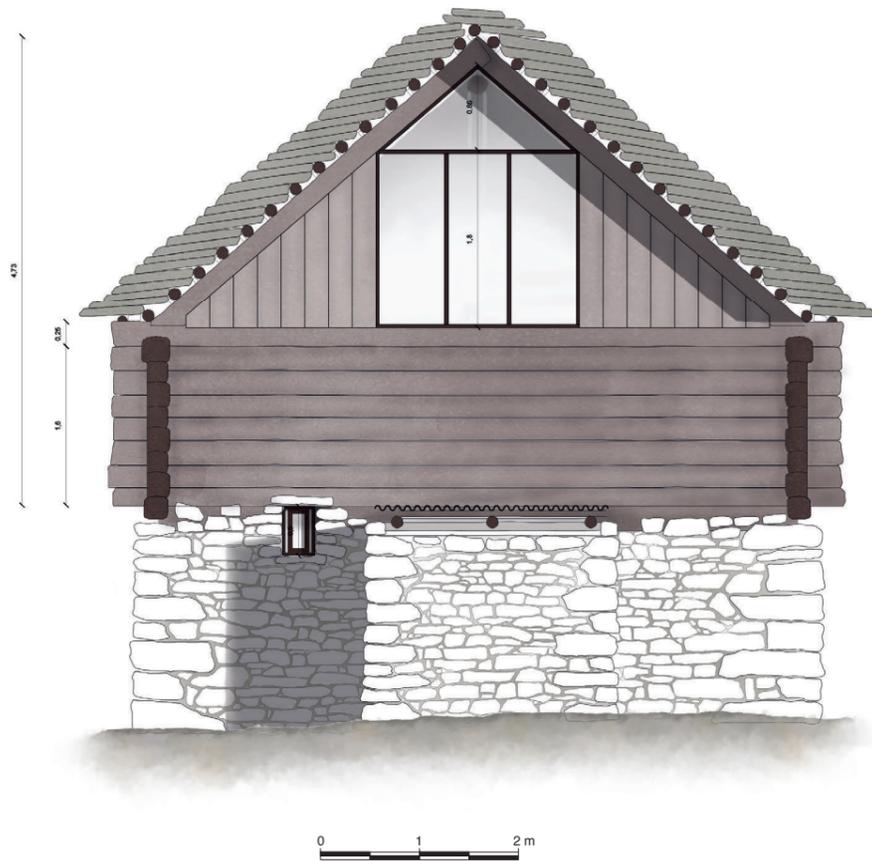
Pianta piano primo (1:50)



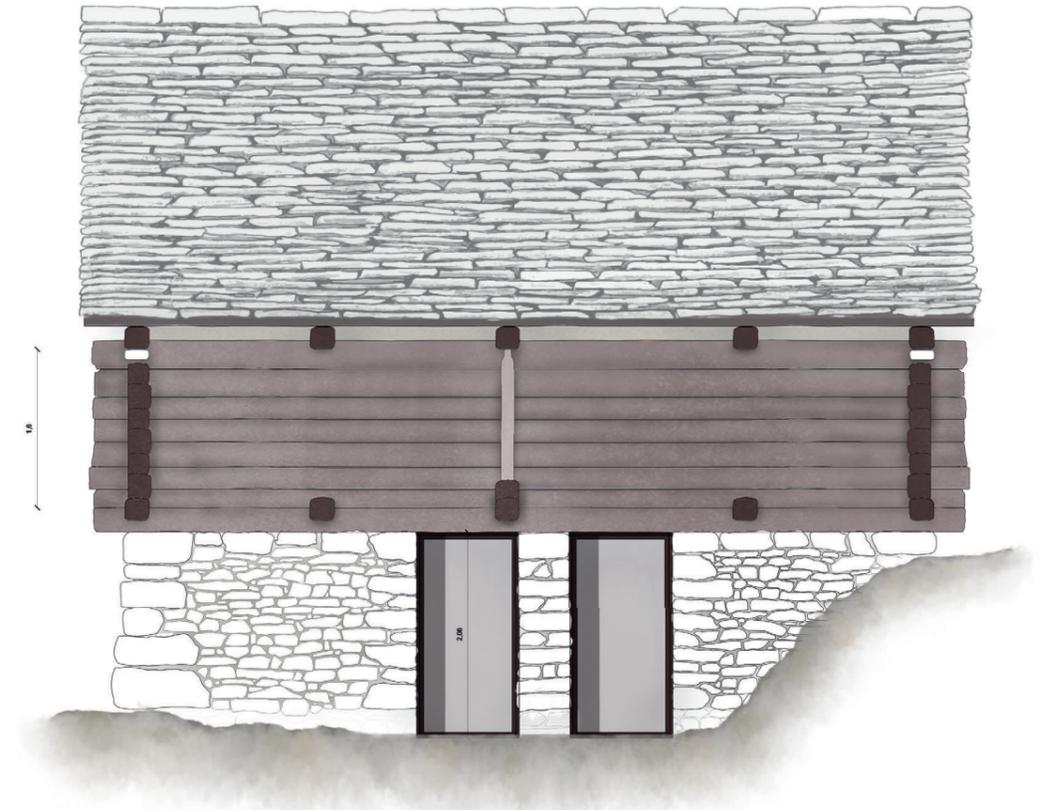
Prospetto nord (originale 1:50, qui fuoriscalà)



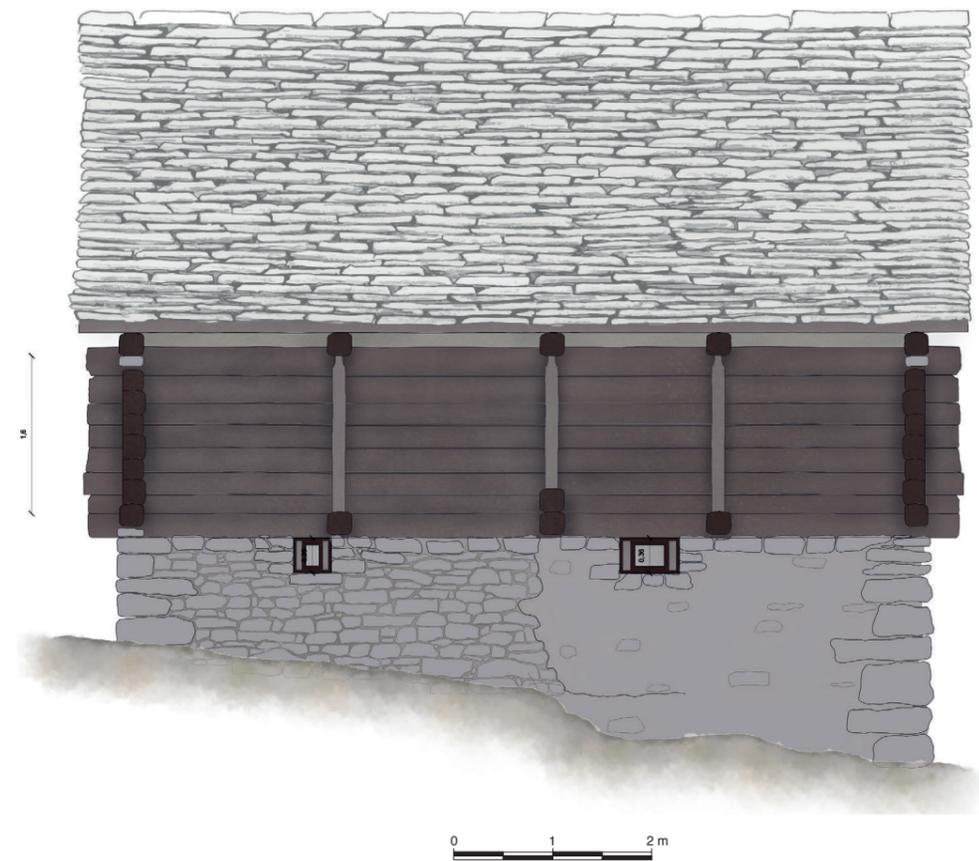
Prospetto sud (originale 1:50, qui fuoriscalà)

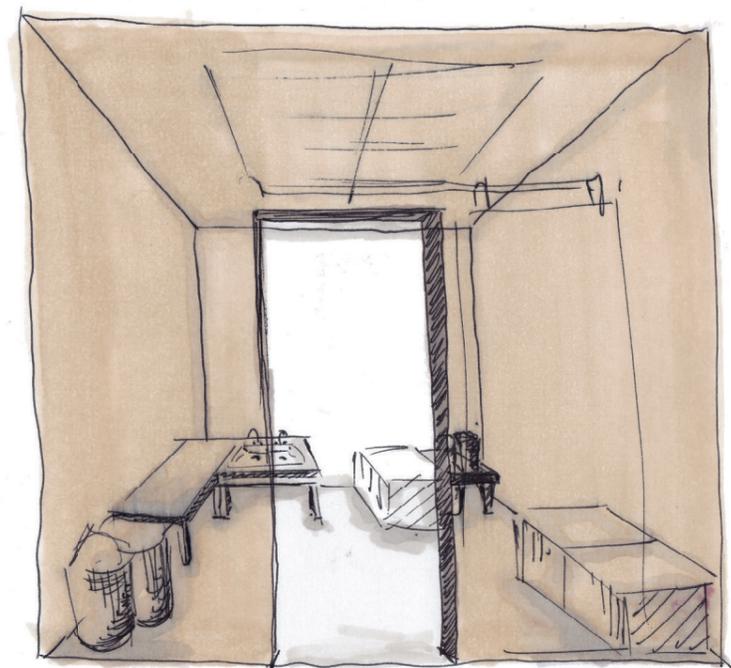
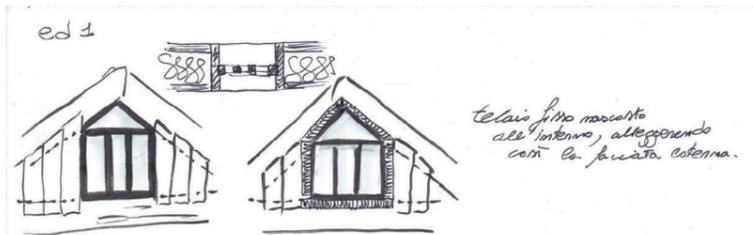
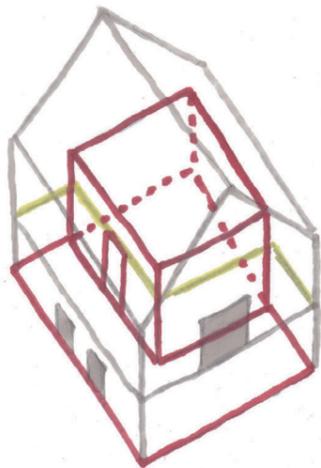
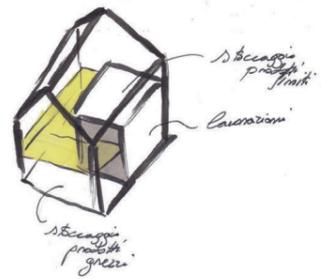


Prospetto est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

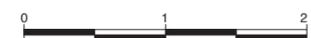
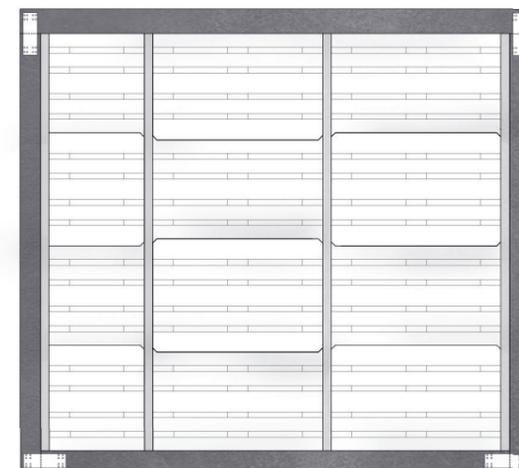
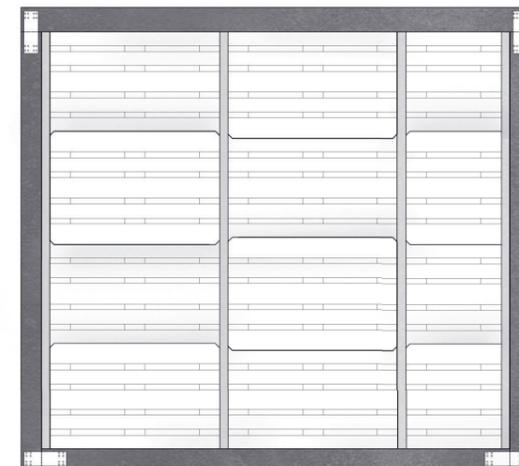


Prospetto ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



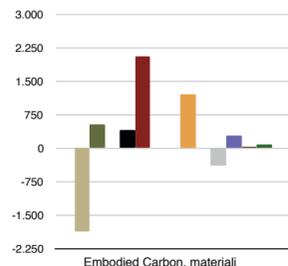


Modulo per le lavorazioni (1:50)



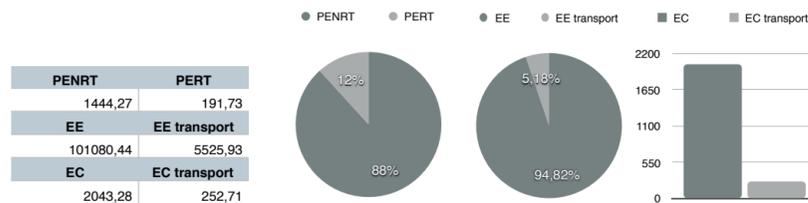
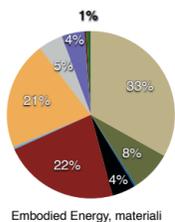
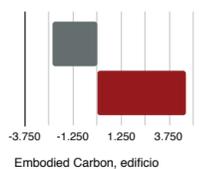
EDIFICIO 1	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-1882,09	35326,63
Acciaio	522,02	8361,52
Argilla	3,43	381,23
Bentonite	412,18	4770,57
Calce	2056,57	23870,97
Canniccio	-8,91	46,48
Corda in poliestere	14,46	454,54
Impermeabilizzante in alluminio	1210,52	22311,70
Ottone	0,86	13,96
Paglia	-409,67	5047,41
PMMA Plexiglas	283,74	4671,26
Sabbia	25,83	502,35
Vetro semidoppio	67,06	847,73

- Abete
- Bentonite
- Corda in poliestere
- Paglia
- Vetro semidoppio
- Acciaio
- Calce
- Impermeabilizzante in alluminio
- PMMA Plexiglas
- Argilla
- Canniccio
- Ottone
- Sabbia



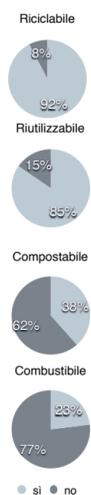
Riciclo
Pallet
Pietrisco
Costo [€]
16426,21

GWP	-2300,66	4596,65
-----	----------	---------



PENRT	1444,27	PERT	191,73
EE	101080,44	EE transport	5525,93
EC	2043,28	EC transport	252,71

EDIFICIO 1	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
Impermeabilizzante in alluminio	x	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Paglia	✓	✓	✓	✓
PMMA Plexiglas	✓ (complesso)	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 3,73 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 3,17 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 kN/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,07 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,09 < 1$$

Verifica all'ultima trave del blockbau:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 1,68 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,40 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 19,03 cm \quad e < \frac{n}{6}$$

$$e = 4,22 cm$$

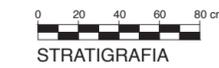
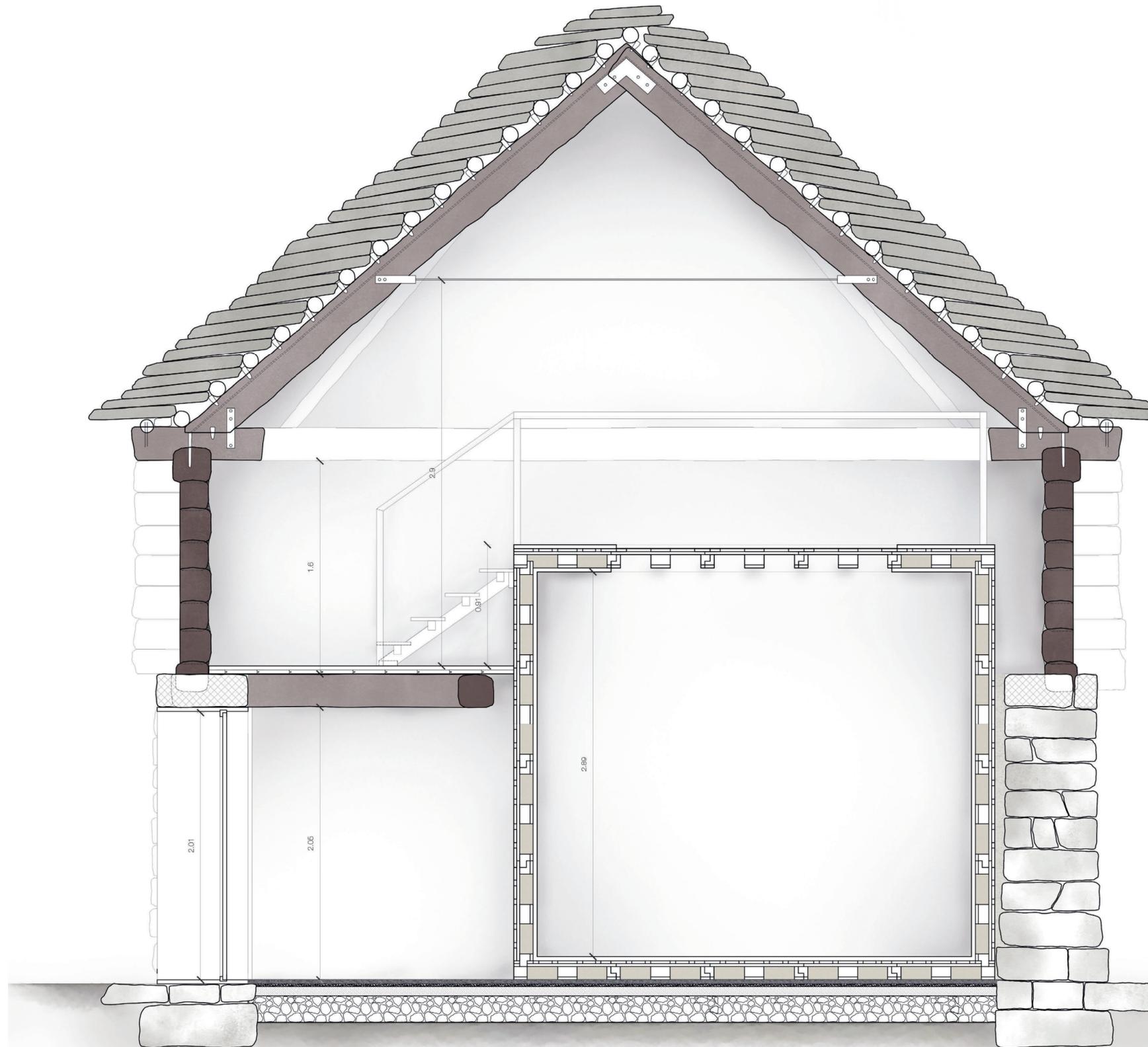
$$\sigma = \frac{N}{A} \left(-1 \pm \frac{6e}{n} \right) = -0,24 N/mm^2; -0,07 N/mm^2$$

Verifica a compressione delle fondazioni:

$$t \approx 170 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 1$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A} \left(-1 \pm \frac{6e}{l_a} \right) = -2,37 N/mm^2; -0,46 N/mm^2$$

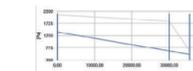
$$\sigma_t < 1 \quad \sigma_{t,max} < \sigma_{t,am}$$



STRATIGRAFIA

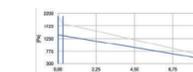
COPERTURA

- 70mm beole
- 100mm correnti
- 30mm cunei
- 250mm puntone
- 250mm catena
- 24mm impermeabilizzante in alluminio
- 250mm radice/dormiente
- terrapaglia tra puntone e dormienti



BLOCKBAU

- 250mm travi
- terrapaglia come riempimento interno tra tronchi



SOLAIO

- 30mm pavimento in legno con incastro
- 30mm tavolato
- 250mm trave



MURATURA

- 680mm serizzo Antigorio
- iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
- 30mm intonacatura a calce



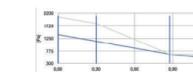
SOLAIO A TERRA

- 30mm pastellone
- 20mm allettamento sabbia
- 70mm bentonite
- 200mm vespaio in pietrisco



MODULO pallet 1200 x 800 x 144

- 30 mm intonaco est. calce NHL 5
- 144 mm calcepaglia (calce NHL 5 e paglia)
- 144 mm pallet EUR EPAL peso carico 1500 kg
- 30mm intonaco int. pastellone



(5 mm plexiglas (PMMA) per i pallet in sommità)

Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalda)

MATERIALI

PREZZARIO INDICATIVO

EDIFICIO 1
COPERTURA

spessore [m]	volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
-	0,000005	58	7900	0,00029696	0,04045	2,346	1,130	€/pz	75,40		564	1,30	75,40
-	0,000005	58	7900	0,00029696	0,04045	2,346	1,130	€/qz *	18,97		146	0,90	18,97
-	0,000002	116	7900	0,00032800	0,01350	1,833	1,46	€/pz *	104,40		146	0,90	104,40
-	0,0000001	700	7900	0,00004480	0,00051	0,354	146	€/1000 pz	2,73		146	3,90	2,73
0,024	16mq a robotc	3 rotoli	33,07	1,10	12,7 Kg a rotolo	36,513	892	€/mq	84,00		892	18,00	84,00
0,005	0,00025	10	900	0,02500000	2,01450	20,145	22	€/qz *	10,90		22	5,50	10,90
0,053	0,00809	20	7900	0,00160800	0,71100	14,420	22	€/qz *	78,21		22	5,50	78,21

* comprensivo di costo materia prima, taglio, piega e carpenteria

cost [€]

1274,21

PARETI PERIMETRALI P1*

spessore [m]	volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,25	-	-	800	0,32468	:=Considero 1/3 acqu.	259,740	210	65,00	€20kg		210	65,00	422,08
0,25	-	-	800	0,14000	:=Considero 1/3 acqu.	112,000	210	65,00	€20kg		210	65,00	182,00

*aggregati inclusi

cost [€]

604,08

SOLAIO

spessore [m]	volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,030	-	-	600	0,60360	362,160	430	425,00	€/mc	256,53		430	425,00	256,53
0,25	(3 resistenti)	-	525	0,81250	-	426,563	430	698,53	€/mc		430	698,53	535,06
0,030	-	-	800	0,60360	362,160	430	425,00	€/mc	256,53		430	425,00	256,53
-	0,0000002	26	8400	0,00080	0,00134	0,095	146	€/10 pz	7,80		146	5,00	7,80

- sovrapprezzo lavorazione legno

cost [€]

1294,56

PARETI PERIMETRALI P1

spessore [m]	volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,55	-	25%parete	1200	4,97147	:=Considero 1/3 acqu.	5965,760	213	11,33	€/20kg		213	11,33	1689,80

cost [€]

1689,80

SOLAIO A TERRA

spessore [m]	volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,02	-	-	800	0,80000	640,000	11,00	7,00	€/33kg	117,50		7,00	2,96	117,50
0,07	-	-	920	2,47880	2,464,888	214	214	€/33kg	262,36		214	7,88	262,36
0,03	-	-	1450	1,14810	-	1,664,745	213	7,88	€/25kg		213	7,88	262,36

cost [€]

379,86

MODULO pallet 1200 x 800 x 144

a pallet

Table with 10 columns: barre filettate, calce-paglia, diadi, lintonaco lnt calce (Coccolpesto), pallet EUR EPAL, plixiglas (PVMA), rinforzo in legno, staffe, staffe controvento, viti per il legno (ottone)

n.b. Il numero di pallet da comprare diminuisce in base ai carichi in pallet che verranno consegnati per gli altri materiali, come ad esempio i sacchi degli Inert

MANODOPERA

manutenzione coperture e montaggio, posa in opera: iniezioni di calce, posa in opera: travatura solido, posa in opera: soletto a terra, trasporto travi a uso trieste

Table with 15 columns: densità [kg/mc], spessore [m], volume unitario [mc], quantità [-], densità [kg/mc], volume tot [mc], massa unitaria [kg], massa tot [kg], rivenditore [-], produttore [-], posizione [-], distanza [cm], prezzo unitario [€], prezzo totale [€]

total cost [€] 16426,21

cost [€] 997,07

total cost [€] 16426,21

cost [€] 997,07

EMBODIED ENERGY

EMBODIED CARBON // Global Warming Potential

Main table with 15 columns: PENRT [MJ/kg], PERT [MJ/kg], EE tot [MJ], EE per sqm [MJ/mq], EE trasporto [MJ], EE trasporto al mq [MJ/mq], EE tot per sqm [MJ/mq], GWP tot [kg CO2 eq], GWP per sqm [kg CO2 eq/mq], GWP trasporto tot [kg CO2 eq], GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq], EC tot [kg CO2 eq], EC tot per sqm [kg CO2 eq/sqm]

PERNT	PERT	EE tot	EE transport	EE per sqm	EE trasporto al mq	GWP CO2 eq/k	GWP transport	GWP tot	GWP transport tot	GWP per sqm	GWP transport per sqm	
[MJ/kg]	[MJ/kg]	[MJ]	[MJ]	[MJ/mq]	[MJ/mq]	[kg CO2 eq/k]	[t CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq/mq]	[kg CO2 eq/mq]	
59,100	10,700	926,033	9,817,114	1102,840	11,691	4,360	0,0004489534	57,844	0,4489534	68,888000	0,5346720000	
1,360	0,308	3677,820	616,180359	264,211	44,266	0,155	0,0281789798	341,764	28,1789798	24,552000	2,024,35200000	
0,801	14,600	5047,408	241,734	1102,840	-	-1,250	-	-409,666	-	-19,620000	-	
59,100	10,700	723,463	1,985,398	1102,840	3,027	4,360	0,000907956	45,191	0,0907956	68,888000	0,138408000000	
1,360	0,308	4040,029	676,864788	72,558	12,126	0,155	0,0309541824	375,422	30,9541824	6,742500	0,555930000000	
				riciclo								
136,000	1,250	4664,304	6,955573	809,775	1,208	8,340	0,0003180902	283,427	0,3180902	49,206000	0,055224000000	
3,590	17,900	5707,478	149,83	415,809	10,916	-1,200	0,0068521601	-318,705	6,8521601	-23,218744	0,499202989990	
59,100	10,700	3308,520	1,368154	1102,840	0,456	4,360	0,0000625680	206,664	0,0625680	68,888000	0,020856000000	
59,100	10,700	154,398	0,063847	1102,840	0,456	4,360	0,0000029198	9,644	0,0029198	68,888000	0,020856000000	
33,900	5,860	9,939	0,047885	667,968	3,218	2,440	0,0000021899	0,610	0,0021899	40,992000	0,147168000000	
				riciclo								
234,751	50,618	28266,38	1465,12	6883,42	67,39			592,19	66,91	354,21	4,00	
PE tot [MJ/kg]					EE tot per sqm [MJ/mq]			EE tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq/sqm]		
285,369					6970,809			659,106		359,202425		

MODULO pallet 1200 x 800 x 144

barre fittate
calcepaglia: calce NHL 5
calcepaglia: paglia
dischi
Intonaco Int calce (Coccolpeesto)
pallet EUR EPAL, peso carico 1500 kg
plexiglas (PMMA)
rinforzo in legno
staffe
staffe controvento
viti per il legno (ottone)

PERNT	PERT	EE tot	EE transport	EE per sqm	EE trasporto al mq	GWP CO2 eq/k	GWP transport	GWP tot	GWP transport tot	GWP per sqm	GWP transport per sqm	
[MJ/kg]	[MJ/kg]	[MJ]	[MJ]	[MJ/mq]	[MJ/mq]	[kg CO2 eq/k]	[t CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq/mq]	[kg CO2 eq/mq]	
0,000	1,500	30,732	15,751830	3,90	1,999	-0,470	0,0007203581	-9,629	0,7203581	-1,222	0,091416000000	
33,900	5,860	1,282	0,008633	667,968	71,944	2,440	0,0000003948	0,079	0,0003948	40,992000	0,205632000000	
88,1	1,85	453,726	0,814013	18,890	0,034	2,86	0,0000372262	14,426	0,0372262	0,600600	0,001549800000	
3,590	17,900	2861,232	75,113673	178,270	4,680	-1,200	0,0034350765	-159,771	3,4350765	-9,954579	0,21402345794	
59,100	10,700	2,251	0,008633	1172,640	71,944	4,360	0,0000003948	0,141	0,0003948	73,248000	0,205632000000	
59,100	10,700	0,422	0,001754	1172,640	4,871	4,360	0,000000802	0,026	0,000802	73,248000	0,222768000000	
59,100	10,700	1,126	0,004317	1172,640	224,824	4,360	0,0000019174	0,070	0,0001974	73,248000	0,205632000000	
59,100	10,700	22,796	0,087412	1172,640	224,824	4,360	0,0000039975	1,424	0,0039975	73,248000	0,205632000000	
33,900	5,860	1,282	0,006179	667,968	77,234	2,440	0,000002826	0,079	0,0002826	40,992000	0,147168000000	
3,590	17,900	104,119	1,582803	1020,775	15,518	-1,200	0,0000723843	-5,814	0,0723843	-7,700000	0,709650000000	
3,590	17,900	1029,870	15,659934	4767,915	75,269	-1,200	0,0007159726	-57,508	0,7159726	-7,776000	8,605440000000	
373	9,99	847,404	0,330934	99,58	0,039	30,300	0,0000151342	67,042	0,0151342	7,878	0,001778400000	
557,690	47,800	5986,24	109,37	12115,82	779,18			-149,44	5,00	359,80	10,82	
PE tot [MJ/kg]					EE tot per sqm [MJ/mq]			EE tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq/sqm]		
605,490					5465,609			-144,434		369,618342		

INFISSI e altro
cannicco (stuoia 130 kg/mc)
carrerie
in cannicco
corda in poliestere per scuretti
in legno
cornici, telai fisei e mobili, porte
occhiali in acciaio per scuretti cannicco
serratura
scale - ancoraggi di fissaggio
scale - viti per il legno (ottone)
scale - legno (morale abete grezzo)
scale - legno (graditi)
vetro normale ex semidoppio

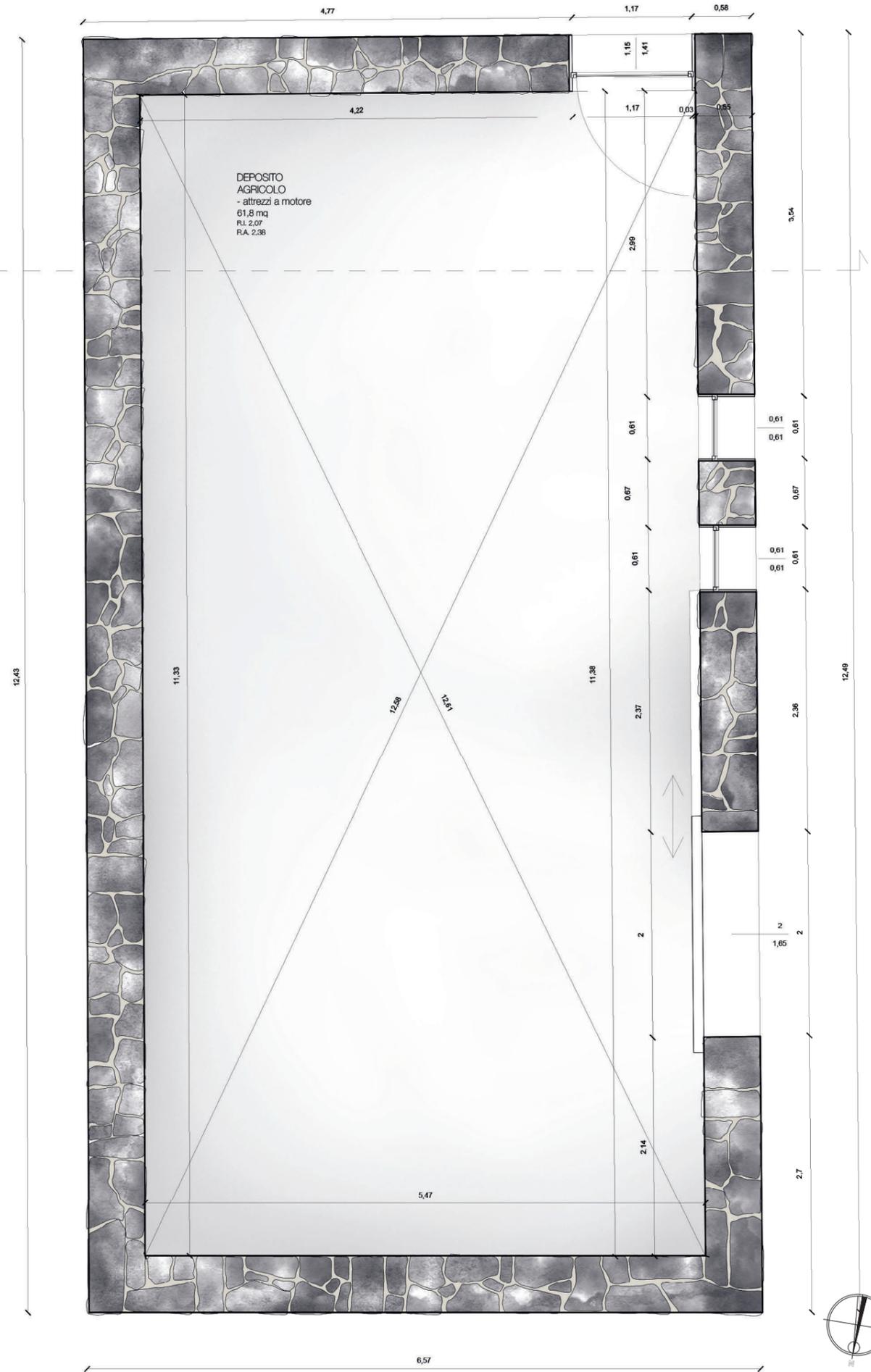
PERNT	PERT	EE tot	EE transport	EE per sqm	EE trasporto al mq	GWP CO2 eq/k	GWP transport	GWP tot	GWP transport tot	GWP per sqm	GWP transport per sqm	
[MJ/kg]	[MJ/kg]	[MJ]	[MJ]	[MJ/mq]	[MJ/mq]	[kg CO2 eq/k]	[t CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq/mq]	[kg CO2 eq/mq]	
1444,27	191,73	101080,44	5525,93	28352,84	1217,38	-	-	2043,28	1110,81	1110,81	35,45	
EE tot building [MJ]					EE totbuilding [MJ/sqm]			EC tot building [kg CO₂ eq]		GWP tot building [kg CO₂ eq/sqm]		
109606,367					29570,213			2295,991		1146,259		
											[kg CO2 eq/mq]	



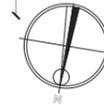
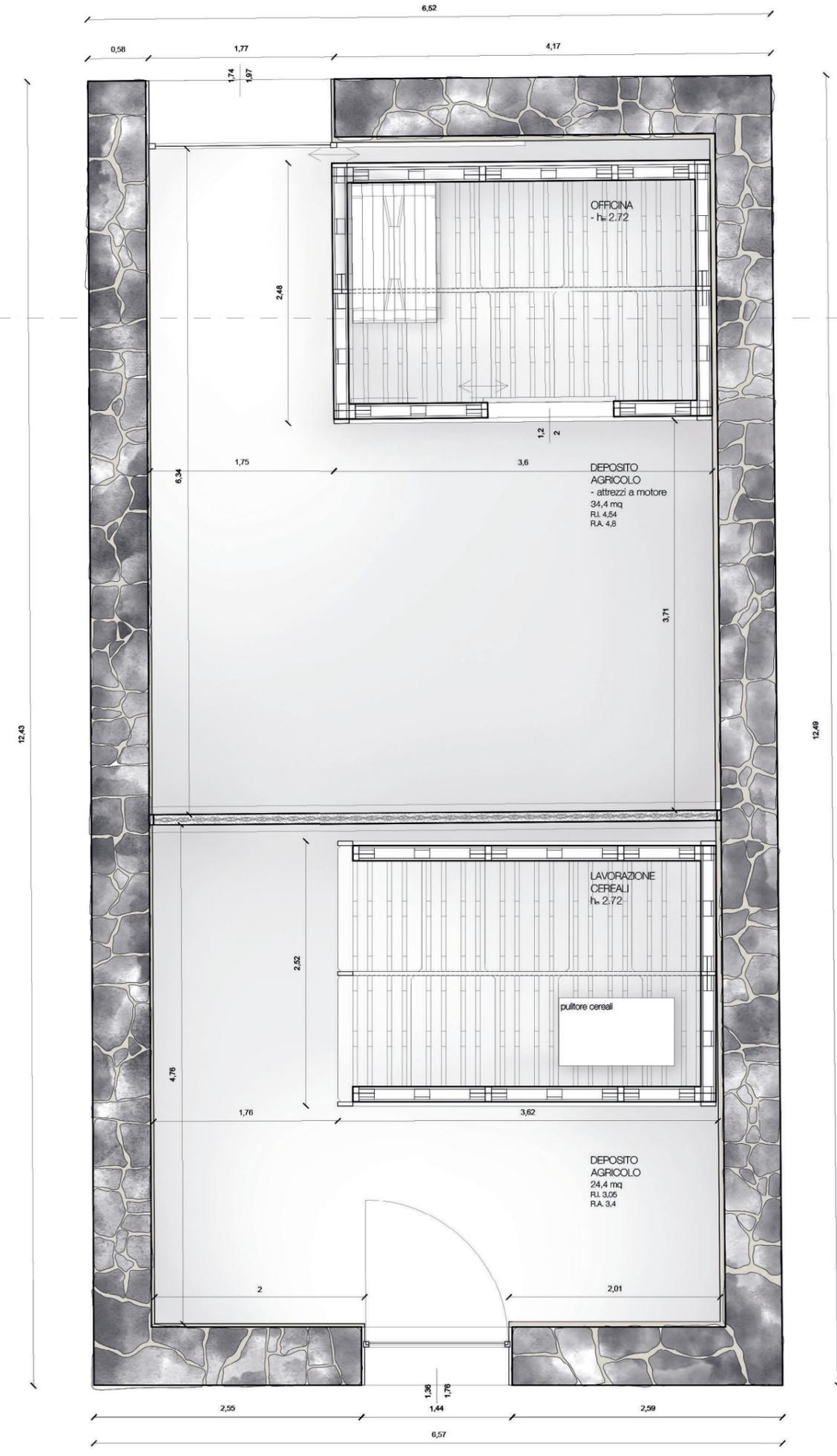
Edificio 2.



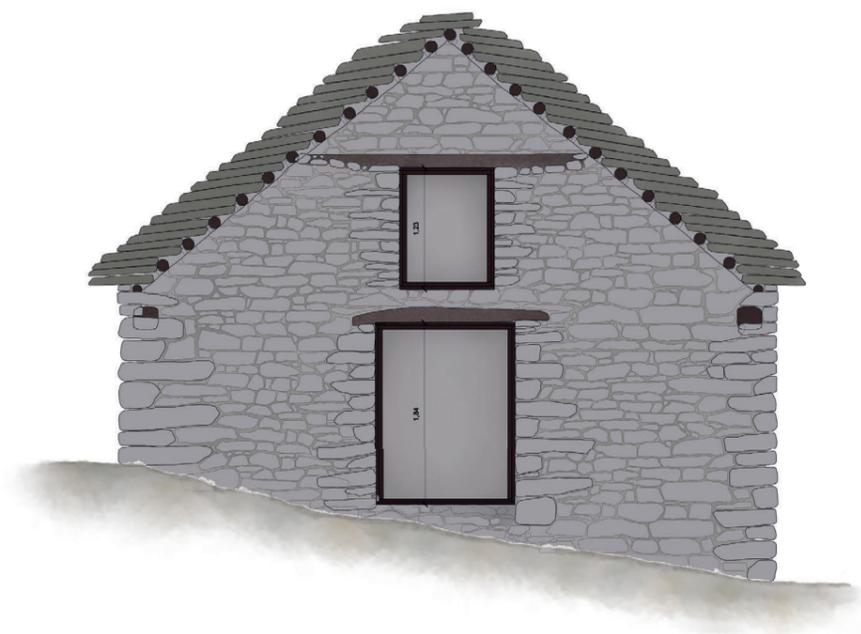
Pianta piano terra (1:50)



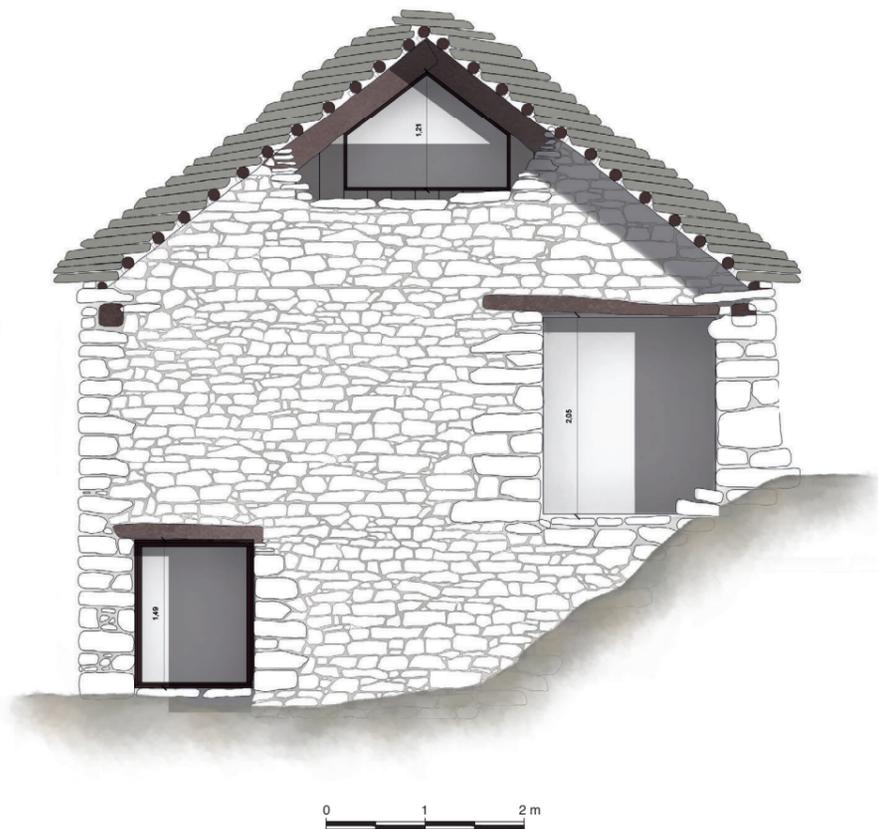
Pianta piano primo (1:50)



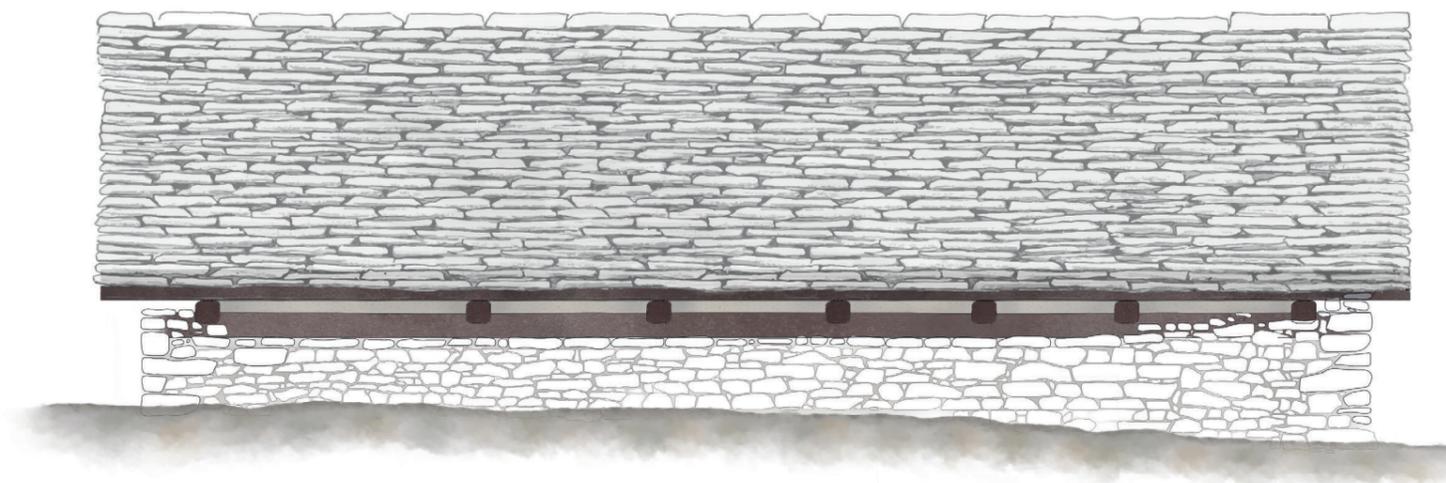
Prospetto nord (originale 1:50, qui fuoriscalà)



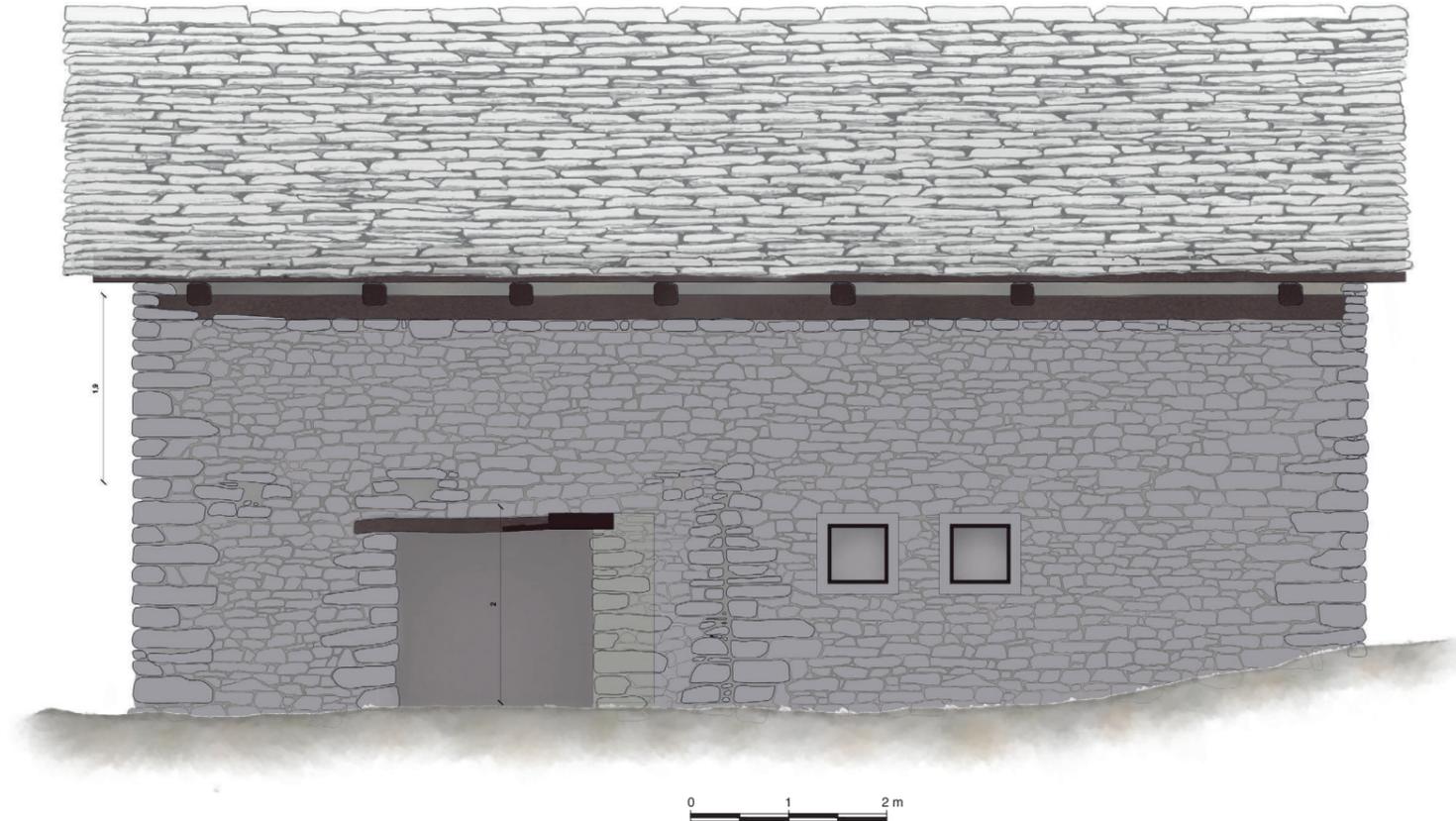
Prospetto sud (originale 1:50, qui fuoriscalà)



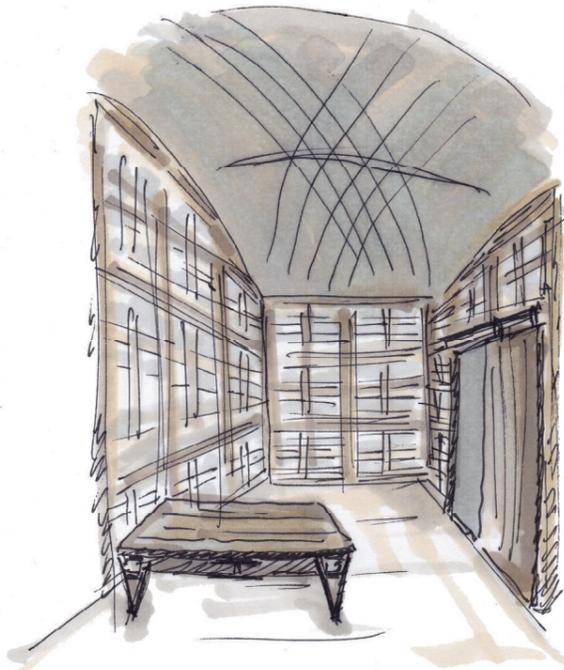
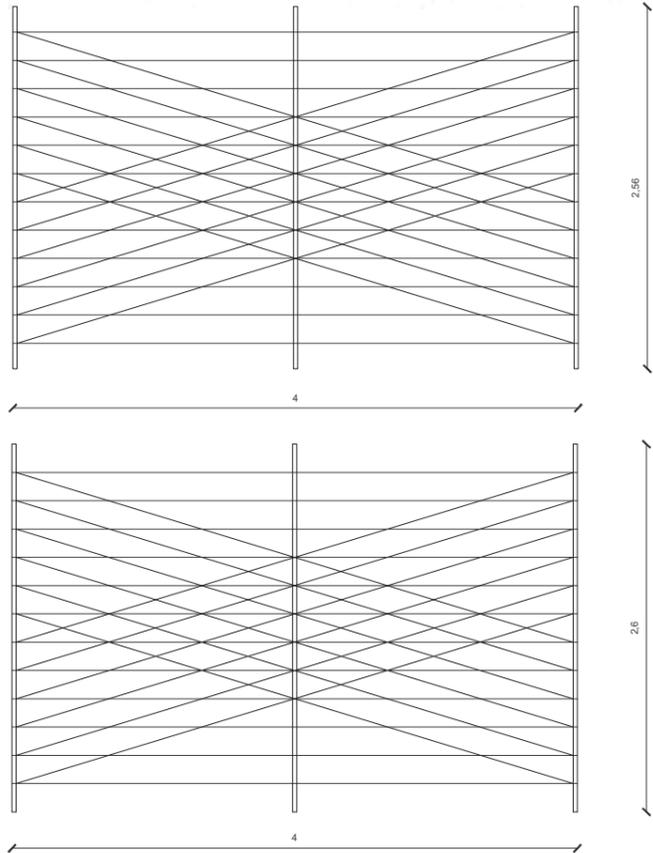
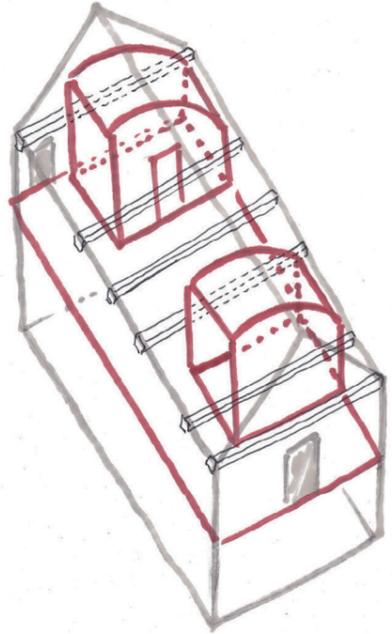
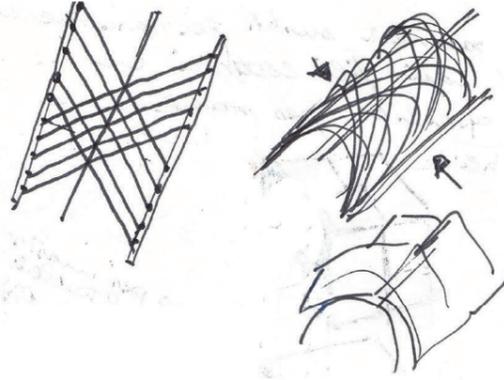
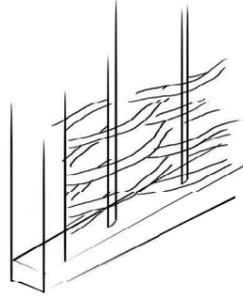
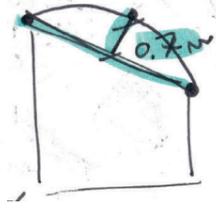
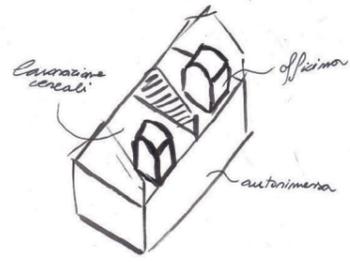
Prospetto est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



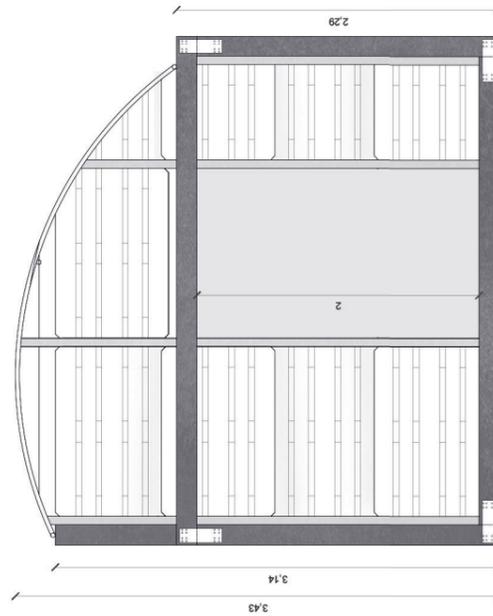
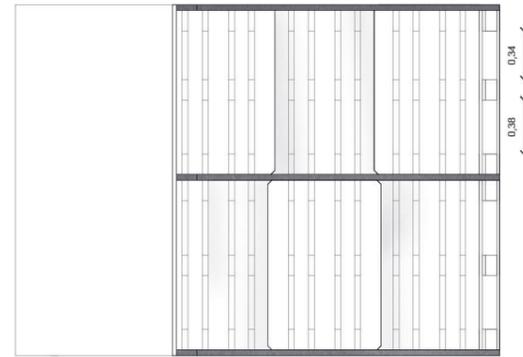
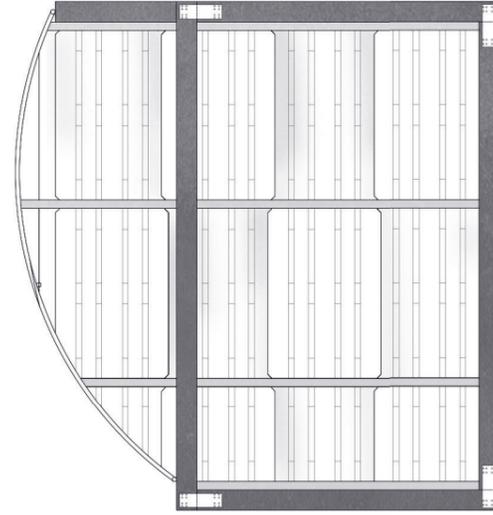
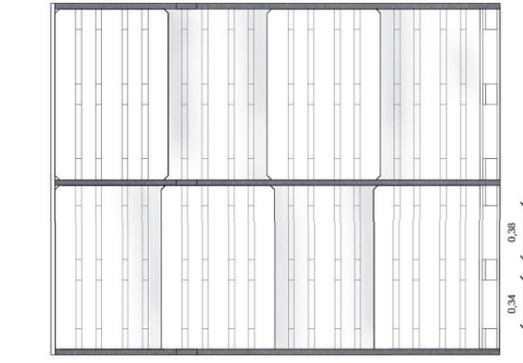
Prospetto ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



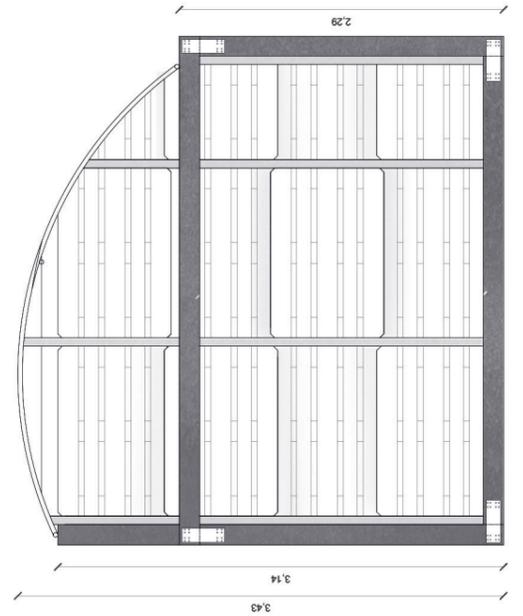
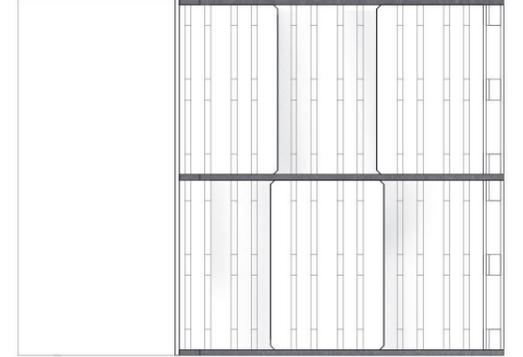
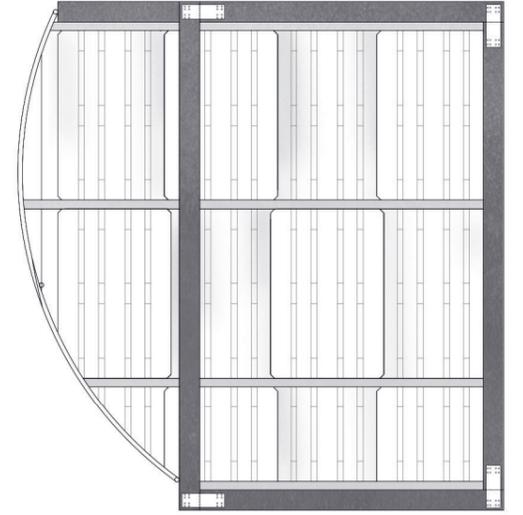
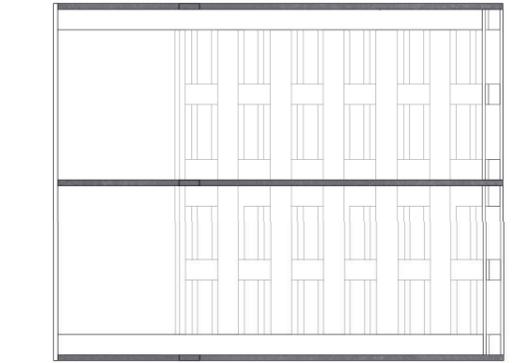
ed 2



Modulo per gli attrezzi (1:50)

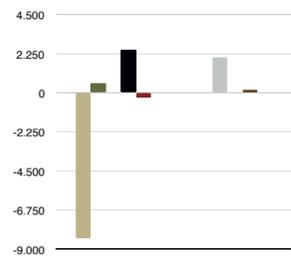


Modulo per le lavorazioni (1:50)



EDIFICIO 2	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-8349,55	123387,76
Acciaio	595,28	9534,54
Argilla	2,43	270,05
Calce	2489,99	28901,81
Canna comune e palustre	-261,37	834,15
Canniccio	-11,17	58,28
Corda in poliestere	9,36	294,07
Carta vel. uso ind.	-1,58	90,22
Feltro in canapa	0,77	14,32
Impermeabilizzante in alluminio	2076,30	38269,42
Ottone	31,38	513,63
Sabbia	166,89	3245,94
Vetro semidoppio	75,96	960,30

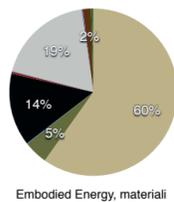
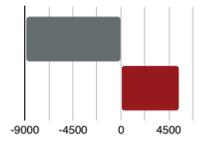
- Abete
- Calce
- Corda in poliestere
- Impermeabilizzante in alluminio
- Vetro semidoppio
- Acciaio
- Canna comune e palustre
- Carta vel. uso ind.
- Ottone
- Argilla
- Canniccio
- Feltro in canapa
- Sabbia



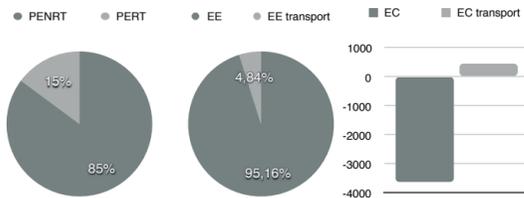
Riciclo
 Arundo donax e rami
 Pietrisco
 Terra di scavo (Cob)
 Pallet
 Bobina in legno

Costo [€]
 24934,71

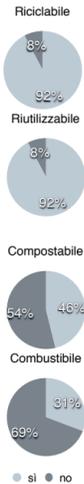
GWP	-8885,03	5448,36
-----	----------	---------



PENRT	PERT
2577,18	448,23
EE	EE trasporto
196378,66	9995,84
EC	EC trasporto
-3632,44	457,13



EDIFICIO 2	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Calce	✓	x	x	x
Canna palustre	✓	✓	✓	✓
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Carta vel. uso ind.	✓	✓	✓	✓
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
Feltro in canapa	✓	✓	x	x
Impermeabilizzante in alluminio	x	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 3,73 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 2,05 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 k N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,041 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,056 < 1$$

Verifica a flessione del solaio:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W_n} = 9,14 k N/mm^2 \quad \sigma_{md} < f_{md}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 25,13 cm \quad e < \frac{n}{6}$$

$$e = 2,4 cm$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \left(-1 \pm \frac{6e}{n} \right) = -0,29 N/mm^2; -0,17 N/mm^2$$

Verifica a compressione delle fondazioni:

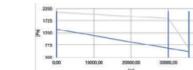
$$t \approx 210 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 1$$

$$\sigma_i = \frac{N}{A} \left(-1 \pm \frac{6e}{l_a} \right) = -1,6 N/mm^2; -0,3 N/mm^2$$

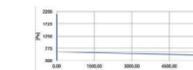
$$\sigma_i < 1 \quad \sigma_{imax} < \sigma_{t,am}$$



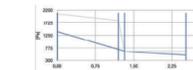
COPERTURA
 70mm beole
 100mm correnti
 30mm cunei
 250mm puntone
 250mm catena
 24mm impermeabilizzante in alluminio
 250mm radice/dormiente
 terrapaglia tra puntoni e dormienti



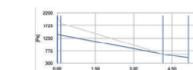
MURATURA P1°
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
 30mm intonacatura a calce



SOLAIO
 30mm pavimento in legno con incastro
 10mm listelli in legno
 50mm feltro in canapa
 50mm canna palustre tra i listelli
 30mm tavolato
 250mm trave
 (con viti per irrigidimento a secco del solaio)



MURATURA PT
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)

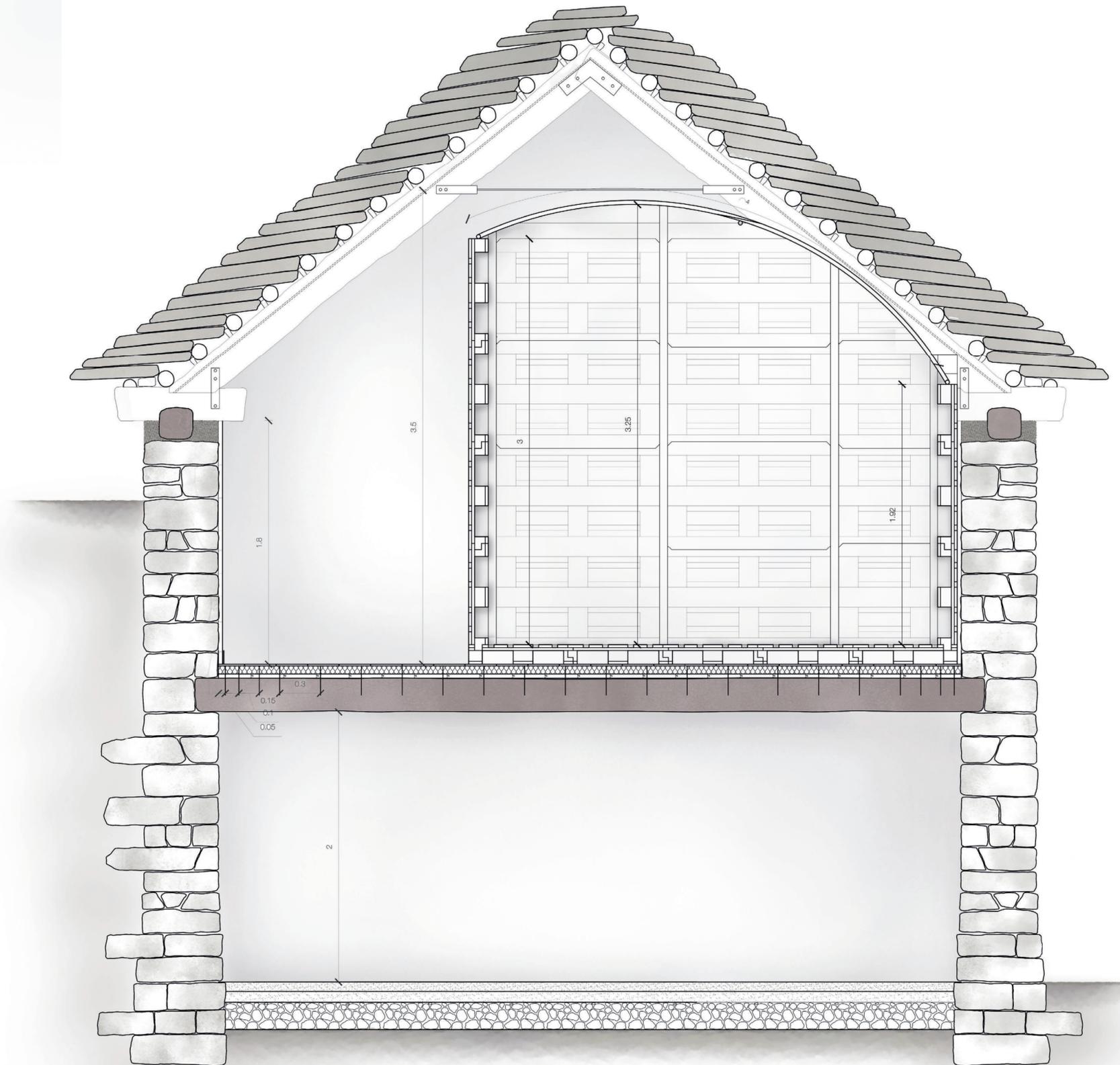
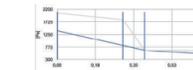


SOLAIO A TERRA
 70mm pavimento in terra battuta
 80mm allettamento sabbia
 200mm vespaio in pietrisco

MODULO pallet 1200 x 800 x 144
 per la sommità:
 24mm impermeabilizzante in alluminio
 canna comune (arundo donax)

144 mm pallet EUR EPAL peso carico 1500 kg
 1 mm carta velina uso industriale (21gr/mq)

PARETE INTERNA (wattle und daub)
 100mm segato in abete
 cob e canna comune (o rami)



Sezione trasversale
 (originale 1:20, qui fuoriscalda)

EDIFICIO 2
COPERTURA

MATERIALI											PREZZARIO INDICATIVO		
spessore [m]	Volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
barra filettata catena in acciaio	0,55	0,009445	1	7900	0,009445	7,516	6433,200	-	-	-	22	5,50 €/m2	19,34
graffio per imp. di terra da zona	-	0,000002	148	7900	0,00029600	0,01580	2,338	-	-	-	146	0,90 €/m2	133,20
interramento in allumina	0,024	0,000001	868	7900	0,00065555	0,00551	0,439	-	-	-	146	3,90 €/1000 pz	3,30
strefe puntoni	0,005	0,000255	14	7900	0,00357000	2,01450	28,203	-	-	-	22	5,50 €/m2	155,12
strefe puntone-catena	0,005	0,000009	28	7900	0,00022000	0,71100	19,688	-	-	-	22	5,50 €/m2	109,49

* comprensivo di costo materia prima, taglio, piega e carpenteria

cost [€]
1666,73

PARETI PERMETRALI P1*

spessore [m]	Volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
Iniezioni di calce NHL 5	0,03	-	25%piastre	1200	5,36100	=Considero 1/3 acqu.	6433,200	-	-	-	213	11,33 €/20kg	182,20
Perforazioni in calce NHL 5	0,03	-	-	1100	1,47600	=Considero 1/3 acqu.	1623,600	-	-	-	213	12,50 €/20kg	104,75
Argilla e paglia**	0,25	-	-	800	0,32917	=Considero 1/3 acqu.	263,333	-	-	-	210	65,00 €/20kg	427,92

*aggregati inclusi

cost [€]
9264,87

SOLAIO

spessore [m]	Volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
carina polare	0,010	0,003	13	100	0,0310	-	3,510	-	privato	Cavegna	859	0,70 €/mq	2,46
filtro in canapa	0,05	0,014	13	475	0,17500	6,41250	83,283	-	-	-	430	425,00 €/mc	74,59
lami in legno abete	0,030	-	-	600	1,85400	-	112,760	-	-	-	430	425,00 €/mc	788,21
per. in legno con incastro	0,030	-	-	600	1,85400	-	112,760	-	-	-	430	425,00 €/mc	788,21
travi C24 in abete laro trieste	0,25	0,37500	15	525	5,62500	196,87500	2953,125	-	-	-	430	658,53 €/mc	3704,23
viti antirull per infidimento	-	0,000005	286	8400	0,00146	0,04301	12,300	-	-	-	564	67,93 €/25 pz	777,12
- sovrapprezzo lavorazione legno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,33 €/h	176,64

cost [€]
6515,44

PARETI PERMETRALI PT

spessore [m]	Volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
Iniezioni di calce NHL 5	0,55	-	25%piastre	1200	5,65333	=Considero 1/3 acqu.	6784,000	-	-	-	213	11,33 €/20kg	1921,57

cost [€]
1921,57

SOLAIO A TERRA

spessore [m]	Volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
letto di sabbia	0,08	-	-	1700	4,94560	-	8407,520	-	-	-	213	2,98 €/39kg	759,22
terra battuta - terra di scavo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

cost [€]
1921,57

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB

spessore [m]	Volume [m3]	unitar [m2]	quantità [-]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
canna comune (arundo donax) e rami	0,06	-	-	190	-	-	-	-	privato	Cavegna	0	-	-
corda	-	-	-	300	-	-	-	-	privato	Cavegna	430	425,00 €/mc	2845
viti per il legno (obone)	0,1	0,0000002	20	8400	0,0000032	0,00134	0,027	-	-	-	204	3,00 €/10 pz	6,00
- sovrapprezzo lavorazione legno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,33 €/h	176,64

*scarti di paglia e terra di scavo

cost [€]
213,29

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per eqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/kg]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per eqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per eqm [kg CO2 eq/mq]
59,100	10,700	457,370	4,848697	1102,840	11,691	4,360	0,0002217392	28,569	0,2217392	68,888000	0,5346720000
14,200	38,200	47,537	0,227337	1,100	0,005	-0,935	0,0000103965	-0,848	0,0103965	-0,019635	0,00024066000
0,000	1,900	1,614	0,990593	1,850	3,027	-0,470	0,0000448442	-0,306	0,0448442	-0,0893000	0,13846000000
59,100	10,700	314,340	8,142140	1102,840	0,929	4,360	0,0004078224	2,730	0,4078224	68,888000	0,53467200000
552,100	57,900	4647,438	8,917716	484,108	0,929	33,100	0,0004078224	252,222	0,4078224	26,273125	0,04248150000
3,590	17,900	2680,827	0,000000	195,307	5,127	-1,200	riciclo	-149,697	3,2184896	riciclo	0,00000000000
59,100	10,700	1985,112	0,820892	1102,840	0,456	4,360	0,000375408	123,998	0,0375408	68,888000	0,23447782806
33,900	5,860	4,809	0,023170	667,968	3,218	2,440	0,0000010596	0,295	0,0010596	40,992000	0,02085600000
662,760	132,080	10182,03	86,20	4659,85	24,45			276,35	3,94	262,11	1,12
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]		EE tot per eqm [MJ/mq]		GWP tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq/sqm]	
794,850		10266,224		4684,307		280,295		282,295		263,228848	

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per eqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/kg]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per eqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per eqm [kg CO2 eq/mq]
59,100	10,700	406,551	4,309952	1102,840	11,691	4,360	0,0001971015	25,395	0,1971015	68,888000	0,53467200000
14,200	38,200	42,255	0,202077	1,100	0,005	-0,935	0,0000092413	-0,754	0,0092413	-0,019635	0,00024066000
0,000	1,900	1,614	0,990593	1,850	3,027	-0,470	0,0000398805	-0,306	0,0398805	-0,178600	0,13846000000
59,100	10,700	317,618	0,871638	1102,840	0,929	4,360	0,000398805	19,840	0,0398805	68,888000	0,13846000000
552,100	57,900	4647,438	8,917716	484,108	0,929	33,100	0,0004078224	252,222	0,4078224	26,273125	0,04248150000
3,590	17,900	2680,827	0,000000	195,307	5,127	-1,200	riciclo	-149,697	3,2184896	riciclo	0,00000000000
59,100	10,700	1985,112	0,820892	1102,840	0,456	4,360	0,000375408	123,998	0,0375408	68,888000	0,23447782806
33,900	5,860	4,275	0,020596	667,968	3,218	2,440	0,0000009419	0,262	0,0009419	40,992000	0,02085600000
662,760	132,080	10086,08	86,52	4659,85	24,45			270,78	3,91	262,82	1,12
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]		EE tot per eqm [MJ/mq]		GWP tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq/sqm]	
794,850		10171,211		4684,307		274,671		263,671		263,943248	

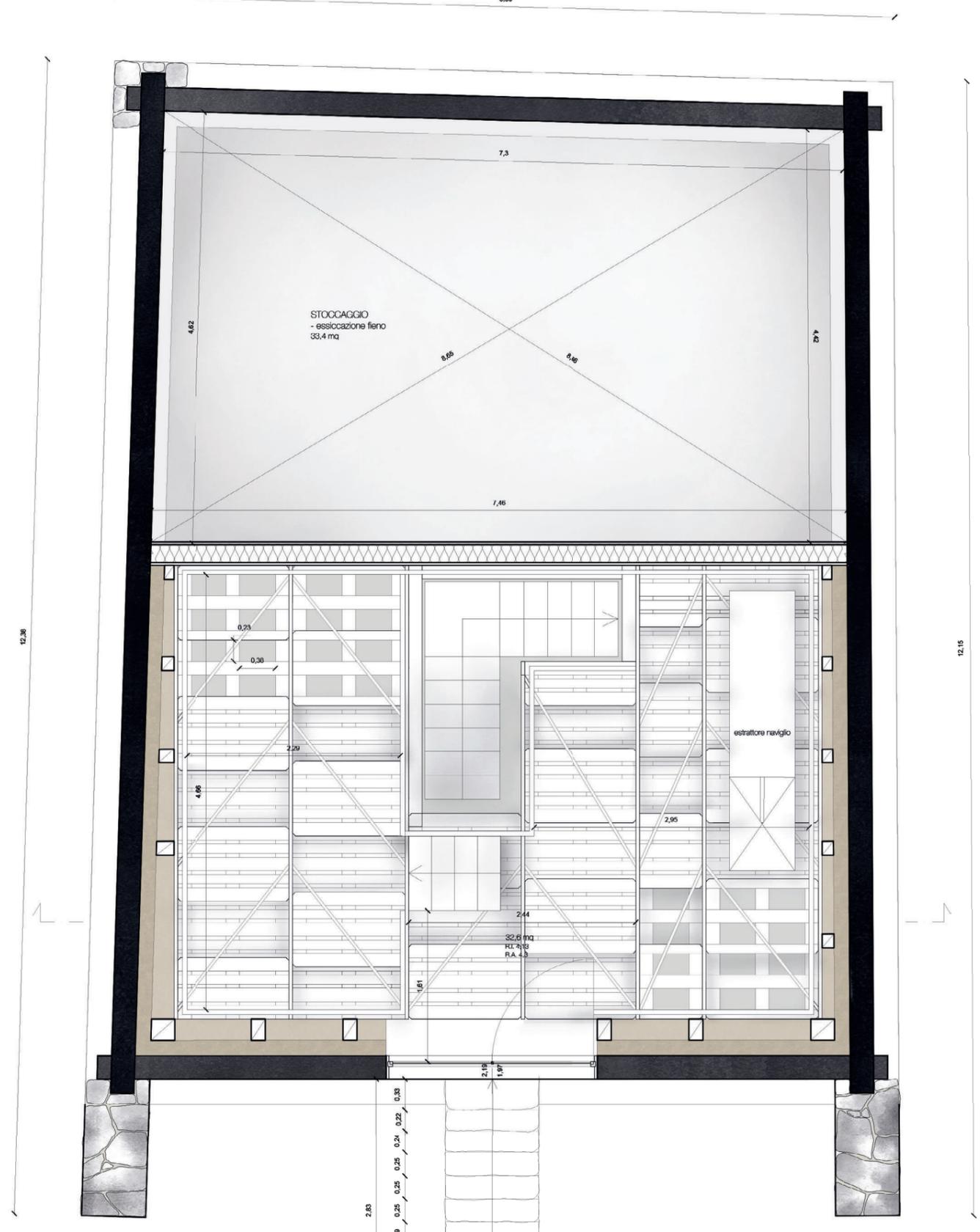
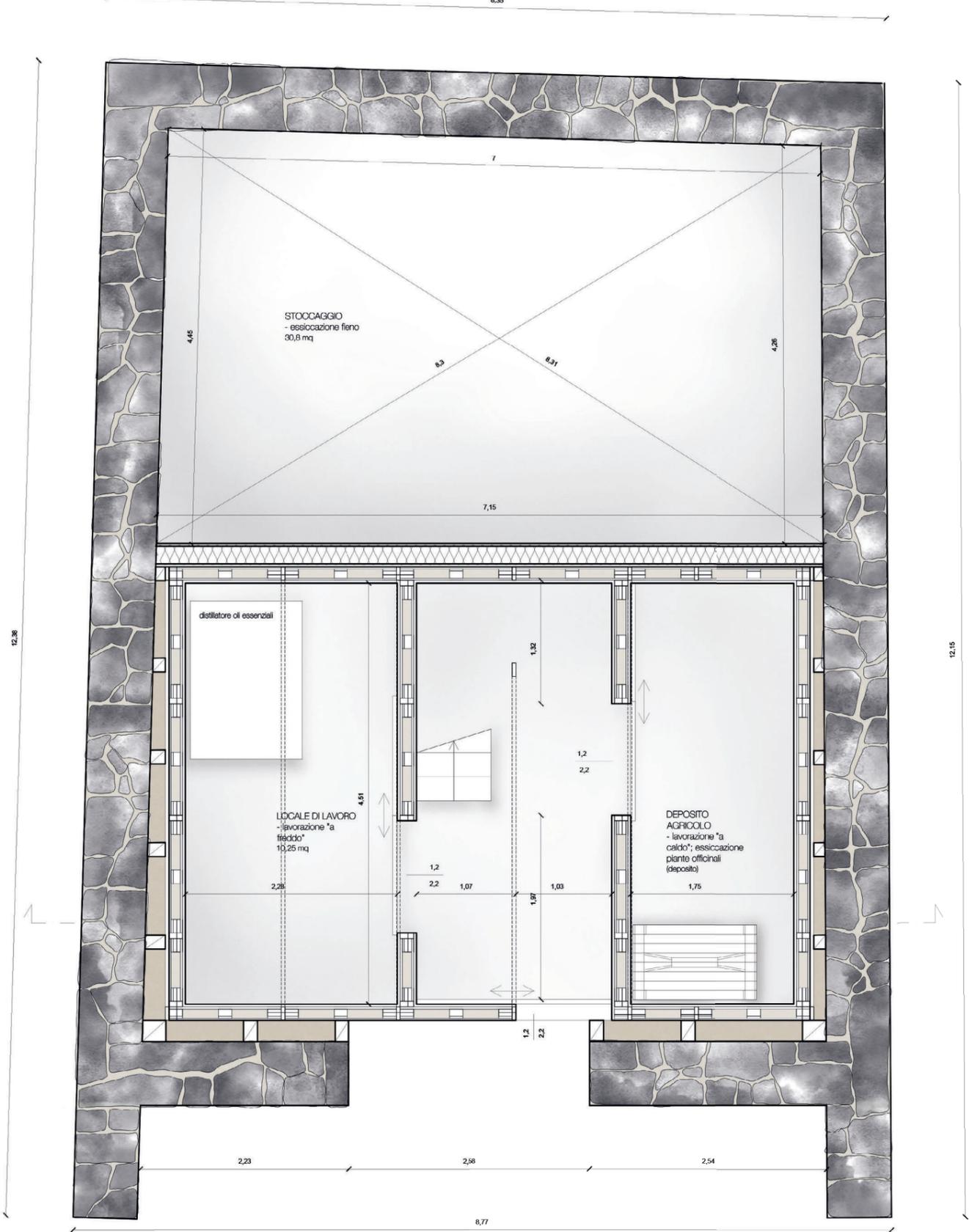
PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per eqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/kg]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per eqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per eqm [kg CO2 eq/mq]
3,590	17,900	1255,553	18,550786	458,231	6,882	-1,200	0,0008623530	-70,110	0,8623530	-0,8400000	0,08413200000
0,000	1,900	38,532	19,749756	3,90	1,999	-0,470	0,0000031901	-12,073	0,9031901	0,09141600000	0,13846000000
33,900	5,860	0,962	0,006475	667,968	53,958	2,440	0,0000002961	0,059	0,0002961	40,992000	0,20365200000
88,1	1,85	293,543	0,526634	18,890	0,034	2,86	0,0000240839	9,333	0,0240839	0,600600	0,00154980000
3,590	17,900	5359,069	140,687400	1050,80	27,586	-1,200	0,0064338750	-299,250	6,4338750	1,26154411765	0,17856739470
3,590	17,900	572,042	15,017375	148,74	3,905	-1,200	0,0006867702	-31,943	0,6867702	-8,305	0,17856739470
59,100	10,700	1,689	0,006475	1172,640	53,958	4,360	0,0000002961	0,105	0,0002961	73,248000	0,20365200000
59,100	10,700	0,563	0,002338	1172,640	19,485	4,360	0,000001069	0,035	0,0001069	73,248000	0,22276800000
373	9,99	959,926	0,374877	99,58	0,039	30,300	0,0000171438	75,944	0,0171438	7,878	0,00177840000
33,900	5,860	4,275	0,020596	667,968	257,446	2,440	0,0000009419	0,262	0,0009419	40,992000	0,14716800000

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per eqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/kg]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per eqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per eqm [kg CO2 eq/mq]
662,860	47,800	8498,16	195,25	6461,35	425,28			-327,64	8,93	161,81	2,40
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]		EE tot per eqm [MJ/mq]		GWP tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq/sqm]	
605,490		8681,402		5886,639		-318,708		-318,708		164,314857	

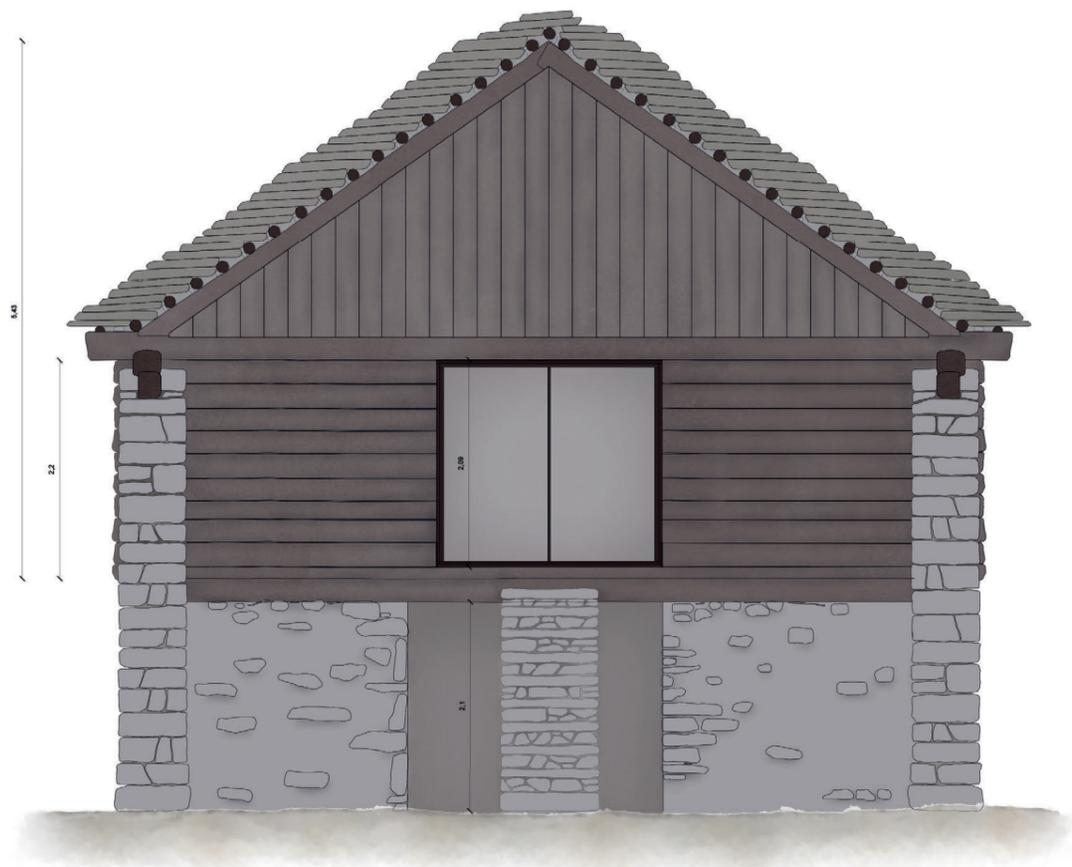
PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per eqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/kg]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per eqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per eqm [kg CO2 eq/mq]
257,118	448,23	1963,78,66	9995,84	30505,08	1203,49	-3,632,44	0,0000000000	-3,632,44	457,13	1063,63	34,08
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]		EE totbuilding [MJ/sqm]		GWP tot [kg CO2 eq]		EC tot building [kg CO2 eq]		EC tot building [kg CO2 eq/sqm]	
206374,496		206374,496		31708,570		-3175,310		-3175,310		1097,708	



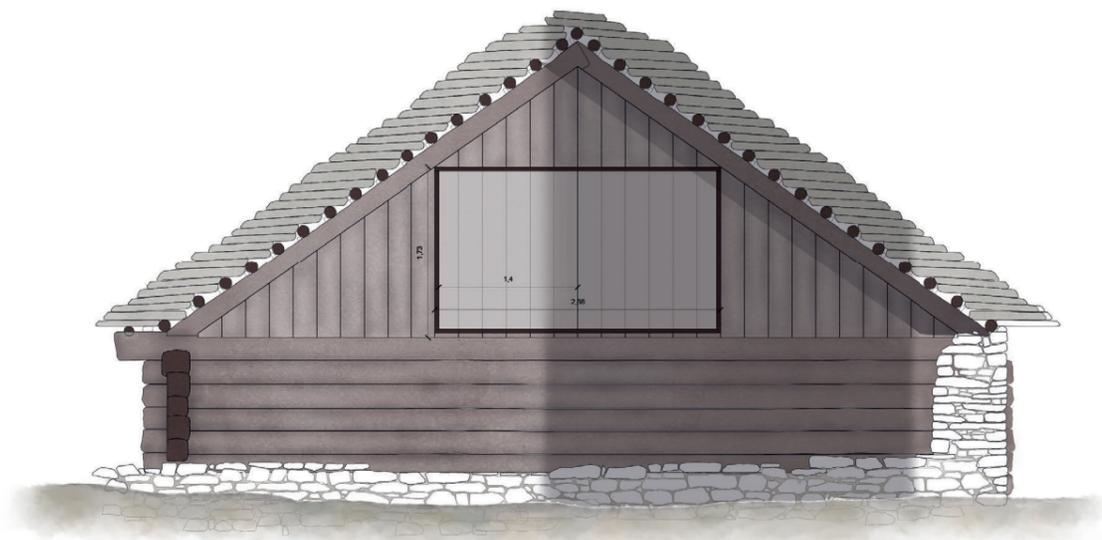
Edificio 3.



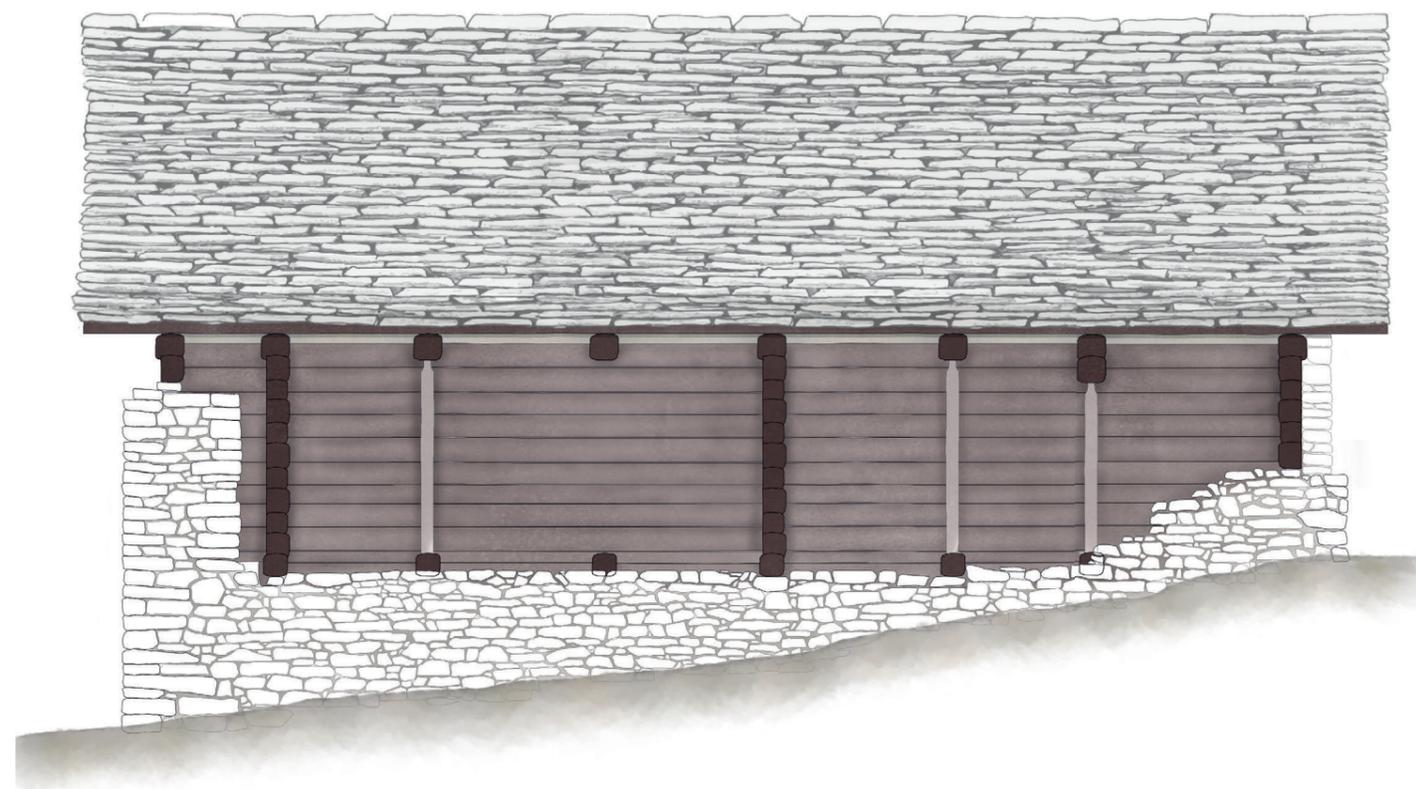
Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



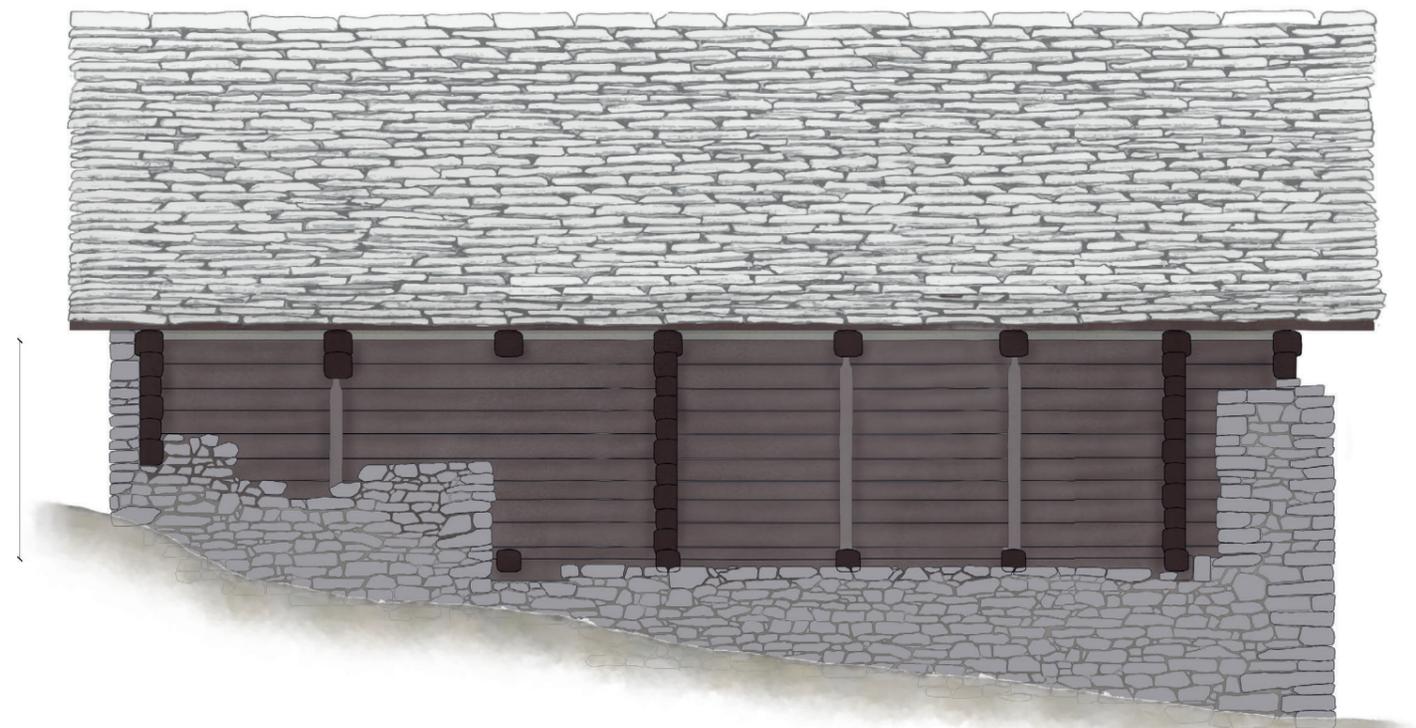
Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

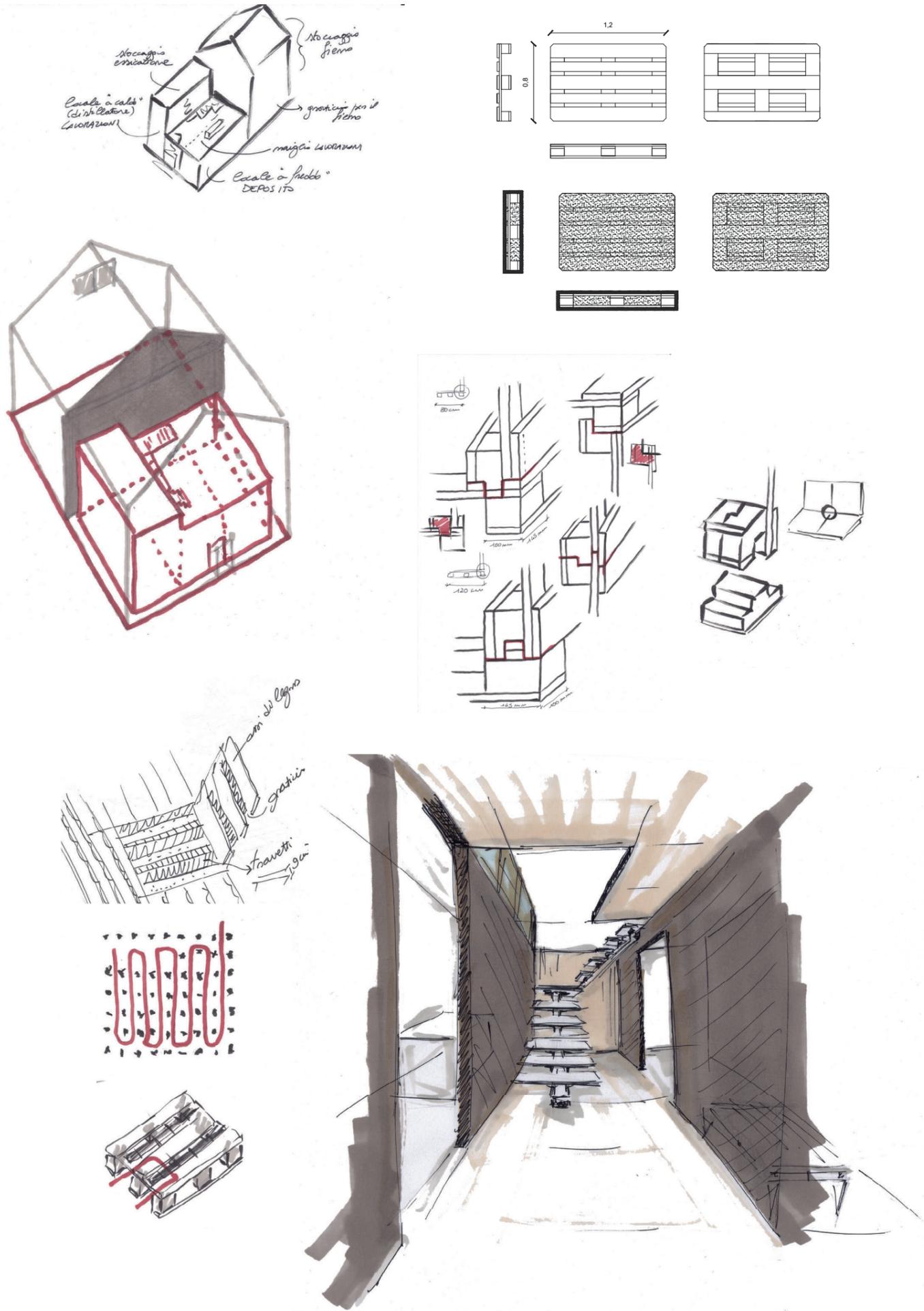


Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

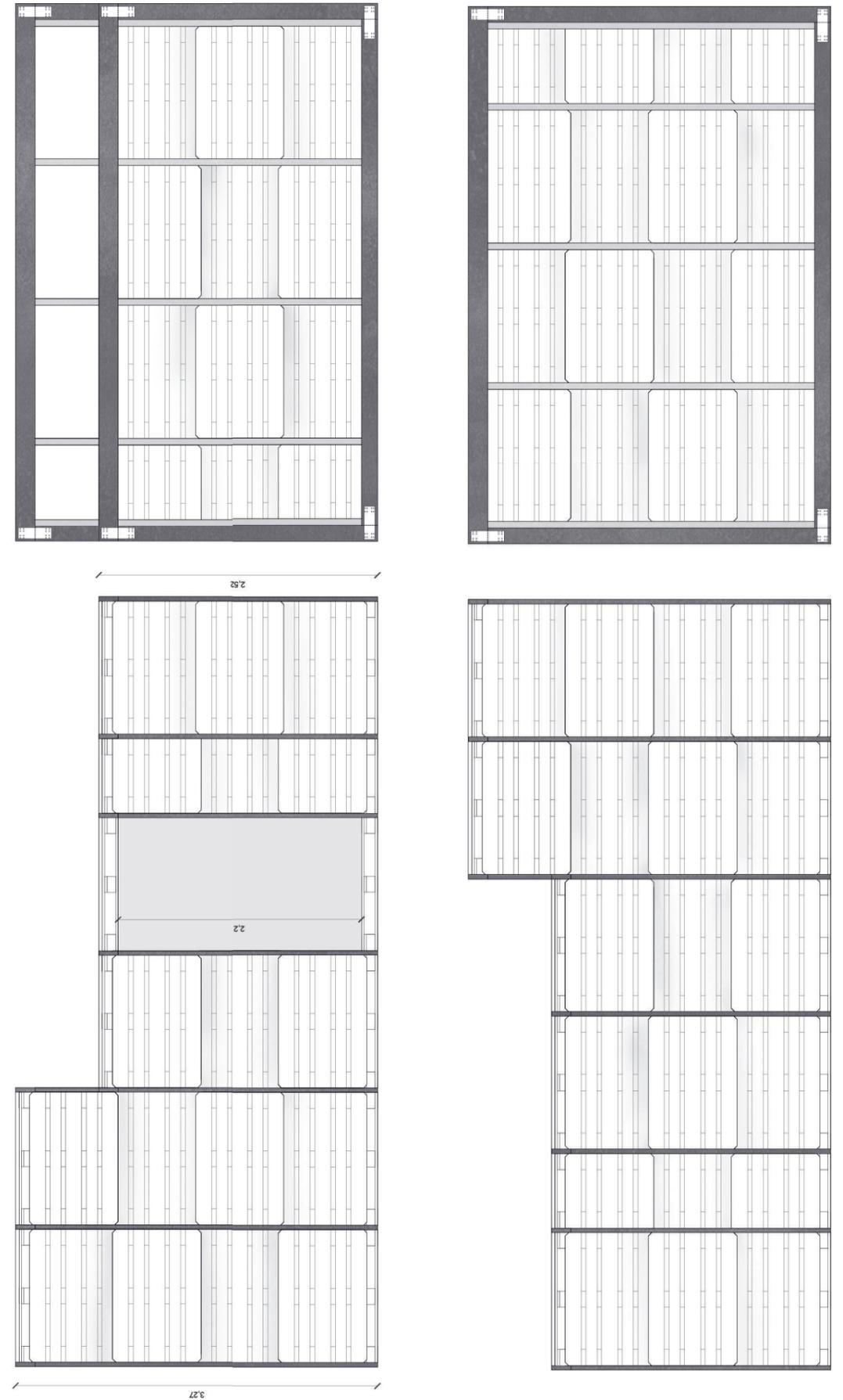


Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



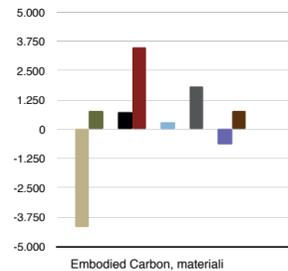


Modulo per le lavorazioni (1:50)



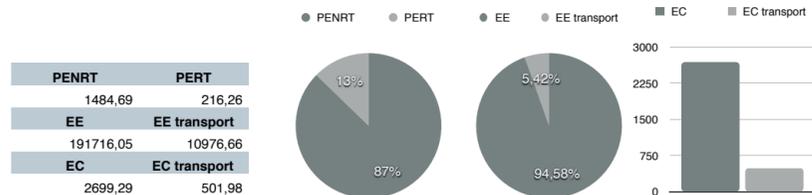
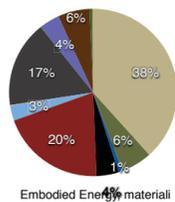
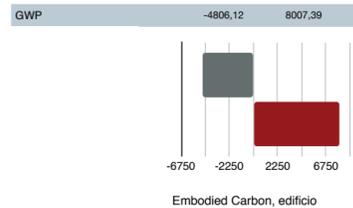
EDIFICIO 3	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-4160,37	77743,77
Acciaio	755,19	12095,45
Argilla	13,85	1540,84
Bentonite	747,78	8654,85
Calce	3480,03	40901,66
Canniccio	-5,35	27,90
Cellulosa	325,98	5902,61
Corda in poliestere	6,98	219,51
Impermeabilizzante in alluminio	1839,46	33904,09
Ottone	1,74	28,35
Paglia	-640,40	7890,20
PMMA Plexiglas	756,65	12456,69
Sabbia	46,86	911,38
Vetro semidoppio	32,86	415,40

- Abete
- Acciaio
- Argilla
- Bentonite
- Calce
- Canniccio
- Cellulosa
- Corda in poliestere
- Ottone
- Paglia
- Sabbia
- Vetro semidoppio
- Impermeabilizzante in alluminio
- PMMA Plexiglas



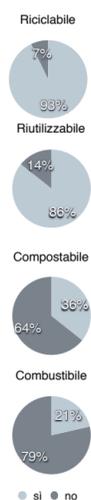
Riciclo
Pallet
Pietrisco

Costo [€]
28277,24



PENRT	PERT
1484,69	216,26
EE	EE transport
191716,05	10976,66
EC	EC transport
2699,29	501,98

EDIFICIO 3	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Cellulosa	✓	✓	x	x
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
Impermeabilizzante in alluminio	x	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Paglia	✓	✓	✓	✓
PMMA Plexiglas	✓ (complesso)	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 3,73 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 3,71 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 kN/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,05 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,068 < 1$$

Verifica all'ultima trave del blockbau:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 1,68 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,49 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 41,5 cm$$

$$e = 0$$

$$\sigma = \frac{N}{A}(-1) = 0,13 N/mm^2$$

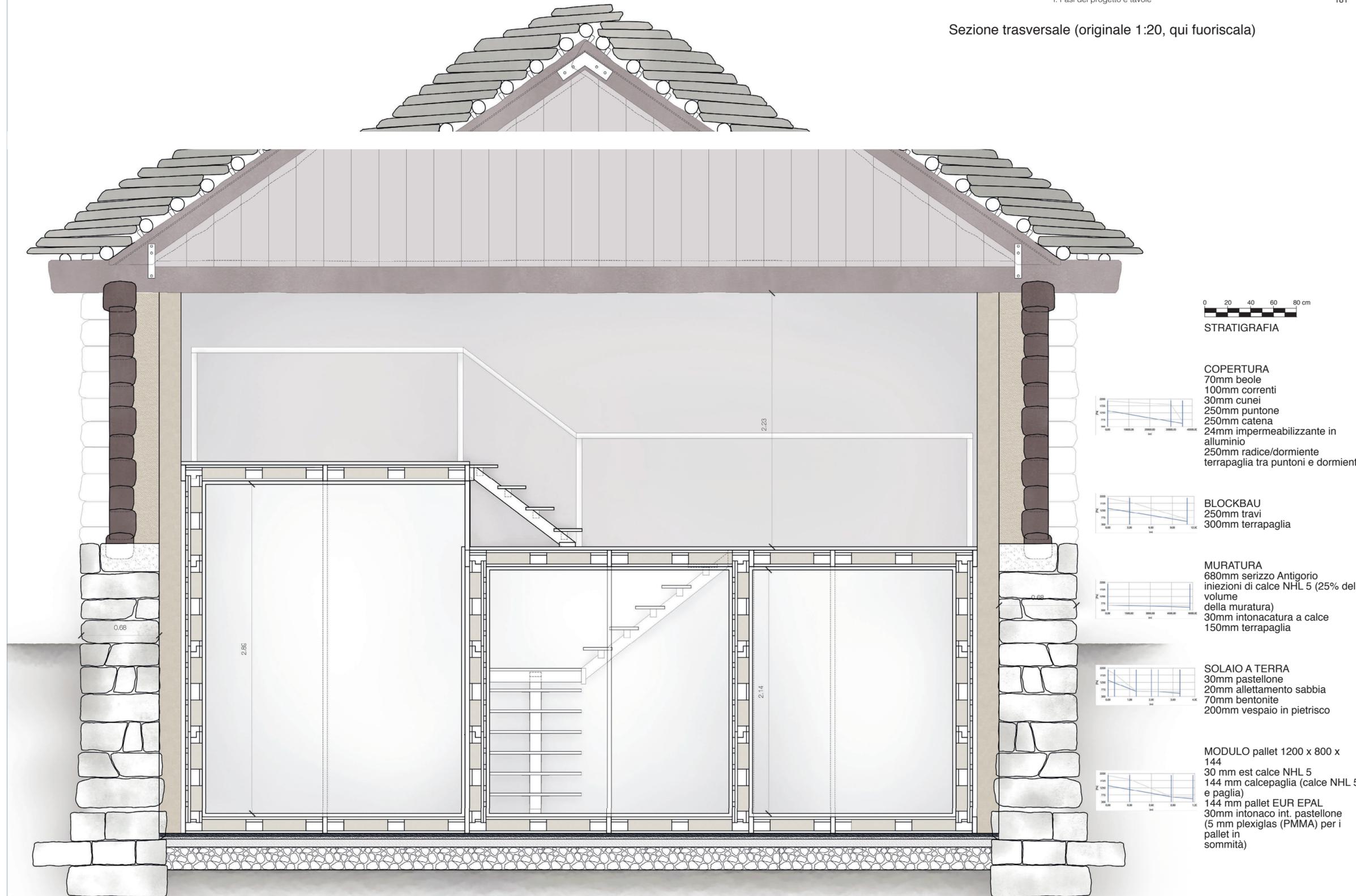
Verifica a compressione delle fondazioni:

$$t \approx 200 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 1$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A}(-1) = -0,96 N/mm^2$$

$$\sigma_t < 1 \quad \sigma_{t,max} < \sigma_{t,am}$$

Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalata)



0 20 40 60 80 cm
STRATIGRAFIA

COPERTURA
70mm beole
100mm correnti
30mm cunei
250mm puntone
250mm catena
24mm impermeabilizzante in alluminio
250mm radice/dormiente
terrapaglia tra puntoni e dormienti

BLOCKBAU
250mm travi
300mm terrapaglia

MURATURA
680mm serizzo Antigorio
iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
30mm intonacatura a calce
150mm terrapaglia

SOLAIO A TERRA
30mm pastellone
20mm allettamento sabbia
70mm bentonite
200mm vespaio in pietrisco

MODULO pallet 1200 x 800 x 144
30 mm est calce NHL 5
144 mm calcepaglia (calce NHL 5 e paglia)
144 mm pallet EUR EPAL
30mm intonaco int. pastellone (5 mm plexiglas (PMMA) per i pallet in sommità)

**EDIFICIO 3
COPERTURA**

spessore [m]	spessore unitario [m]	spessore unitario [m]	quantità [-]	densità [kg/mc]	volume tot [mc]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,030	-	0,000005	80	7900	0,00049600	0,04045	286,200	-	-	-	430	425,00 €/mc	270,30
-	-	0,000002	160	7900	0,00032000	0,01580	2,528	-	-	-	564	1,30 €/pz	104,00
-	-	0,000001	1204	7900	0,00007706	0,00051	0,609	-	-	-	146	0,90 €/pz	144,00
0,024	16mq a rotolo	5 rotoli	-	33,07	1,68	12,7 kg a rotolo	55,483	-	-	-	892	3,90 €/1.000 pz	4,70
0,005	0,000255	16	-	7900	0,00408000	2,01450	32,232	-	-	-	22	18,00 €/mq	1440,00
0,005	0,00009	32	-	7900	0,00288000	0,11100	22,752	-	-	-	22	5,50 €/kg *	177,28
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	5,50 €/kg *	125,14

PARETI PERIMETRALI PT*

spessore [m]	spessore unitario [m]	spessore unitario [m]	quantità [-]	densità [kg/mc]	volume tot [mc]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,25	-	-	-	800	0,27500	±=Considero 1/3 acqu	220,000	-	-	-	210	65,00 €/20kg	357,50

*aggregati inclusi

PARETE INTERNA a sandwich

spessore [m]	spessore unitario [m]	spessore unitario [m]	quantità [-]	densità [kg/mc]	volume tot [mc]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,03	-	-	15	600	1,00448	-	638,685	-	-	-	430	425,00 €/mc	452,40
0,03	-	-	600	600	1,00448	-	170,880	-	-	-	430	425,00 €/mc	52,40
0,9	-	-	56	8400	0,00001	0,00134	0,075264	-	-	-	146	3,00 €/10 pz	16,80
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178,64

cost [€]
357,50

PARETI PERIMETRALI PT

spessore [m]	spessore unitario [m]	spessore unitario [m]	quantità [-]	densità [kg/mc]	volume tot [mc]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,025	-	-	25	800	0,09167	±=Considero 1/3 acqu	55,333	-	-	-	210	65,00 €/20kg	899,17
0,25	-	-	600	600	1,00448	±=Considero 1/3 acqu	186,264	-	-	-	430	425,00 €/mc	252,40
0,2	-	-	56	8400	0,00001	0,00134	0,075264	-	-	-	146	3,00 €/10 pz	16,80
0,2	-	-	-	800	1,60313	-	1282,500	-	-	-	210	65,00 €/20kg	2084,06

cost [€]
1527,53

SOGLIO A TERRA

spessore [m]	spessore unitario [m]	spessore unitario [m]	quantità [-]	densità [kg/mc]	volume tot [mc]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0,02	-	-	-	1700	1,38860	-	2360,520	-	-	-	213	2,88 €/33kg	213,17
0,02	-	-	-	1450	2,08290	-	3010,205	-	-	-	213	7,88 €/25kg	475,98
0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

cost [€]
689,16

MODULO pallet 1200 x 800 x 144

a pallet

spessore	klume unitar	quantità	densità	volume tot	massa unitaria	massa tot	rivenditore	produttore	posizione	distanza	prezzo unitario	prezzo totale	
[m]	[m³]	[-]	[kg/m³]	[m³]	[kg]	[kg]	[-]	[-]	[-]	[km]	[-]	[€]	
	0,000005	367	7900	0,00187904	0,04045	14,844				564	1,30	€/pz	4771,10
barre filettate	0,06912	136	1100	3,13344		3446,784				213	65,00	€/20kg	5601,02
calceopaglia: calce NHL 5	0,06912	136	109	4,70016	==Considero 1/3 acqua	512,31744				0	0,90	€/25kg	660,60
calceopaglia: paglia	0,000002	734	7900	0,00146800	0,01580	11,597				146	7,88	€/25kg	996,71
intronco Int calce (Coccoposato)	0,03	136	1450	2,61120	==Considero 1/3 acqua	3786,24				213	5,84	€/kg	929,24
pallet EUR EPAL peso carico 1600 kg	0,144	8	635	5,76000	25	60,624				156	425,00	€/mcc	205,59
placidias (PIMA)	0,01	64	1350	0,07680	-	79,540				430	3,90	€/kg *	41,12
rinforzo in legno	0,005	0,00015	7900	0,00060000	1,18500	6,395				22	3,00	€/kg *	45,62
staffe controvento	-	0,000002	288	0,000105	0,00134	0,387				146	3,00	€/10 pz	86,40
Viti per il legno (ottone)	-	0,000002	288	0,000035	0,00134	0,387							

n.b. Il numero di pallet da comprare diminuisce in base ai carichi in pallet che verranno consegnati per gli altri materiali, come ad esempio i sacchi degli inerti

cost [€]
9543,41

MANODOPERA

manutenzione copertura e montaggio
posa in opera: iniezioni di calce
posa in opera: trattatura solido
trasporto tavolame

prezzo unitario	prezzo totale
[-]	[€]
30,72	245,76
30,72	245,76
30,72	245,76
210,55	699,98

cost [€]
6690,48

densità	klume unitar	quantità	scqm tot	volume tot	massa unitaria	massa tot	rivenditore	produttore	posizione	distanza	prezzo unitario	prezzo totale	
[kg/m³]	[m³]	[-]	[m²]	[m³]	[kg]	[kg]	[-]	[-]	[-]	[km]	[-]	[€]	
130	0,000002	8	4,73	0,09460	-	12,298				204	9,36	€/mq	44,27
8400	0,000002	8	-	0,0000019	0,00202	0,016				204	1,30	€/pz	10,40
8400	-	-	-	0,0002900	-	2,436				123	1,00	€/m	11,60
475	-	-	-	0,2665	-	126,588				430	425,00	€/mcc	113,26
475	-	-	-	0,05604	-	26,619				430	425,00	€/mcc	23,82
7900	0,000002	4	-	0,0000010	0,00202	0,008				204	3,00	€/10 pz	1,20
7900	0,000002	2	-	0,0000005	0,00202	0,004				221	87,30	€/pz	174,60
7900	0,000002	34	-	0,0000082	0,00202	0,069				204	1,29	€/pz	43,86
7900	0,0000194	6	-	0,0001166	0,16330	0,960				204	3,39	€/pz	20,36
8400	0,0000002	92	-	0,0000147	0,00134	0,124				146	3,00	€/10 pz	27,60
475	-	-	-	0,04350	-	20,663				249	12,90	€/pz	36,70
600	0,004992	17	4,17	0,08486	-	665,613				246	425,00	€/mcc	36,07
26	-	-	-	0,0417	-	1,084				114	10,54	€/mq	43,96
8400	0,000002	80	8400	0,00001	0,00134	0,108				146	3,00	€/10 pz	24,00
-	-	-	-	-	-	-				-	22,33	€/h	178,64

- sovraprezzo lavorazione legno

cost [€]
792,31

total cost
28277,24

[€]

EMBODIED ENERGY

PERNT	PERT	EE tot	EE transport	EE per sqm	EE trasporto al mq
[MJ/kg]	[MJ/kg]	[MJ]	[MJ]	[MJ/mq]	[MJ/mq]
3,590	17,900	6150,438	161,46	290,115	7,616
59,100	10,700	225,862	2,394418	1102,840	11,691
59,100	10,700	176,454	0,484243	1102,840	3,027
59,100	10,700	42,490	0,12	1102,840	3,027
552,000	57,900	33839,158	64,93	484,108	0,929
59,100	10,700	2249,794	0,930344	1102,840	0,456
59,100	10,700	1588,090	0,656714	1102,840	0,456
614,68	86,60	44272,29	230,98	6286,42	27,20
PE tot [MJ/kg]	701,190	EE tot per sqm [MJ/mq]	6315,625		

0,419	0,331	165,000	60,61	150,000	55,104
0,419	0,331	185,000	90,614	150,000	55,104
0,750	PE tot [MJ/kg]	EE tot per sqm [MJ/mq]	205,104		

39,410	9,304	32,484,81	1582,13	1,776,36	81,86
PE tot [MJ/kg]	42,714	EE tot per sqm [MJ/mq]	1860,223		

1,104	0,303	21,680	659,94	623	9,39
1,360	0,308	7436,115	1136,73	10744,9	17,297
1,360	0,308	5037,702	844,01	72,558	12,156
1,464	0,311	12747,51	2700,44	183,60	36,89
PE tot [MJ/kg]	1,775	EE tot per sqm [MJ/mq]	222,497		

EMBODIED CARBON // Global Warning Potential

PERNT	PERT	GWP tot	GWP transport	GWP per sqm	GWP trasporto per sqm
[kg CO₂ eq]	[kg CO₂ eq]	[kg CO₂ eq]	[kg CO₂ eq]	[kg CO₂ eq/mq]	[kg CO₂ eq/mq]
0,348300000000	16,200000	0,348300000000	-343,440	-16,200000	-16,200000
68,888000	0,1095008	7,3839600	0,0073839600	0,0001095008	0,0000000000
68,888000	0,1095008	14,108	0,001095008	4,360	0,534672000000
68,888000	0,1095008	11,022	0,000221453	4,360	0,138408000000
68,888000	0,053326	2,654	0,000053326	4,360	0,138408000000
26,273125	2,9694569	1836,491	0,0029694569	33,100	26,273125
68,888000	0,0425462	140,532	0,000425462	4,360	0,020856000000
68,888000	0,0425462	99,199	0,000425462	4,360	0,020856000000
614,68	86,60	1760,67	10,66	354,61	1,24
EC tot [kg CO₂ eq]	1771,129	EE tot per sqm [kg CO₂ eq]	355,757107		

EDIFICIO 3
COPERTURA

asesto in legno (abete)
barre filettate
dadi
graffio per imp. di term. da zona
(stainless)
impermeabilizzante in alluminio
staffe puntoni
staffe puntone-cattena

PARETI PERIMETRALI P1*

terrapaglia tra dorm e punt
(argilla e paglia)*

*aggregati inclusi

PARETE INTERNA a sandwich

asesto in legno (abete)
asesto in legno 2 (abete)
cellulosa
viti per il legno (ottone)

PARETI PERIMETRALI PT

cordolo calceopaglia
iniezioni di calce NHL 5
travetti legno per terrapaglia
terrapaglia a tutta altezza

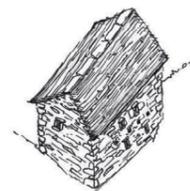
SOLAI A TERRA

allattamento di sabbia
benzotite
pavimentazione (Coccoposato)
pietraio

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
59,100	10,700	1036,140	10,964393	1102,840	11,691	4,360	0,0005023350	64,722	0,5023350	68,880000	0,534672000000
1,360	0,308	5749,236	963,22	264,211	44,266	0,155	0,04040498995	534,252	44,0498995	24,552000	2,024352000000
0,801	14,600	7890,201	-	241,734	-	-1,250	-	-640,397	-	-19,620000	-
59,100	10,700	809,485	2,221467	1102,840	3,027	4,360	0,0001015915	50,564	0,1015915	68,880000	0,138408000000
1,360	0,308	6315,448	1058,09	72,558	12,156	0,155	0,0483881472	586,867	48,3881472	6,742500	0,555593000000
136,000	1,250	12438,144	18,55	1619,550	2,415	8,340	0,0008482406	755,804	0,8482406	98,412000	0,110448000000
3,590	17,900	5707,478	149,83	415,809	10,916	-1,200	0,0068521601	-318,705	6,8521601	-23,218744	0,499202989900
59,100	10,700	5293,632	2,189046	1102,840	4,560	4,360	0,0001001088	330,662	0,1001088	68,880000	0,020856000000
59,100	10,700	578,991	0,239427	1102,840	4,560	4,360	0,0000109494	36,166	0,0109494	68,880000	0,020856000000
33,900	5,860	15,390	0,07	667,968	3,218	2,440	0,0000033908	0,944	0,0033908	40,992000	0,147168000000
234,761	50,618	45634,14	2205,40	7693,19	88,60	1400,88	100,88	1400,88	100,88	403,41	4,05
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]			EC tot [kg CO2 eq]	EC tot [kg CO2 eq]	EC tot [kg CO2 eq/sqm]	
285,369		48039,547	7761,792					1501,736	1501,736	407,463649	

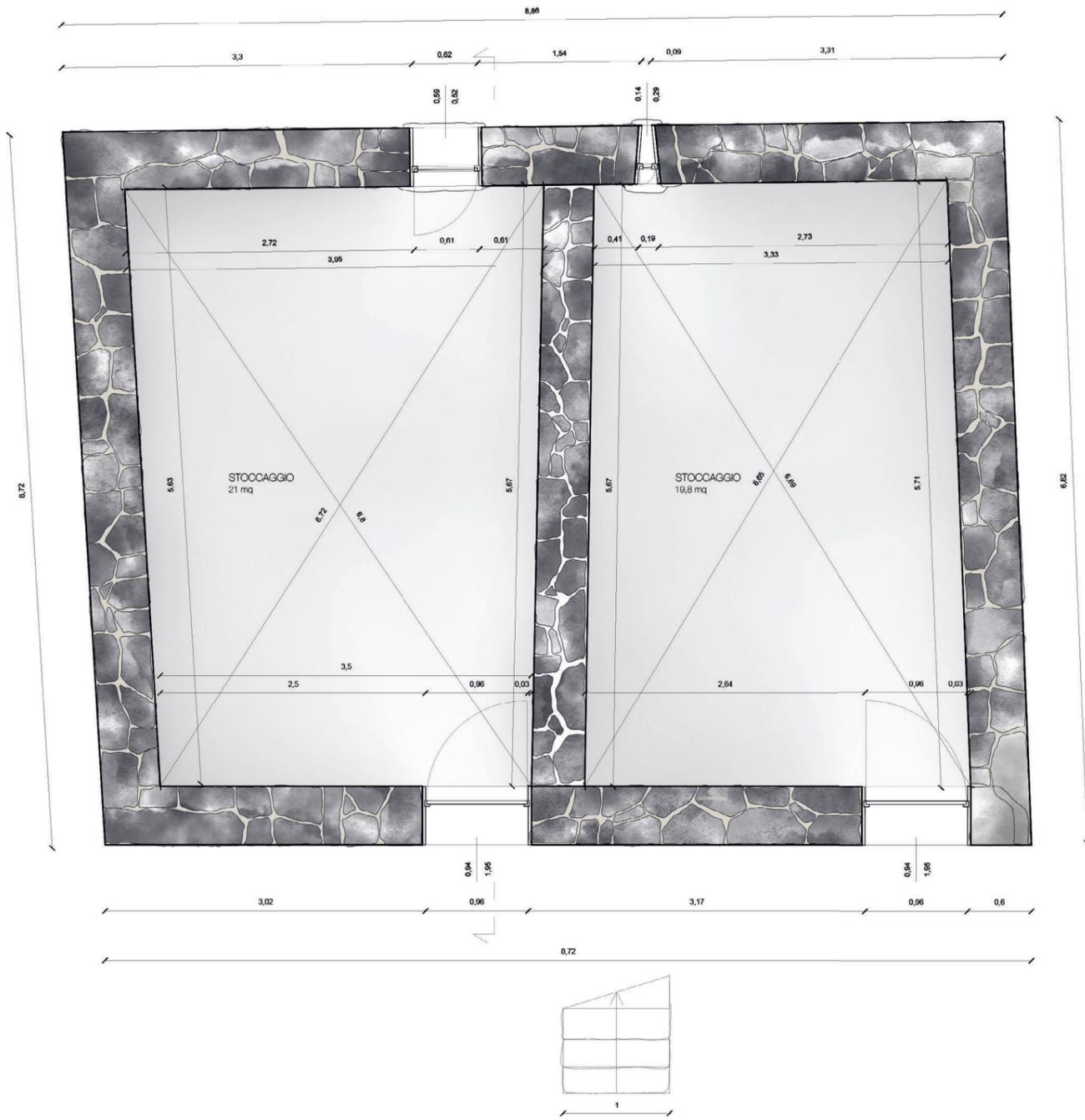
PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,000	1,300	18,447	3,46	67,968	1,939	-0,470	0,0004323977	-5,780	0,4323977	0,939222	0,939222000000
33,900	5,860	0,641	667,968	35,972	35,972	2,440	0,0000019174	0,039	0,00019174	40,992000	0,205632000000
88,1	1,85	219,118	0,39	18,890	0,034	2,86	0,0000179777	6,967	0,0179777	0,600600	0,001549800000
3,590	17,900	2720,365	71,42	508,48	13,349	-1,200	0,0032659575	-151,905	3,2659575	-28,393458	0,610456934579
3,590	17,900	572,042	15,02	148,74	3,905	-1,200	0,0006867702	-31,943	0,6867702	-8,305	0,17856739470
59,100	10,700	0,563	0,00	1172,640	17,986	4,360	0,0000000987	0,035	0,000987	73,248000	0,205632000000
59,100	10,700	0,281	0,00	1172,640	4,871	4,360	0,0000005535	0,018	0,000635	73,248000	0,222768000000
59,100	10,700	4,784	0,018346	1172,640	224,824	4,360	0,0000083900	0,299	0,0008390	73,248000	0,205632000000
59,100	10,700	68,388	0,262235	1172,640	224,824	4,360	0,0000119925	4,272	0,0119925	73,248000	0,205632000000
33,900	5,860	4,916	0,023685	667,968	296,063	2,440	0,000010832	0,302	0,0010832	40,992000	0,147168000000
3,590	17,900	444,037	6,75	1020,775	15,518	-1,200	0,0003086978	-24,795	0,3086978	-5,700000	0,709650000000
3,590	17,900	18602,019	279,38	5260,75	79,010	30,300	0,0127764449	32,851	12,7764449	7,878	36,132480000000
373	9,86	415,238	0,16	99,58	0,039	30,300	0,0000074159	32,851	0,0074159	7,878	0,001178400000
33,900	5,860	4,275	0,02	667,968	2,57446	2,440	0,0000009419	0,262	0,0009419	40,992000	0,147168000000
581,580	53,660	23075,12	382,80	13755,57	1175,84	-1208,11	17,61	-1208,11	17,61	347,78	39,07
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]			EC tot [kg CO2 eq]	EC tot [kg CO2 eq]	EC tot [kg CO2 eq/sqm]	
645,250		23456,021	14931,413					-1190,602	-1190,602	386,843216	

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
1484,69	216,26	191716,05	10976,66	33046,68	1799,08	2699,29	501,98	2699,29	501,98	1138,02	67,57
EE tot building [MJ]		EE tot building [MJ]	EE totbuilding [MJ/sqm]	EE totbuilding [MJ/sqm]				EC tot building [kg CO2 eq]	EC tot building [kg CO2 eq]	EC tot building [kg CO2 eq/sqm]	
202692,708		34845,765						3201,272	3201,272	1205,586	
		[kg CO2 eq]						[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq/mq]	

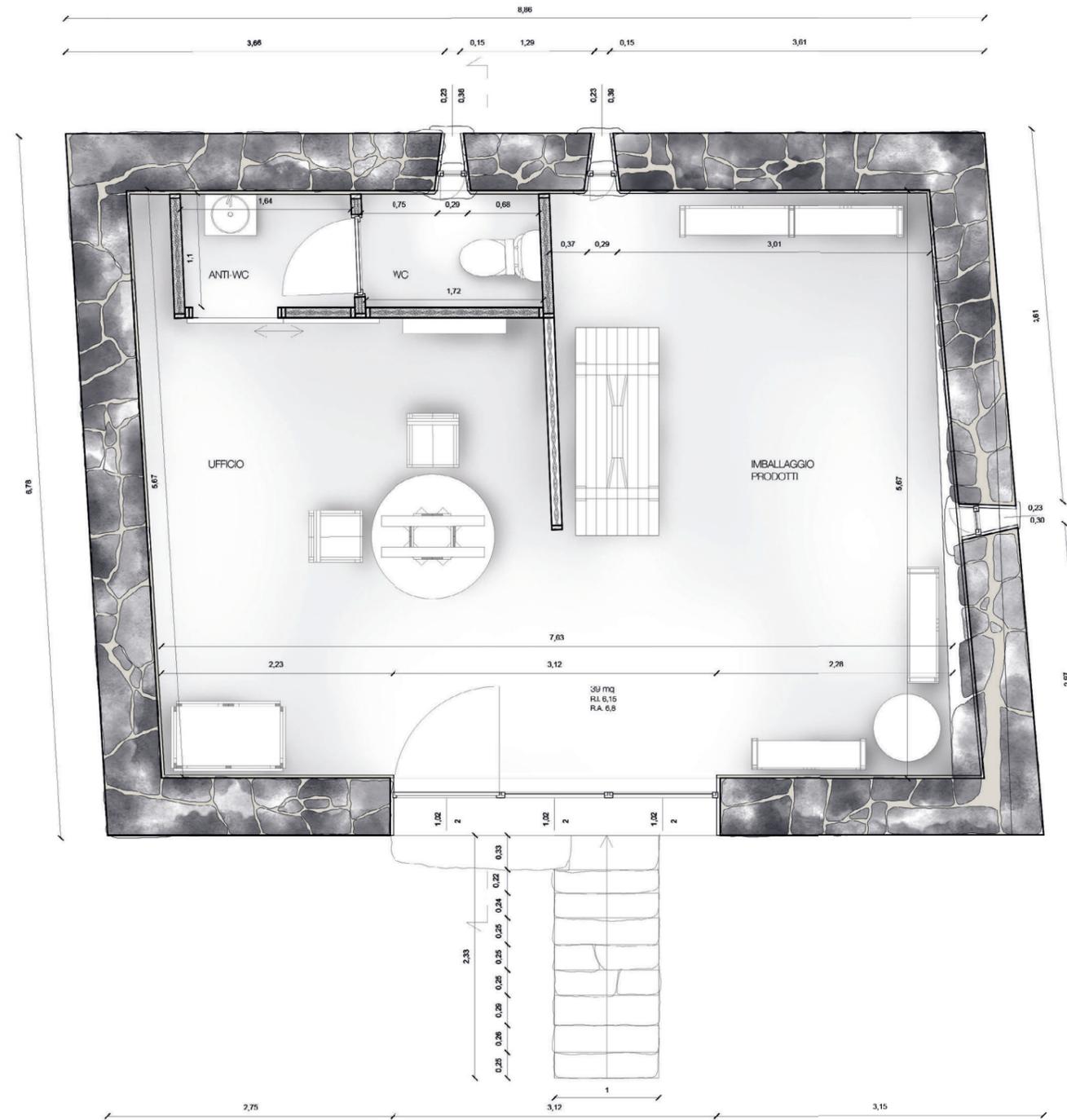


Edificio 4.

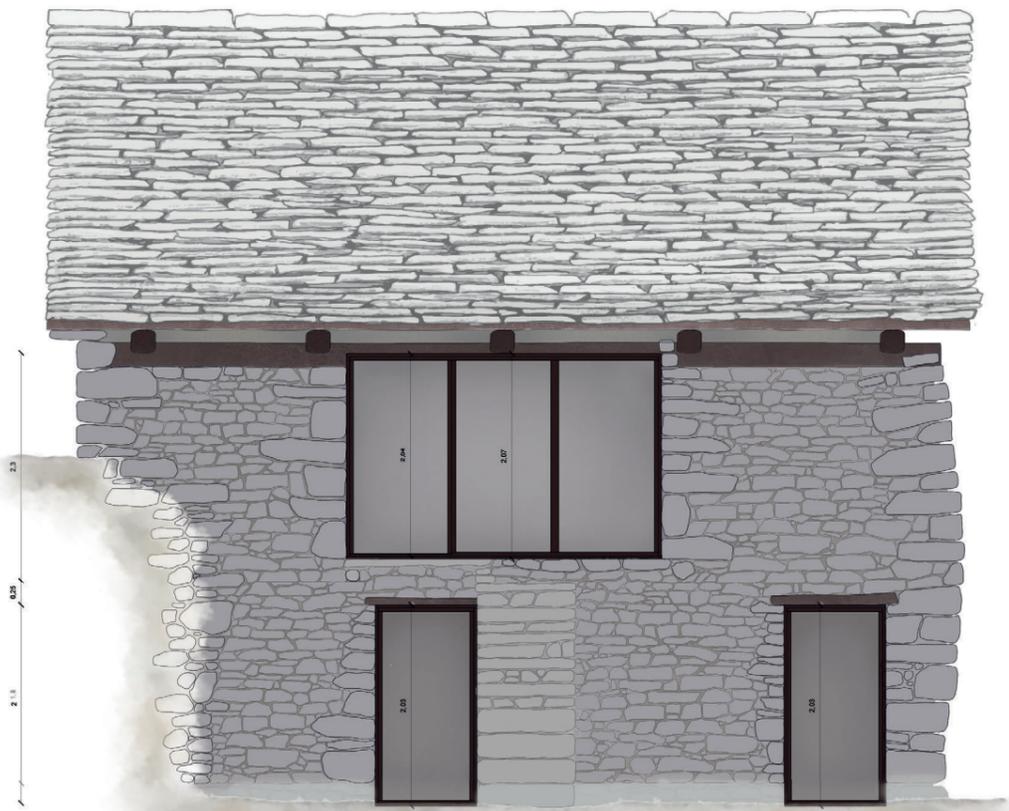
Pianta piano terra (originale 1:50, qui fuoriscalda)



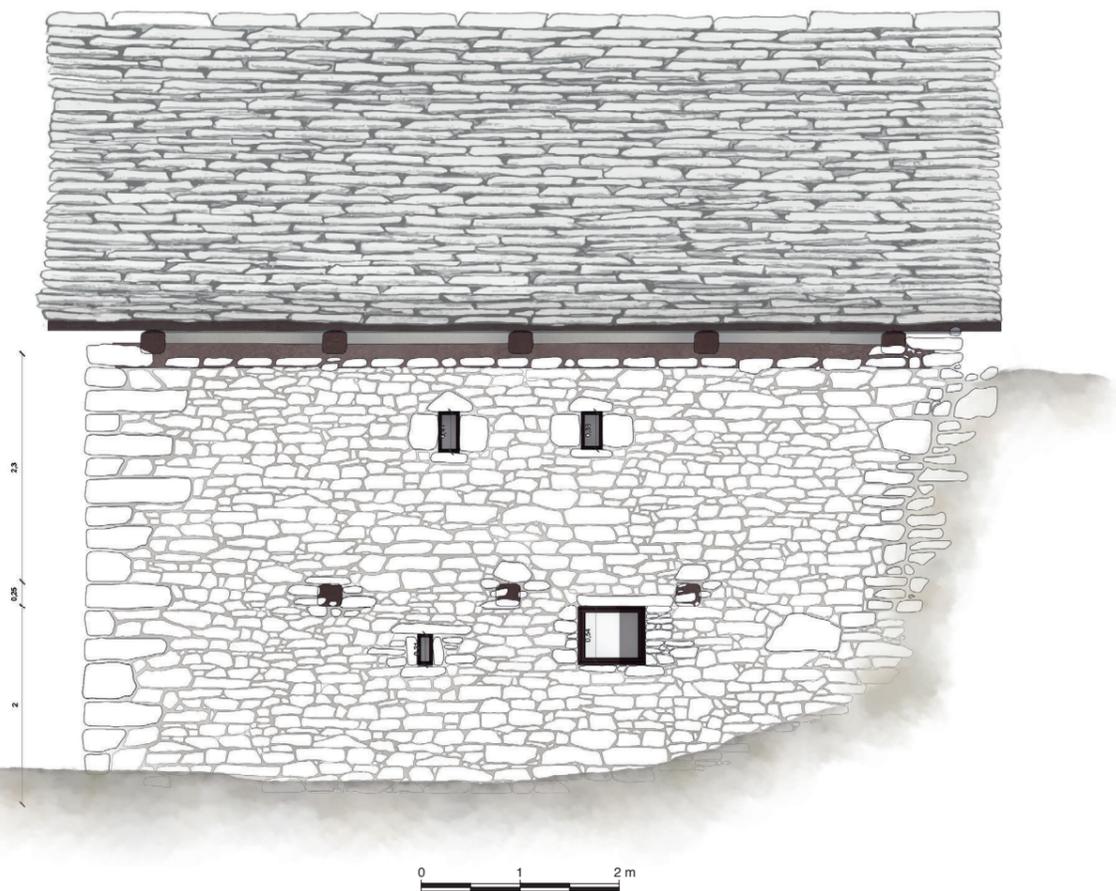
Pianta piano primo (originale 1:50, qui fuoriscalda)



Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



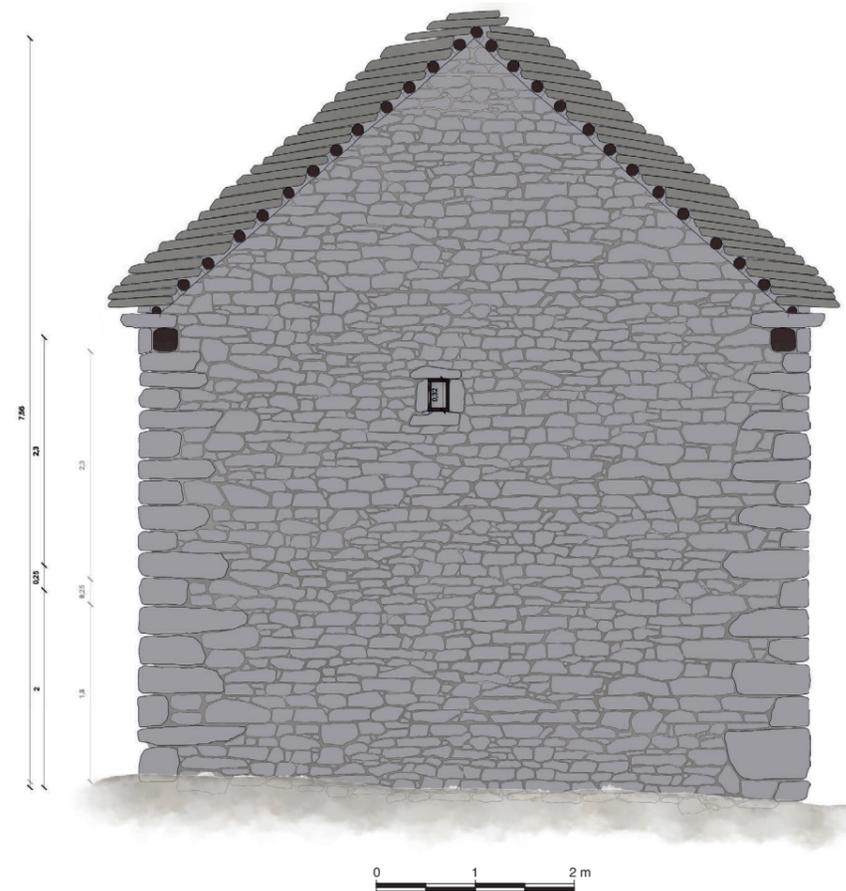
Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

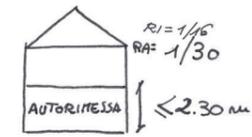
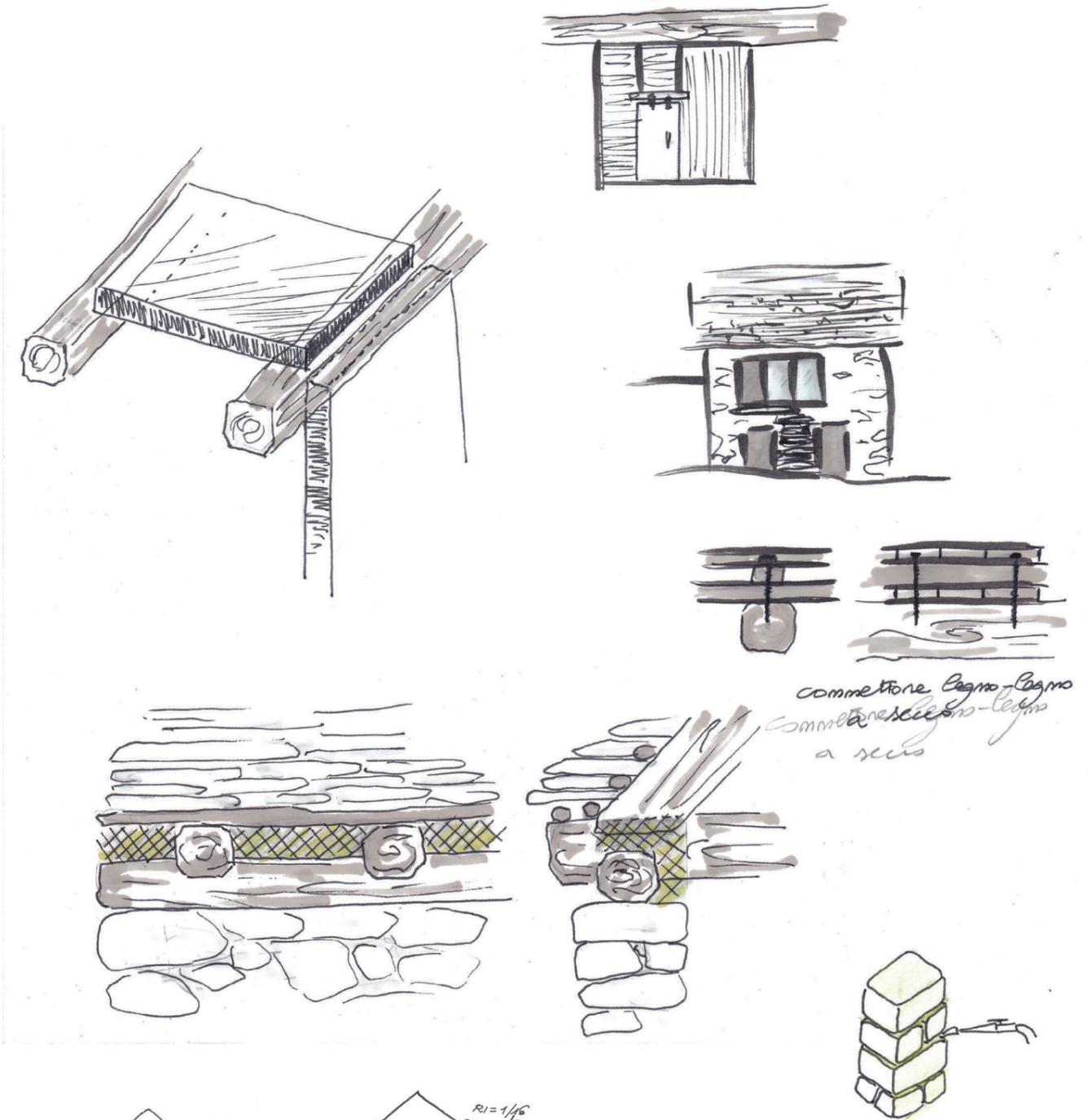


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



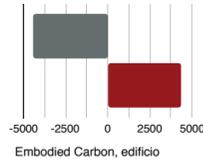
Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)



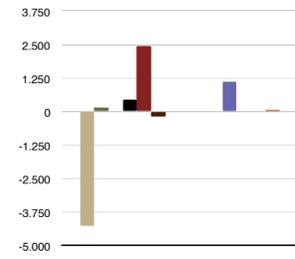


EDIFICIO 4	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-4247,93	70862,50
Acciaio	167,18	2677,12
Argilla	1,75	194,85
Bentonite	469,58	5434,99
Calce	2458,10	28531,66
Canna palustre	-183,82	586,67
Canniccio	-10,63	55,45
Compensato	-13,21	590,54
Corda in poliestere	9,57	300,88
Feltro in canapa	0,53	9,92
Impermeabilizzante in alluminio	1105,26	20371,56
Ottone	24,86	406,85
Sabbia	29,43	572,32
Vetro semidoppio	68,87	870,65

GWP	-4455,59	4335,13
-----	----------	---------



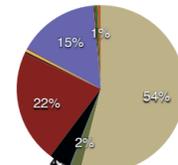
- Abete
- Acciaio
- Argilla
- Bentonite
- Calce
- Canna palustre
- Canniccio
- Compensato
- Feltro in canapa
- Sabbia
- Vetro semidoppio
- Impermeabilizzante in alluminio
- Impermeabilizzante in alluminio
- Ottone
- Argilla
- Canna palustre
- Corda in poliestere



Riciclo
Arundo donax e rami
Terra di scavo (Cob)

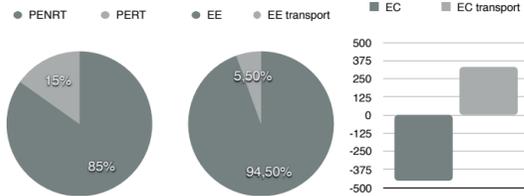
Costo [€]
15738,17

Embodied Carbon, materiali



Embodied Energy, materiali

PENRT	PERT
1269,05	226,62
EE	EE transport
124229,77	7236,17
EC	EC transport
-451,38	330,92



Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 3,73 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 3,60 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 kN/m^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,057 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,077 < 1$$

Verifica a flessione del solaio:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W_n} = 7,5 kN/mm^2 \quad \sigma_{md} < f_{md}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 26,21 cm \quad e < \frac{n}{6}$$

$$e = 1,29 cm$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \left(-1 \pm \frac{6e}{n}\right) = -0,17 N/mm^2; -0,13 N/mm^2$$

Verifica a compressione delle fondazioni:

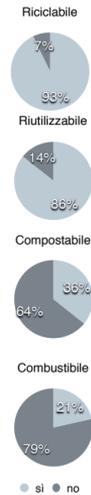
$$t \approx 170 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 1$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A} \left(-1 \pm \frac{6e}{l_a}\right) = -1,4 N/mm^2; -0,54 N/mm^2$$

$$\sigma_t < 1 \quad \sigma_{t,max} < \sigma_{t,am}$$

EDIFICIO 4 riciclabile riutilizzabile compostabile combustibile

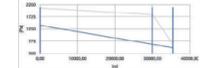
Material	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canna palustre	✓	✓	✓	✓
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Compensato	✓	✓	x	x
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
Feltro in canapa	✓	✓	x	x
Impermeabilizzante in alluminio	x	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



STRATIGRAFIA

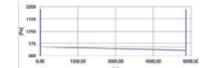
COPERTURA

- 70mm beole
- 100mm correnti
- 30mm cunei
- 250mm puntone
- 250mm catena
- 24mm impermeabilizzante in alluminio
- 250mm radice/dormiente
- terrapaglia tra puntone e dormienti



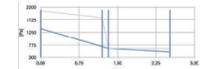
MURATURA P1°

- 680mm serizzo Antigorio
- iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
- 30mm intonacatura a calce (pastellone)



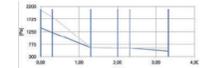
SOLAIO

- 30mm pavimento in legno con incastro
- 50mm listelli in legno
- 10mm feltro in canapa
- 50mm canna palustre tra i listelli
- 30mm tavolato
- 250mm trave (con viti per irrigidimento a secco del solaio)



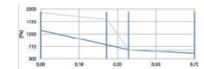
MURATURA PT

- 680mm serizzo Antigorio
- iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)



SOLAIO A TERRA

- 30mm pastellone
- 20mm allettamento sabbia
- 70mm bentonite



PARETE INTERNA (wattle und daub)

- 100mm segato in abete
- cob e canna comune (o rami)

Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalca)

EDIFICIO 4 COPERTURA										MATERIALI				PREZZARIO INDICATIVO			
spessore [m]	volume [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]			
0,000005	0,000005	50	7900	0,00025600	0,04045	2,022	-	-	-	564	1,30	65,00	1,30	65,00			
-	0,000002	100	7900	0,00020000	0,01580	1,580	-	-	-	146	0,90	90,00	0,90	90,00			
0,024	0,000001	640	7900	0,0004096	0,00051	0,324	-	-	-	146	3,90	2,50	3,90	2,50			
0,005	0,000255	10	7900	1,01	12,7 kg a rotolo	33,338	-	-	-	892	18,00	864,00	18,00	864,00			
0,005	0,00009	20	7900	0,00250000	2,01450	20,145	-	-	-	22	5,50	110,80	5,50	110,80			
0,005	0,00009	20	7900	0,00180000	0,71100	14,220	-	-	-	22	5,50	78,21	5,50	78,21			

PARETI PERIMETRALI PT*

spessore [m]	volume [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]
0,03	0,55	25%parete	1100	4,95767	==Considero 1/3 scqu	597,200	-	-	-	213	11,33	1688,71	11,33	1688,71
0,25	-	-	800	0,98267	==Considero 1/3 scqu	1080,933	-	-	-	213	12,50	675,58	12,50	675,58
0,25	-	-	800	0,23750	==Considero 1/3 scqu	190,000	-	-	-	210	65,00	308,75	65,00	308,75

cost [€]
1210,50

SOLAIO

spessore [m]	volume [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]
0,030	0,010	0,003	100	0,02430	-	2,430	-	-	-	0	0,70	1,70	0,70	1,70
0,05	0,014	9	475	0,12150	6,41250	57,713	-	-	-	859	425,00	51,64	425,00	51,64
0,030	-	-	600	1,30800	-	784,800	-	-	-	430	425,00	555,90	425,00	555,90
0,030	-	-	600	1,30800	-	784,800	-	-	-	430	425,00	555,90	425,00	555,90
0,25	0,37500	4	525	1,50000	196,87500	787,500	-	-	-	430	658,53	987,80	658,53	987,80
-	0,000005	207	8400	0,00106	0,04501	8,903	-	-	-	564	67,93	562,46	67,93	562,46

- sovrapprezzo lavorazione legno

cost [€]
2683,04

PARETI PERIMETRALI PT

spessore [m]	volume [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]
0,35	-	25%parete	1200	4,73000	==Considero 1/3 scqu	5676,000	-	-	-	213	11,33	1607,73	11,33	1607,73

cost [€]
2894,03

SOLAIO A TERRA

spessore [m]	volume [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [c]
0,07	-	-	900	0,07200	-	148,800	-	-	-	204	2,46	132,07	2,46	132,07
0,03	-	-	1450	1,30800	-	1896,600	-	-	-	213	7,88	298,90	7,88	298,90

cost [€]
1607,73

cost [€]
432,77

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB

	spessore [m]	volume unitari [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]	
canna comune (arundo donax) e rami cob*	0,06	-	-	190	-	-	-	privato	Cravegna	-	0	-	-	
segato in abete viti per il legno (ottone)	0,1	-	-	475	0,65840	-	312,74	privato	Cravegna	-	430	€/mc	279,82	
- sovrapprezzo lavorazione legno	-	0,000002	16	8400	0,0000026	0,00134	0,022	-	-	204	€/10 pz	3,00	4,80	
*scarti di paglia e terra di scavo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,33	€/h	178,64

cost [€]

463,26

MANODOPERA

manutenzione copertura e montaggio
posa in opera: elementi di base
posa in opera: travi e telaio
posa in opera: solaio a terra
trasporto tavole
trasporto travi a uso trieste

	prezzo unitario [€]	prezzo totale [€]
€/h	24,76	24,76
€/mq	30,72	245,76
€/h	30,72	245,76
€/mq	142,74	311,73
€/mc	210,55	819,99
€/mc	158,01	237,02

cost [€]

4906,02

INFRESSI e altro	densità [kg/m³]	volume unitari [m³]	quantità [-]	sqm tot [m²]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [€]	prezzo totale [€]
batiscopa	130	0,93	-	-	0,6700	-	31,925	-	-	-	7,00	€/2,4m	65,14
caselluccio (stucola 130 kg/mc)	8400	0,000002	20	9,4	0,18800	-	24,440	-	-	-	586	€/mq	87,98
Compenso 4mm	375	-	-	-	0,0000048	0,00202	0,440	-	-	-	204	€/10 pz	6,00
Compenso 2cm	375	-	-	-	0,01984	-	7,440	-	-	-	233	€/mq	67,16
Concili in poliestere per scuretti	8400	-	-	-	0,02260	-	8,475	-	-	-	233	€/mq	45,09
In legno	8400	-	-	-	0,0003975	-	3,339	-	-	-	123	€/m	15,90
conici, telai fissi e mobili, porte	475	-	-	-	0,6975	-	331,313	-	-	-	430	€/mc	296,44
legname per arredo	475	-	-	-	0,41707	-	198,108	-	-	-	430	€/mc	177,25
occhiali in acciaio per scuretti cambolo	7900	0,000002	8	0,000019	-	0,00202	0,016	-	-	-	204	€/10 pz	2,40
serratura	7900	0,000002	3	0,000007	-	0,00202	0,006	-	-	-	221	€/pz	261,90
vetro normale ex semidoppio	26	-	-	-	0,0874	-	2,272	-	-	-	114	€/mq	92,12
viti per arredo (ottone)	8400	0,000002	816	8400	0,00013	0,00134	1,097	-	-	-	146	€/10 pz	244,80

- sovrapprezzo lavorazione legno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,33	€/h	178,64
----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-----	--------

cost [€]

1540,82

total cost [€]

15738,17

EMBODIED ENERGY

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	quantità [-]	volume unitari [m³]	densità [kg/m³]	sqm tot [m²]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	EE tot per sqm [MJ/mq]
59,100	10,700	141,164	1,496511	1102,840	-	0,06700	190	11,691	0,6700	-	31,925	184,441	19,69
59,100	10,700	110,284	0,302652	1102,840	20	0,0000048	1700	3,027	0,18800	-	24,440	184,441	6017,894
59,100	10,700	22,586	0,061983	1102,840	-	0,0000000	475	0,029	0,0000000	0,00202	0,440	184,441	19,69
59,100	10,700	20332,541	39,015010	484,108	8	0,0000019	7900	0,456	0,0000019	0,00202	0,016	184,441	19,69
59,100	10,700	1406,121	0,581465	1102,840	3	0,0000007	7900	0,456	0,0000007	0,00202	0,006	184,441	19,69
59,100	10,700	992,556	0,410446	1102,840	-	0,000013	8400	0,456	0,000013	0,00134	1,097	184,441	19,69
611,10	68,80	23005,25	41,87	5998,31	19,69	-	-	19,69	-	-	-	-	19,69
PE tot [MJ/kg]	679,700	EE tot [MJ]	23047,120	EE tot per sqm [MJ/mq]	6017,894	-	-	-	-	-	-	-	-

PE tot [MJ/kg]	679,700	EE tot [MJ]	23047,120	EE tot per sqm [MJ/mq]	6017,894	-	-	-	-	-	-	-	-
PE tot [MJ/kg]	679,700	EE tot [MJ]	23047,120	EE tot per sqm [MJ/mq]	6017,894	-	-	-	-	-	-	-	-

EMBODIED CARBON // Global Warming Potential

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]	quantità [-]	volume unitari [m³]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]
59,100	10,700	141,164	1,496511	1102,840	-	0,06700	68,888000	0,000684380	68,888000
59,100	10,700	110,284	0,302652	1102,840	20	0,0000048	68,888000	0,013840800	68,888000
59,100	10,700	22,586	0,061983	1102,840	-	0,0000000	68,888000	0,0028346	68,888000
59,100	10,700	20332,541	39,015010	484,108	8	0,0000019	68,888000	0,0017842230	68,888000
59,100	10,700	1406,121	0,581465	1102,840	3	0,0000007	68,888000	0,0265914	68,888000
59,100	10,700	992,556	0,410446	1102,840	-	0,000013	68,888000	0,0187704	68,888000
611,10	68,80	23005,25	41,87	5998,31	19,69	-	370,71	0,90	370,71
PE tot [MJ/kg]	679,700	GWP tot [kg CO ₂ eq]	1272,335	GWP tot per sqm [kg CO ₂ eq/mq]	371,608807	-	-	-	-

EDIFICIO 4 COPERTURA

barre filettate	0,53467200000	0,53467200000
acciaio	0,13840800000	0,13840800000
graffe per imp. di terra da somm (stainless)	0,13840800000	0,13840800000
impermeabilizzante in alluminio	0,04248150000	0,04248150000
staffe puntoni	0,02085600000	0,02085600000
staffe puntone-castena	0,02085600000	0,02085600000
EDIFICIO 4 COPERTURA	370,71	0,90
PARETI PERIMETRALI P1*	1098,47	108,74
iniezioni di calce NHL 5	102,3000000	8,43480000000
int calce idraulica NHL 5	5,1150000	0,42174000000
terrapaglia tra dorm e punt (ergilla e paglia)*	-0,676000	2,52000000000
*aggregati inclusi	1098,47	108,74
EDIFICIO 4 COPERTURA	1189,321	118,115540

SOLAIO

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]	quantità [-]	volume unitari [m³]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]
0,000	1,500	58,6673	0,000000	44,250	0,000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
2,510	0,444	7,1718	2,738629	2,954	1,121	0,001252422	0,1252422	0,1252422	0,1252422
3,590	17,900	1240,242	32,559084	510,388	13,399	0,0014889825	69,255	-28,5000000	0,61275000000
3,590	17,900	16865,352	442,752768	366,820	10,155	0,0202478400	-941,760	-21,6000000	0,46440000000
3,590	17,900	16865,352	442,752768	366,820	10,155	0,0202478400	-941,760	-21,6000000	0,46440000000
2,080	17,300	15261,750	444,276000	2543,625	74,046	0,0203175000	-1330,875	-221,812500	3,38625000000
33,900	5,860	353,970	6,587681	667,968	12,431	0,0003012659	21,772	40,9920000	0,56851200000
42,080	43,004	51180,52	1371,87	4812,82	121,31	-	-3445,34	62,73	-256,82
PE tot [MJ/kg]	85,084	EE tot [MJ]	52562,183	EE tot per sqm [MJ/mq]	4634,138	-	-	-	-

GWP tot [kg CO2 eq] -3382,615

GWP tot per sqm [kg CO2 eq/mq] -251,269648

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]	quantità [-] <td>volume unitari [m³]</td> <td>GWP tot [kg CO₂ eq]</td> <td>GWP transport [kg CO₂ eq]</td> <td>GWP per sqm [kg CO₂ eq/mq]</td>	volume unitari [m³]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]
1,360	0,308	9467,568	1586,192256	1100,880	1100,880	0,0725392800	879,780	72,5392800	102,3000000
1,360	0,308	9467,568	1586,192256	1100,880	1100,880	0,0725392800	879,780	72,5392800	102,3000000
PE tot [MJ/kg]	1,668	EE tot [MJ]	11053,760	EE tot per sqm [MJ/mq]	1285,321	-	-	-	-

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]	quantità [-] <td>volume unitari [m³]</td> <td>GWP tot [kg CO₂ eq]</td> <td>GWP transport [kg CO₂ eq]</td> <td>GWP per sqm [kg CO₂ eq/mq]</td>	volume unitari [m³]	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP transport [kg CO ₂ eq]	GWP per sqm [kg CO ₂ eq/mq]
1,360	0,308	8005,08	1696,79	183,60	183,60	0,0242385480	739,67	77,55	16,96
1,360	0,308	8005,08	1696,79	183,60	183,60	0,0242385480	739,67	77,55	16,96
PE tot [MJ/kg]	1,775	EE tot [MJ]	9700,854	EE tot per sqm [MJ/mq]	222,497	-	-	-	-

SOLAIO A TERRA

allattamento di sabbia bentonite	0,78825000000	0,78825000000
pavimentazione (Cocclopiesto)	0,53593000000	0,53593000000
SOLAIO A TERRA	16,96	1,78
PARETI PERIMETRALI FT	879,78	102,30
iniezioni di calce NHL 5	102,3000000	8,43480000000
PARETI PERIMETRALI FT	879,78	102,30
iniezioni di calce NHL 5	102,3000000	8,43480000000
SOLAIO A TERRA	16,96	1,78

GWP tot [kg CO2 eq] 18,743586

GWP tot per sqm [kg CO2 eq/mq] 18,743586

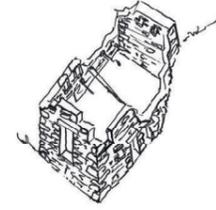
PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]	
3.590	17.900	6720,783	176,435398	1020,775	26,798	-1,200	0,0080686920	-375,288	8,0686920	-57,000000	1,225500000000	
33.900	5.860	0,833	0,005756	667,968	71,944	2,440	0,0000002632	0,032	0,0002632	40,992000	0,209632000000	
37,48	28,78	6721,64	178,44	1688,74	98,74	-	-	-375,24	8,07	-16,01	1,43	
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE tot per sqm [MJ/mq]		EE tot per sqm [MJ/mq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]	
61,250		6998,079	1787,484		1787,484		-367,167		-367,167		-14,576868	

*scarti di paglia e terra di scavo

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB
canna comune (arundo donax) e rami
cob*
segato in abete
viti per il legno (ottone)

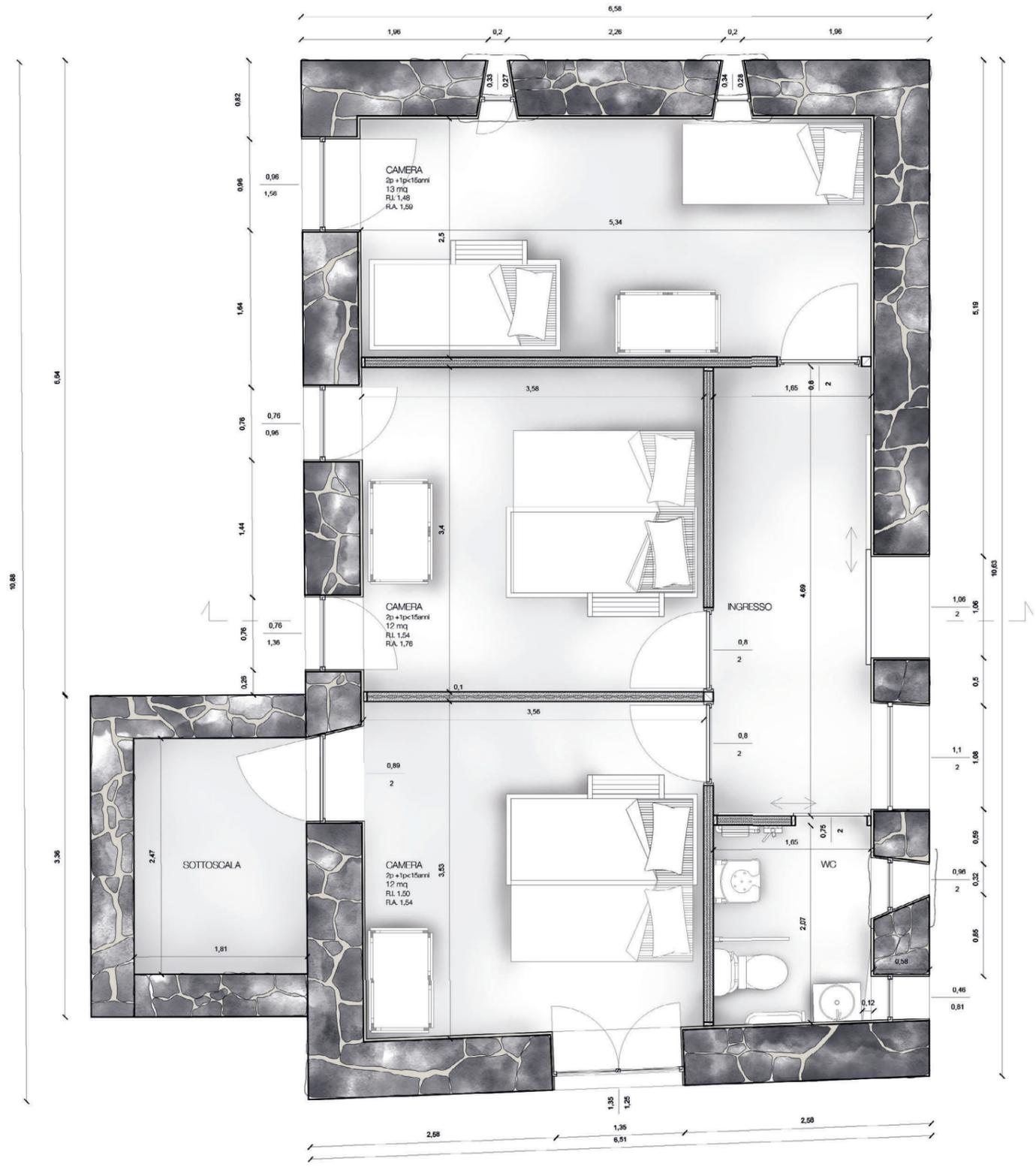
PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]	
3.590	17.900	683,919	10,396846	249,61	3,794	-1,200	0,0004754655	-38,190	0,4754655	-6,840000	0,085158000000	
0.000	1.500	36,660	18,790254	3,90	1,999	-0,470	0,0008593104	-11,487	0,8593104	-1,222	0,091416000000	
33.900	5.860	1,603	0,010792	667,97	89,930	2,440	0,0000004935	0,098	0,0004935	40,992000	0,205632000000	
12.500	24.300	273,792	2,274378	55,20	42988,500	-0,844	0,0001040112	-6,279	0,1040112	-1,266	0,020970000000	
12.500	24.300	311,880	2,590774	276,00	42988,500	-0,844	0,0001184805	-7,153	0,1184805	-6,330	0,104850000000	
88,1	1,85	300,343	0,538834	18,89	0,034	2,86	0,0000246418	9,550	0,0246418	0,600600	0,001549800000	
3.590	17.900	7119,906	186,913260	1335,82	127288,600	-1,200	0,0085478625	-397,575	8,5478625	-74,591932	1,60372654784	
3.590	17.900	4257,346	111,764750	1106,95	29,060	-1,200	0,0051111929	-237,730	5,111929	-61,812	1,32896329953	
59.100	10.700	1,126	0,004317	1172,64	35,972	4,360	0,000001974	0,070	0,0001974	73,248000	0,205632000000	
59.100	10.700	0,422	0,001754	1172,64	4,871	4,360	0,000000802	0,026	0,0000802	73,248000	0,222768000000	
373	9,99	870,306	0,339878	99,58	0,039	30,300	0,0000155432	68,854	0,0155432	7,878	0,001778400000	
33.900	5.860	43,605	0,210076	667,97	2625,948	2,440	0,0000096071	2,676	0,0096071	40,992000	0,147168000000	
573,78	90,00	13900,91	333,84	9827,16	216057,28	-	-	-617,14	15,27	84,90	4,02	
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE tot per sqm [MJ/mq]		EE tot per sqm [MJ/mq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]	
663,780		14234,745	222884,407		222884,407		-601,873		-601,873		88,916033	

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
1269,05	226,62	12429,77	7236,17	21617,44	216768,99	-1,200	0,0000000000	-451,38	330,92	408,79	33,48
EC tot building [kg CO2 eq]		EE tot building [MJ/sqm]		EE tot building [MJ/sqm]		EC tot building [kg CO2 eq]		EC tot building [kg CO2 eq]		EC tot building [kg CO2 eq]	
-120,459		131466,942		238966,431		-120,459		-120,459		442,272	

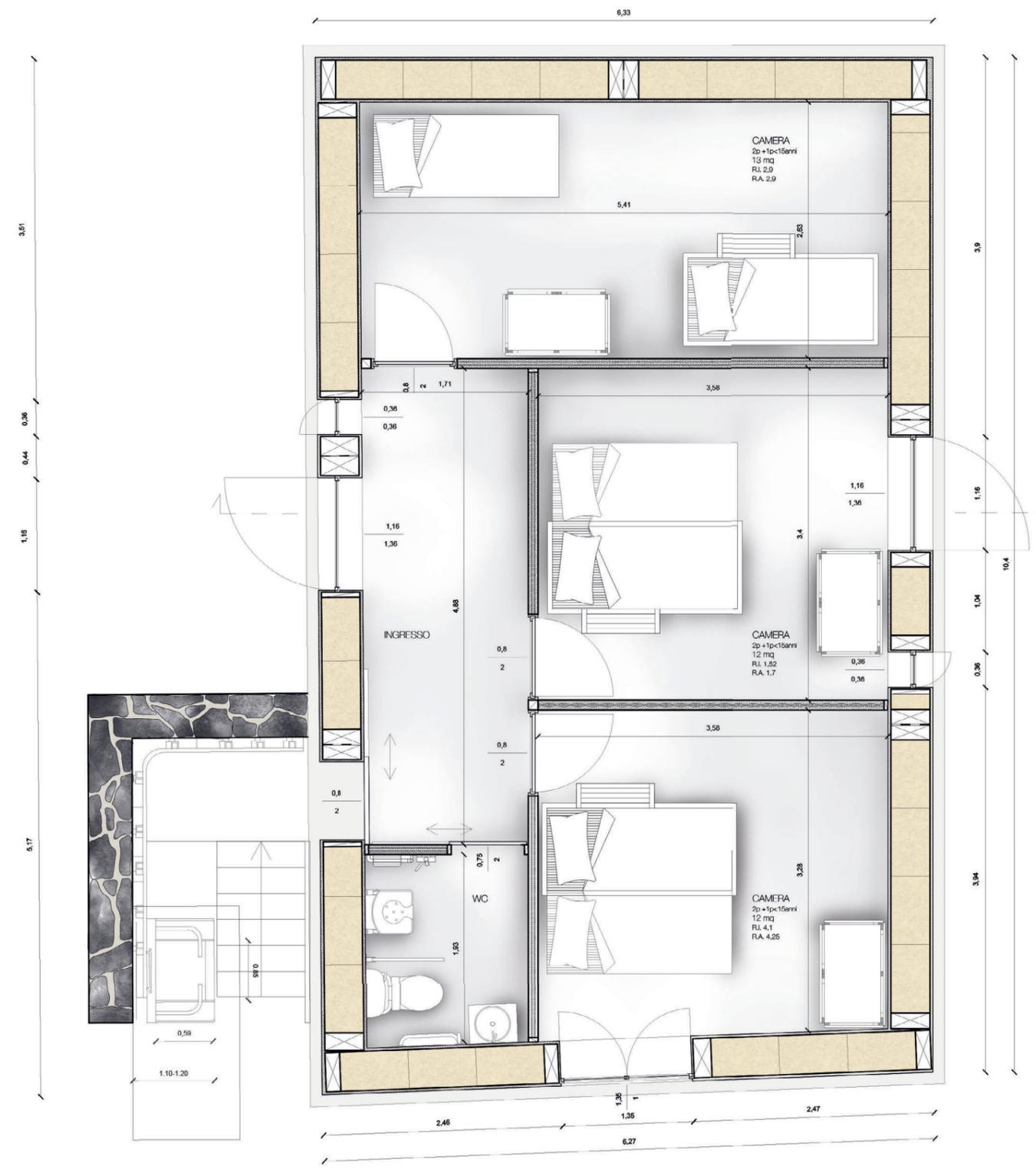


Edificio 5.

Pianta piano terra (originale 1:50, qui fuoriscalda)



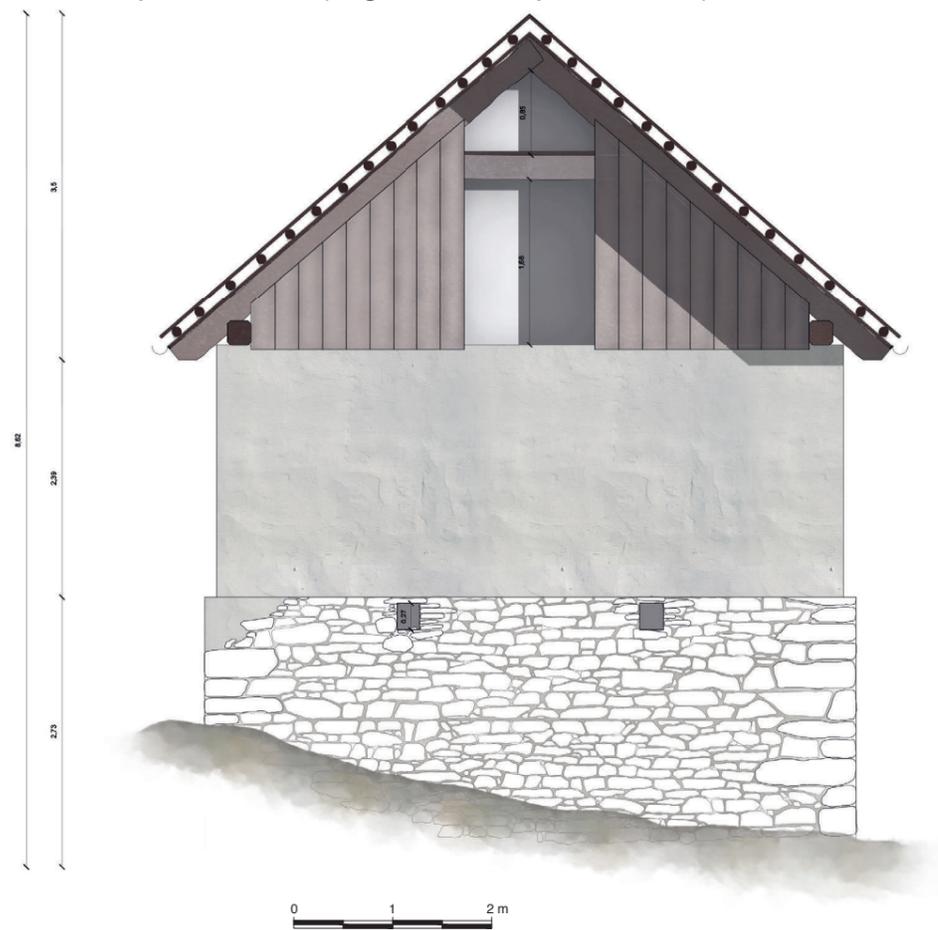
Pianta piano primo (originale 1:50, qui fuoriscalda)



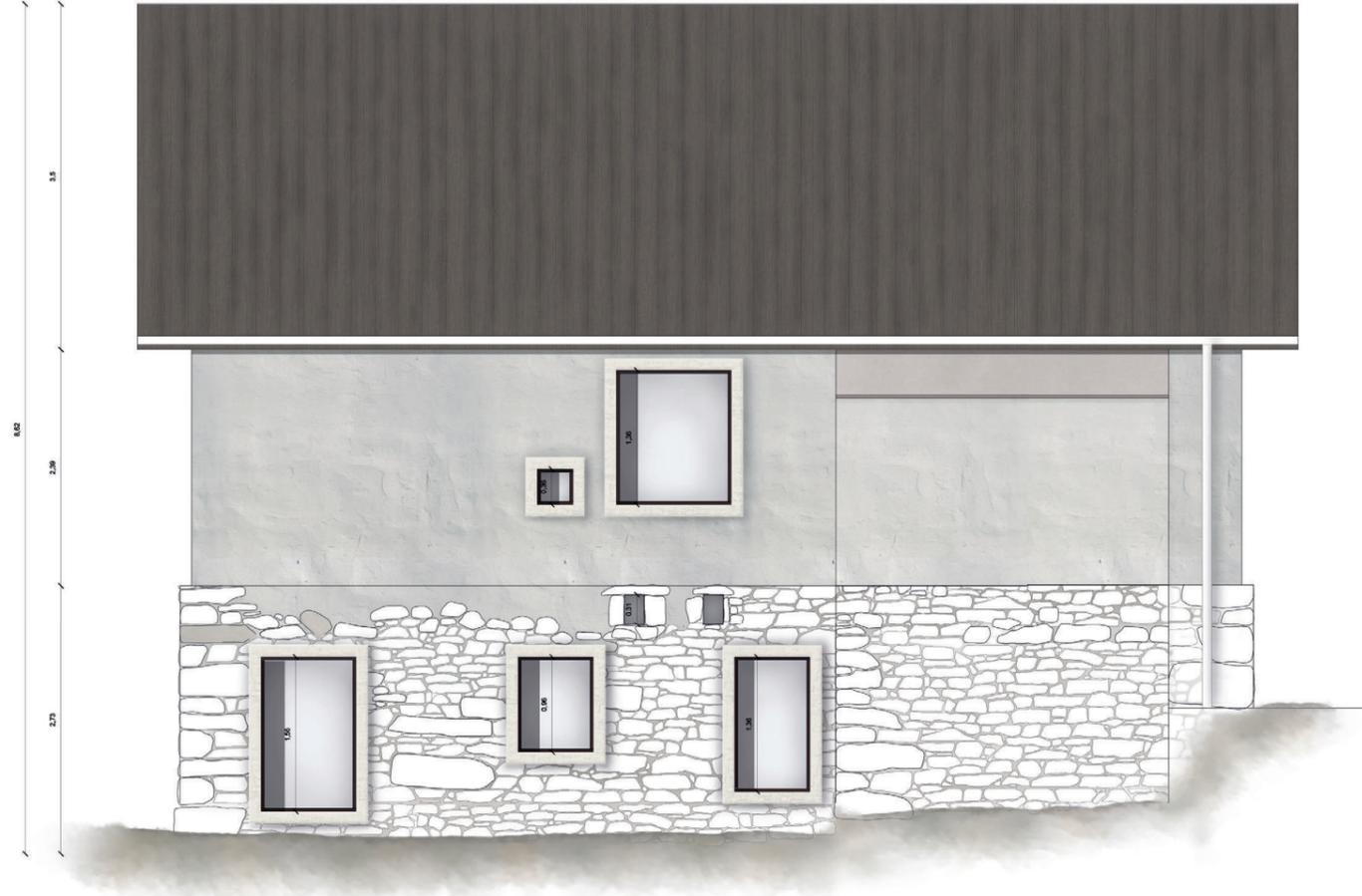
Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalala)



Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalala)

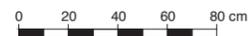
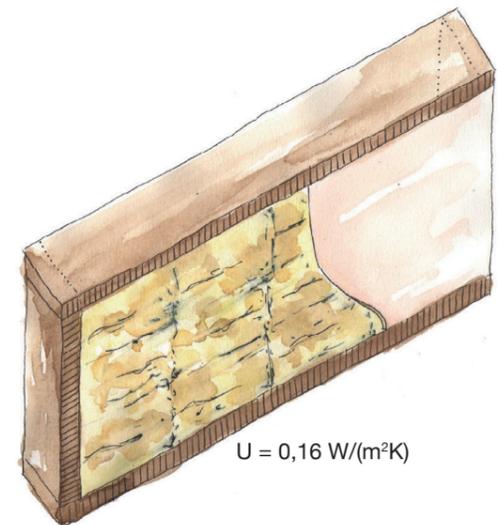
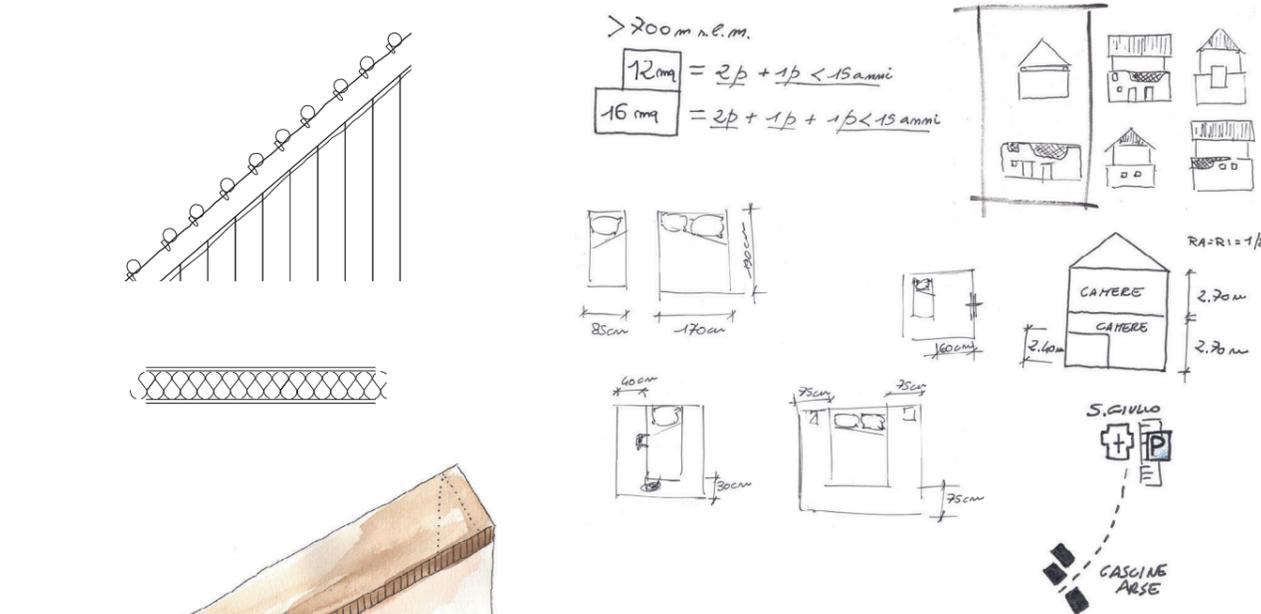
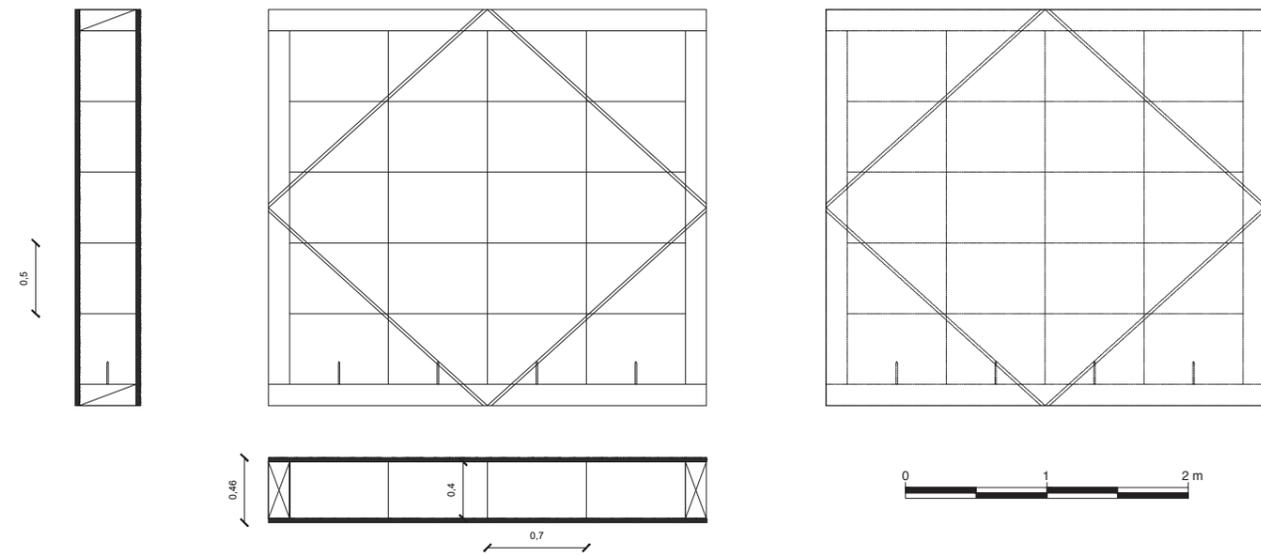


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalala)



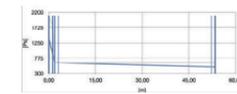
Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalala)



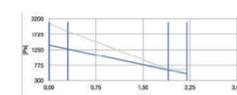


STRATIGRAFIA

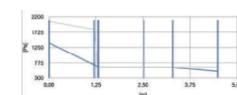
COPERTURA
 $U = 0,231 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 30mm assito in legno
 10mm correnti
 24mm guaina impermeabilizzante all'acqua
 30mm tavolato
 160mm cellulosa
 30mm tavolato
 250mm puntone
 250mm catena
 250mm radice/dormiente



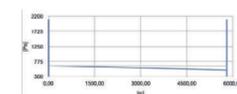
MODULO PAGLIA P1°
 $U = 0,168 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 30mm intonacatura a calce
 400mm segato in abete
 400mm balle in paglia
 30mm intonacatura in terracuda



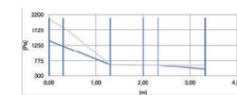
SOLAIO
 $U = 0,158 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 30mm pavimento in legno con incastro
 50mm listelli in legno
 10mm feltro in canapa
 50mm canna palustre tra i listelli
 30mm tavolato
 250mm trave
 250mm cellulosa
 30mm tavolato



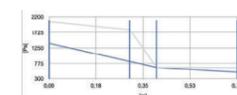
MURATURA PT
 $U = 0,207 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 [raggiungibile con termointonaco $\lambda=0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$]
 30mm intonacatura a calce
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
 30mm intonacatura in terracuda



SOLAIO A TERRA
 $U = 0,281 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 [raggiungibile con 16 cm di argilla espansa]
 30mm pastellone
 20mm allettamento sabbia
 70mm bentonite
 200mm vespaio in pietrisco

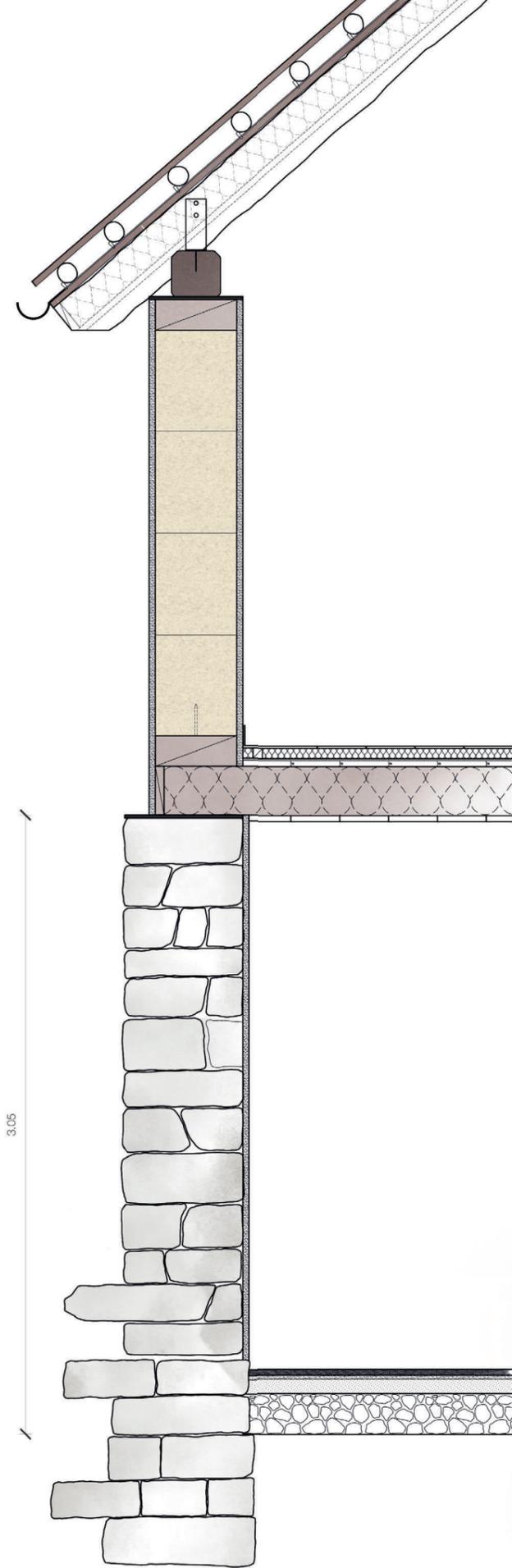


PARETE INTERNA (wattle and daub)
 $U = 0,723 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 100mm segato in abete
 cob e canna comune (o rami)



Decreto 26 giugno 2015
 Requisiti minimi.
 si applica a nuove costruzioni o ristrutturazioni importanti.
 zona E [rif. 2021]:
 - opache verticali $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - copertura $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - controterra $0,29 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - finestre $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - strutture di separazione $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

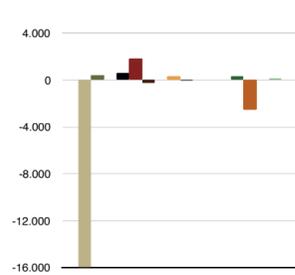
Per gli infissi di grosse dimensioni si utilizzerà un doppio vetro a bassa emissione 4-12-4 (argon) per raggiungere $U=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalda)

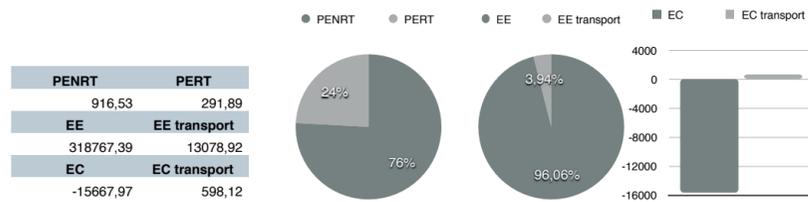
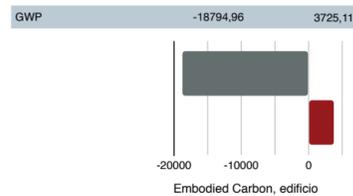
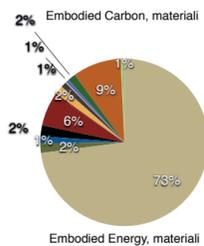
EDIFICIO 5	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-15966,46	242144,39
Acciaio	392,05	6279,01
Argilla	39,36	4378,09
Bentonite	604,67	6998,53
Calce	1824,02	21171,77
Canna palustre	-215,45	687,59
Canniccio	-15,90	82,94
Cellulosa	309,23	5599,26
Compensato	-79,26	3543,22
Corda in poliestere	16,87	530,23
EPDM membrana	60,35	1982,09
Feltro in canapa	0,71	13,22
Ottone	308,50	5035,63
Paglia	-2517,90	31022,54
Sabbia	34,82	677,33
Vetro semidoppio	134,51	1700,45

- Abete
- Bentonite
- Canniccio
- Corda in poliestere
- Ottone
- Vetro semidoppio
- Acciaio
- Calce
- Cellulosa
- EPDM membrana
- Paglia
- Argilla
- Canna palustre
- Compensato
- Feltro in canapa
- Sabbia



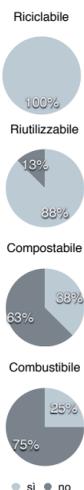
Riciclo
Arundo donax e rami
Pietrisco
Terra di scavo (Cob)

Costo [€]
36732,81



EDIFICIO 5 riciclabile riutilizzabile compostabile combustibile

	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canna palustre	✓	✓	✓	✓
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Cellulosa	✓	✓	x	x
Compensato	✓	✓	x	x
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
EPDM membrana	✓ (EPDM)	✓	x	x
Feltro in canapa	✓	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Paglia	✓	✓	✓	✓
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



spinte orizzontali del vento: parete verificata a pressoflessione e a taglio

verifica cinematico
a lim. 0,00 > a* 0,00
0,633 > 0,5
a lim. 4,225 > a* 4,225
0,695 > 0,5
a lim. 6,95 > a* 6,95
1,143 > 0,32
a lim. 8,45 > a* 8,45
1,39 > 0,32

Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 1,17 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,94 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 kN/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,019 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,017 < 1$$

Verifica a flessione del solaio:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W_n} = 8,32 kN/mm^2 \quad \sigma_{md} < f_{md}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 25,84 cm \quad e < \frac{n}{6}$$

$$e = 0,16 cm$$

$$\sigma = \frac{N}{A} (-1 \pm \frac{6e}{n}) = -0,12 N/mm^2; -0,12 N/mm^2$$

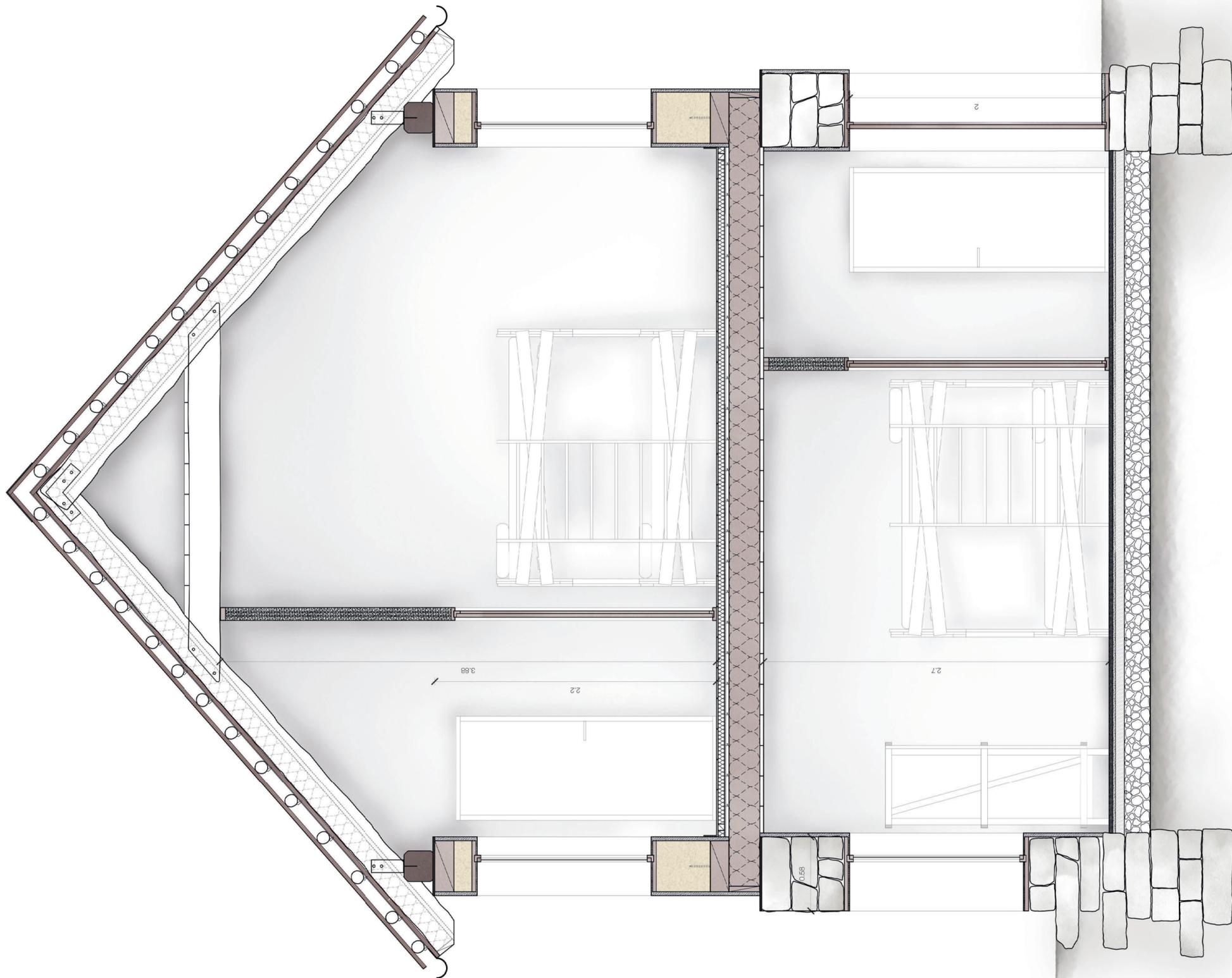
Verifica a compressione delle fondazioni:

$$t \approx 70 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 1$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A} (-1 \pm \frac{6e}{l_a}) = -0,99 N/mm^2; -1,12 N/mm^2$$

$$\sigma_t < 1 \quad \sigma_{max} < \sigma_{t,am}$$

Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalata)



EDIFICIO 5

COPERTURA

spessore [m]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	densità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.03	0.000005	120	7900	0.00094800	0.04045	24954				146	42.00 €/mc	1038.00
-	0.000002	240	7900	0.00094800	0.01580	3792				146	0.90 €/pz	156.00
0.25	0.36250	10	525	3.62500	190.31250	1903.125				430	688.53 €/mc	2387.17
0.25	0.037500	28	475	0.66600	315.875	3158.75				430	50.00 €/mc	1750.00
0.25	0.59375	2	525	1.18750	11.78125	623.438				430	658.53 €/mc	782.00
0.002	0.28765	-	1200	0.19800	-	22.800				948	29.00 €/20mq	9.18
0.25	0.000002	260	245	0.15700	150.9350	30187.5				430	688.53 €/mc	378.05
0.005	0.000255	20	7900	0.00510000	2.01450	40290				22	5.50 €/kg *	221.60
-	0.0000002	100	8400	0.00084000	0.00134	28.440				146	5.00 €/10 pz	30.00

MATERIALI

PREZZARIO INDICATIVO												
cost [€] 6563,92												

PARETI PERIMETRALI PV // modulo paglia

spessore [m]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	densità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.02	-	72	920	0.31800	-	292.560				204	0.75 €/kg	238.92
0.03	-	-	1700	1.21133	=Considero 1/3 acqua	2059.267				210	65.00 €/20kg	3346.31
0.03	-	-	1100	1.34900	=Considero 1/3 acqua	8477.900				213	12.50 €/20kg	723.31
0.13	-	-	475	3.19350	-	1516.913				430	425.00 €/mc	1357.24
0.4	0.0000002	80	8400	0.00084000	0.00134	0.108				146	3.00 €/10 pz	24.00
-	0.1340	132	109	18.48000	15.26000	2014.320				249	425.00 €/mc	82.22
-	0.0000015	35	475	0.0069375	0.00713	0.449				-	22.33 €/h	1428.12

SOLAIO

spessore [m]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	densità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.24	0.050	-	190	2.41	-	458.394				390	80.00 €/mc	980.72
0.00	0.003	10.00	470	0.12600	-	594.432				0	0.70 €/mq	88.38
0.05	0.014	70	470	1.33000	6.41250	64.125				430	425.00 €/mc	57.38
0.030	-	-	600	1.54800	-	928.800				430	425.00 €/mc	657.90
0.030	-	-	600	1.54800	-	928.800				430	425.00 €/mc	657.90
0.030	0.0000002	10	8400	0.00084000	0.00134	0.108				430	688.53 €/mc	2387.17
0.30	0.36250	10	525	3.62500	190.31250	1903.125				146	3.00 €/10 pz	15.00
-	0.0000002	50	8400	0.00084000	-	0.087				-	22.33 €/h	178.64

PARETI PERIMETRALI PV

spessore [m]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	densità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.55	-	25%pariete	1200	5.95800	=Considero 1/3 acqua	7149.600				213	11.33 €/20kg	2025.12
0.03	0.383	-	1700	1.29933	=Considero 1/3 acqua	2208.876				210	65.00 €/20kg	359.105

SOLAIO A TERRA

spessore [m]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	densità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.02	-	-	1700	1.02000	-	1754.400				213	2.98 €/33kg	158.43
0.03	-	-	1450	1.54800	-	2244.600				213	7.88 €/25kg	333.75

cost [€] 5616,17												
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

cost [€] 6604,87												
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

cost [€] 512,18												
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB pt e pt													
	spessore [m]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	densità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
canna comune (arundo donax) e rami	0,06	-	-	190	-	-	-	-	Cravegna	-	0	-	-
coob*	0,1	-	-	1700	0,24620	-	116,945	-	privato	-	0	-	-
seguito in abete	-	-	-	475	-	-	-	-	Cravegna	-	430	425,00 €/mc	104,64
viti per il legno (ottone)	-	-	68	8400	0,0000109	0,00134	0,091	-	-	-	204	3,00 €/10 pz	20,40
- sovrapprezzo lavorazione legno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,33 €/h	178,64

*scarti di paglia e terra di scavo

cost [€]
303,68

MANOPERA

manutenzione copertura e montaggio
posa in opera: iniezioni di calce
posa in opera: travatura solaio
trasporto tavole
trasporto travi a uso triteste

	denità [kg/m ³]	volume unitario [m ³]	quantità [-]	denità [kg/m ³]	volume tot [m ³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
battiscopa	130	0,03	-	0,07900	37,526	-	36,556	-	-	-	249	7,00 €/2,4m	76,81
carnicello (etiuola 130 kg/mc)	8400	0,0000002	38	14,06	0,28120	0,00202	0,077	-	-	-	586	9,36 €/m ²	131,60
compensato 4mm	375	-	0,11904	0,0000091	0,077	-	0,077	-	-	-	204	11,40 €/10 pz	11,40
Compensato 2cm	375	-	0,13560	0,0000053	0,077	-	44,640	-	-	-	233	13,54 €/mq	402,95
corda in poliestere per scuretati in canni	8400	-	-	0,007005	0,4465	-	50,850	-	-	-	233	39,9 €/mq	270,52
telai fissi e mobili, porte in legno	475	-	-	0,01475	0,0465	-	5,884	-	-	-	123	1,00 €/m	28,02
legname per arredo	475	-	-	0,96240	123,900	-	212,088	-	-	-	430	425,00 €/mc	189,76
occhiali in acciaio per scuretati cannicco	7900	0,0000002	22	0,0000053	0,044	-	457,140	-	-	-	430	425,00 €/mc	409,02
serretura	7900	0,0000002	3	0,0000007	0,006	-	0,006	-	-	-	204	87,30 €/10 pz	6,60
socole - angolari di fissaggio	7900	0,0000002	12	0,0000029	0,024	-	0,024	-	-	-	221	15,48 €/pz	261,90
socole - viti per il legno (ottone)	7900	0,0000194	2	0,0000389	0,327	-	0,327	-	-	-	204	3,39 €/pz	6,78
socole - legno (morale abete grezzo)	8400	0,0000002	32	0,0000051	0,043	-	0,043	-	-	-	146	3,00 €/10 pz	9,60
socole - legno (gradini)	600	0,004992	6	0,02995	7,600	-	7,600	-	-	-	249	12,90 €/pz	12,90
vetri normale ex semidoppio	26	-	-	17,07	107,827	-	107,827	-	-	-	249	425,00 €/mq	12,73
viti per arredo (ottone)	8400	0,0000002	1032	8400	0,00017	0,00134	1,387	-	-	-	114	10,54 €/mq	179,92
- sovrapprezzo lavorazione legno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146	3,00 €/10 pz	309,60

cost [€]
7577,01

cost [€]
2691,62

total cost
96732,61

cost [€]

EMBODIED ENERGY

PE [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE trasporto [MJ]	EE per eqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	EE tot per eqm [MJ/mq]
59,100	59,100	59,100	157,766320	2,7676	8,039	8,039
1,360	1,360	338,792	3,591627	11,02840	11,691	11,691
0,419	0,308	2,080	0,726365	2,543625	3,027	3,027
1,360	1,360	3,016625	1073,667000	35,448	74,046	74,046
3,590	17,900	2,080	522,527616	460,275	13,399	13,399
3,590	17,900	2,080	178,204040	153,163	40,196	40,196
3,590	17,900	2,080	351,718500	254,625	2,985	2,985
3,590	17,900	2,080	28,358093	205,656	2,985	2,985
3,590	17,900	2,080	170,305800	254,625	74,046	74,046
3,590	17,900	2,080	0,012005	18,411	0,536	0,536
3,590	17,900	2,080	2812,242	11,62931	0,436	0,436
3,590	17,900	2,080	0,826892	11,02840	4,360	4,360
3,590	17,900	2,080	0,025745	667,968	3,218	3,218
161,989	36,194	78660,65	24883,67	13706,16	272,08	272,08
PE tot [MJ/kg]	217,584	EE tot [MJ]	79044,719	EE tot per eqm [MJ/mq]	13978,243	13978,243

EMBODIED CARBON // Global Warming Potential

	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP trasport [kg CO ₂ eq]	GWP per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	GWP trasport per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	EC tot [kg CO ₂ eq]	EC tot [kg CO ₂ eq]
EDIFICIO E COPERTURA	-321,960	0,0696953500	-3,200	0,001473970	-321,960	-321,960
esiste e fasciato in legno	21,162	0,0001642512	4,360	0,001642512	21,162	21,162
barro flessato	68,88800	0,000332179	4,360	0,000332179	68,88800	68,88800
catena legno	-221,812500	0,0491006250	-1,690	0,0491006250	-221,812500	-221,812500
cellulosa	-2,016000	0,0238960800	-0,168	0,0238960800	-2,016000	-2,016000
cornici	40,137500	0,0814957500	1,690	0,0814957500	40,137500	40,137500
domanti	3,3862500000	16,08468750	1,690	16,08468750	3,3862500000	3,3862500000
impermeabilizzante tetti EPDM	-221,812500	0,0012968640	-2,990	0,0012968640	-221,812500	-221,812500
punti	0,0245100000	0,00054900	-0,202	0,00054900	0,0245100000	0,0245100000
perni per i correnti	0,0208500000	0,0531828	4,360	0,0531828	0,0208500000	0,0208500000
stati puntini	68,888000	0,0375408	4,360	0,0375408	68,888000	68,888000
statte puntone-cattena	0,0208500000	0,0000375408	4,360	0,0000375408	0,0208500000	0,0208500000
viti per il legno (ottone)	0,1471680000	0,000011775	2,440	0,000011775	0,1471680000	0,1471680000
-56970,61	119,659	-56970,61	-569,04	12,44	EC tot [kg CO₂ eq]	-49456,1622
EC tot [kg CO₂ eq]	-49456,1622	EC tot [kg CO₂ eq]	-386,596068	-386,596068	-49456,1622	-49456,1622

PARETI PERIMETRALI Pt // modulo pagi

	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP trasport [kg CO ₂ eq]	GWP per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	GWP trasport per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	EC tot [kg CO ₂ eq]	EC tot [kg CO ₂ eq]
barras di rinforzo in acciaio	45,347	0,001473970	4,360	0,001473970	45,347	45,347
bentonite	2,852000	0,0035809344	0,155	0,0035809344	2,852000	2,852000
esiste calcio in terracotta	-0,690	0,0259467600	-0,003	0,0259467600	-0,690	-0,690
esiste calcio in terracotta NHL 5	18,879840	0,0188798940	0,155	0,0188798940	18,879840	18,879840
segato abete ortz	-1037,970	0,0223163550	-1,200	0,0223163550	-1037,970	-1037,970
segato abete vert + basi finestre	1,8382500000	39,1363425	1,200	0,0391363425	1,8382500000	1,8382500000
paglia in balle (70x60x40 cm)	0,262	0,0000009419	2,440	0,0000009419	0,262	0,262
perni in legno	-2517,900	0,0000037257	-1,200	0,0000037257	-2517,900	-2517,900
-5056,63	110,01	-5056,63	-50,93	5,39	EC tot [kg CO₂ eq]	-49456,317
EC tot [kg CO₂ eq]	-49456,317	EC tot [kg CO₂ eq]	-103,775559	-103,775559	-49456,317	-49456,317

	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP trasport [kg CO ₂ eq]	GWP per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	GWP trasport per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	EC tot [kg CO ₂ eq]	EC tot [kg CO ₂ eq]
SOLAIO	-31,3997088	0,0139697088	-0,470	0,0139697088	-31,3997088	-31,3997088
cellulosa	-21,5445	0,001668986	-0,168	0,001668986	-21,5445	-21,5445
canna pulitiera	0,544	0,0016544250	0,168	0,0016544250	0,544	0,544
feltri in canapa	-1,200	0,0239630400	-1,200	0,0239630400	-1,200	-1,200
feltri in legno abete	-1114,560	0,0239630400	-1,200	0,0239630400	-1114,560	-1114,560
pelv. in legno con incastro	-1,200	0,0239630400	-1,200	0,0239630400	-1,200	-1,200
tavolato in legno 1	-1114,560	0,0239630400	-1,200	0,0239630400	-1114,560	-1114,560
tavolato in legno 2	-3216,281	0,0491006250	-1,690	0,0491006250	-3216,281	-3216,281
travi C24 in abete uso triteste	0,164	0,0000005887	2,440	0,0000005887	0,164	0,164
viti per il legno (ottone)	-9,992000	0,0000037257	-0,200	0,0000037257	-9,992000	-9,992000
-5761,78	196,72	-5761,78	-57,62	5,88	EC tot [kg CO₂ eq]	-270,621664
EC tot [kg CO₂ eq]	-270,621664	EC tot [kg CO₂ eq]	-270,621664	-270,621664	-270,621664	-270,621664

PARETI PERIMETRALI PT

	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP trasport [kg CO ₂ eq]	GWP per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	GWP trasport per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	EC tot [kg CO ₂ eq]	EC tot [kg CO ₂ eq]
iniezioni di calce NHL 5	1106,188	91,3718880	0,155	0,0913718880	1106,188	1106,188
intonaco in terracotta*	-7,469	27,8444422	-0,003	0,0278444422	-7,469	-7,469
1100,72	119,22	1100,72	102,13	9,08	EC tot [kg CO₂ eq]	1219,935
EC tot [kg CO₂ eq]	1219,935	EC tot [kg CO₂ eq]	111,205020	111,205020	1219,935	1219,935

	GWP tot [kg CO ₂ eq]	GWP trasport [kg CO ₂ eq]	GWP per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	GWP trasport per eqm [kg CO ₂ eq/mq]	EC tot [kg CO ₂ eq]	EC tot [kg CO ₂ eq]
SOLAIO A TERRA	347,913	28,6659880	0,155	0,0286659880	347,913	347,913
allestimento di sabbia	515,071	40,6740096	0,155	0,0406740096	515,071	515,071
bentonite	9,982000	6,7425500	0,155	0,0286659880	9,982000	9,982000
pavimentazione (Coccolopasto)	6,742550	0,5559300000	0,155	0,0555930000	6,742550	6,742550
pietrisco	16,86	0,0000000000	0,155	0,0000000000	16,86	16,86
876,38	91,78	876,38	16,86	1,78	EC tot [kg CO₂ eq]	967,169
EC tot [kg CO₂ eq]	967,169	EC tot [kg CO₂ eq]	18,743586	18,743586	967,169	967,169

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
3.590	17.900	2513,148	65,975691	1020,775	26,798	-1,200	0,0030171810	-140,334	-57,000000	1,2255000000
33.900	5.860	3,634	0,024461	667,968	305,761	2,440	0,0000011186	0,223	40,992000	0,2056320000
37.49	23.78	2516.78	66.00	1688.74	332.58			-140.11	-16.01	1.43
PE tot [MJ/kg]	61,250	EE tot [MJ]	2582,782	EE tot per sqm [MJ/mq]	2021,302			-137,093	EC tot [kg CO2 eq/sqm]	-14,576868

*scarti di paglia e terra di scavo

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB P

canna comune (arundo donax) e rami
cob*

segiato in abete
viti per il legno (ottone)

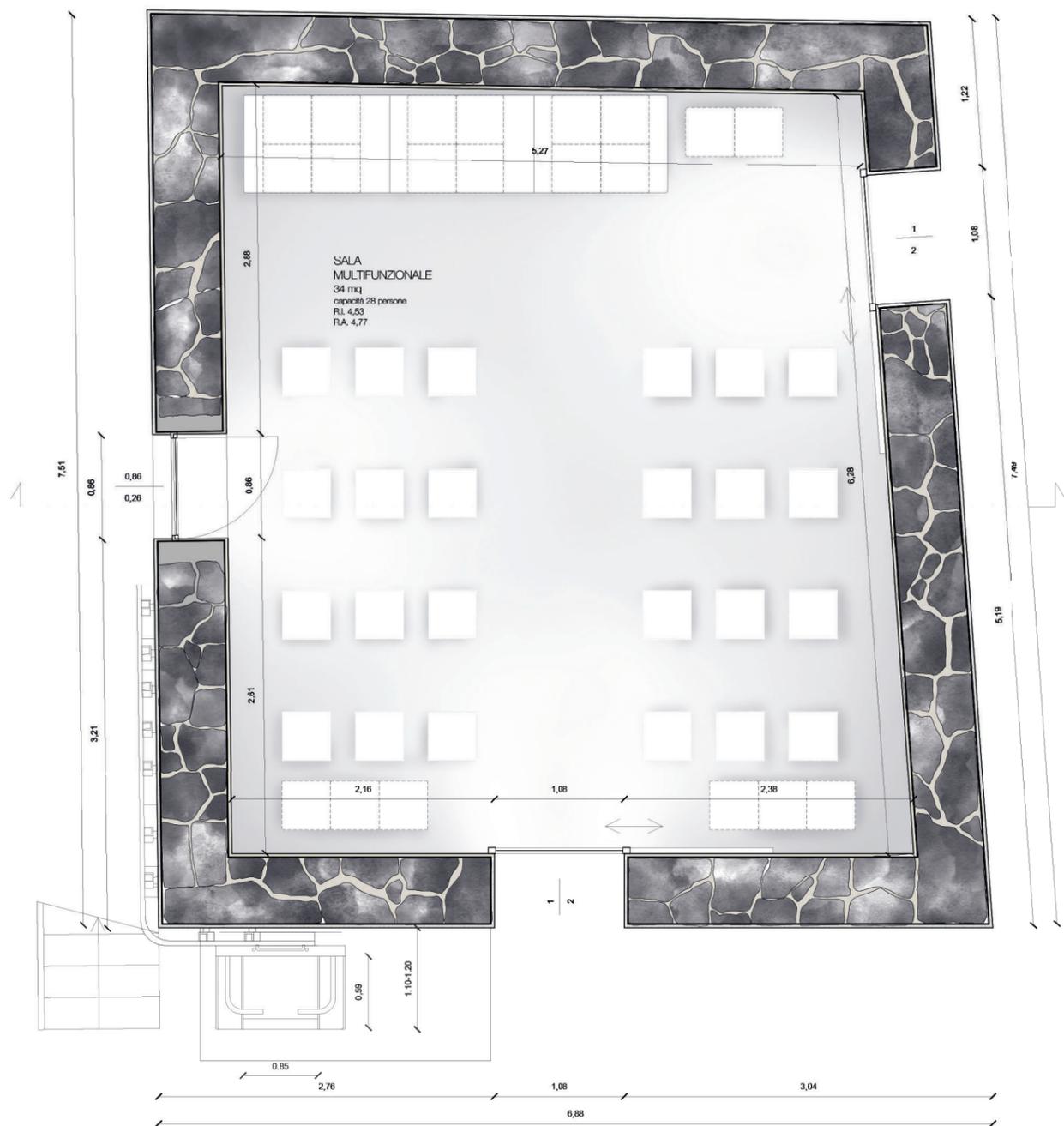
PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]	INFISSI e altro
3.590	17.900	806,412	12,353667	294,311	1,999	-1,470	0,0000000000	-17,0830	-17,0830	0,0851680000	battiscopa
33.900	5.860	54,834	28,103423	667,968	170,866	2,440	0,0000000000	0,1871	40,992000	0,0914160000	carriccio (stuoia 130 kg/mc)
12.500	24.300	1642,752	13,646269	55,20	0,459	-0,844	0,0000000000	-37,676	0,6009377	0,2056320000	cerniere
12.500	24.300	1871,280	15,544642	276,00	2,293	-0,844	0,0007108830	-42,917	0,6240872	0,0209700000	Compensato 4mm
88.1	1.85	529,784	0,949569	18,890	0,034	2,86	0,000434254	16,929	-6,330	0,1048500000	Compensato 2cm
3.590	17.900	4557,760	119,651284	432,836	11,363	-1,200	0,0054718575	-254,505	0,6006000	0,0015498000	totali fissi e mobili, porte in legno
33.900	5.860	4926,264	33,161587	1669,920	11,241	2,440	0,0015165360	5,4718575	-24,169516	0,5106448889	grondaie per arredo
3.590	17.900	9823,939	257,900102	306,233	8,039	-1,200	0,0117942120	11,7942120	-17,1000000	0,3676500000	legnaia
59.100	10.700	3,096	0,011871	1172,640	98,923	4,360	0,0000005429	0,193	73,2480000	0,2056320000	occhiali in acciaio per scuretti carricook
59.100	10.700	0,422	0,001754	1172,640	4,871	4,360	0,0000000802	0,026	73,2480000	0,2227680000	scuretti
59.100	10.700	1,689	0,006475	1172,640	224,824	4,360	0,0000002961	0,105	73,2480000	0,2056320000	scale - scuretti di fissaggio
33.900	5.860	22,796	0,087412	1172,640	1,424	2,440	0,0000039975	1,424	73,2480000	0,1471680000	scale - scuretti di fissaggio
3.590	17.900	163,324	0,008238	1020,775	102,978	2,440	0,0000003768	0,0003768	40,9920000	0,1471680000	scale - viti per il legno (ottone)
373	9.99	2317,207	35,225852	1027,808	169,355	-1,200	0,001135440	-9,120	-5,7000000	7,878	scale - legno (morale abete grezzo)
33.900	5.860	1699,786	0,663813	99,58	0,039	30,300	0,0000303573	134,477	-11,6640000	12,90817840000	vetri normale ex semidoppio
		55,147	0,265884	667,968	3321,052	2,440	0,0000121502	3,384	40,9920000	0,14716800000	viti per arredo (ottone)
573,790	90,000	26480,75	619,89	21698,91	4973,15			-825,34	482,64	16,66	
PE tot [MJ/kg]	663,780	EE tot [MJ]	29000,740	EE tot per sqm [MJ/mq]	25979,066			-601,563	EC tot [kg CO2 eq/sqm]	469,299623	

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
916,53	291,89	3187,6739	13078,92	49051,70	5433,09	-1,200	598,12	-15667,97	-228,97	52,65
PE tot [MJ/kg]	663,780	EE tot [MJ]	29000,740	EE tot per sqm [MJ/mq]	25979,066			-601,563	EC tot [kg CO2 eq/sqm]	469,299623
PE tot [MJ/kg]	663,780	EE tot [MJ]	29000,740	EE tot per sqm [MJ/mq]	25979,066			-601,563	EC tot [kg CO2 eq/sqm]	469,299623

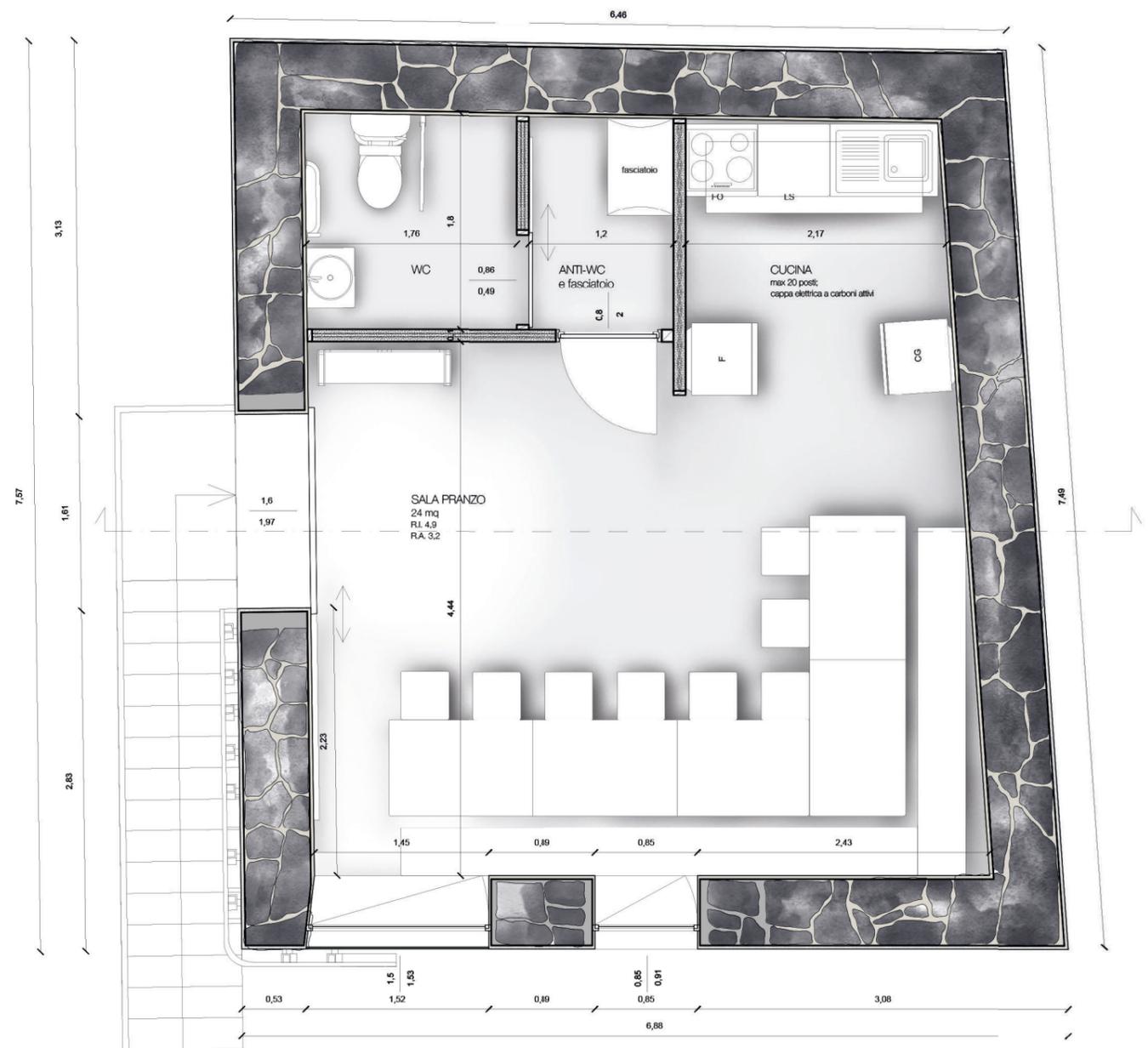


Edificio 6.

Pianta piano terra (1:50)



Pianta piano primo (1:50)



Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



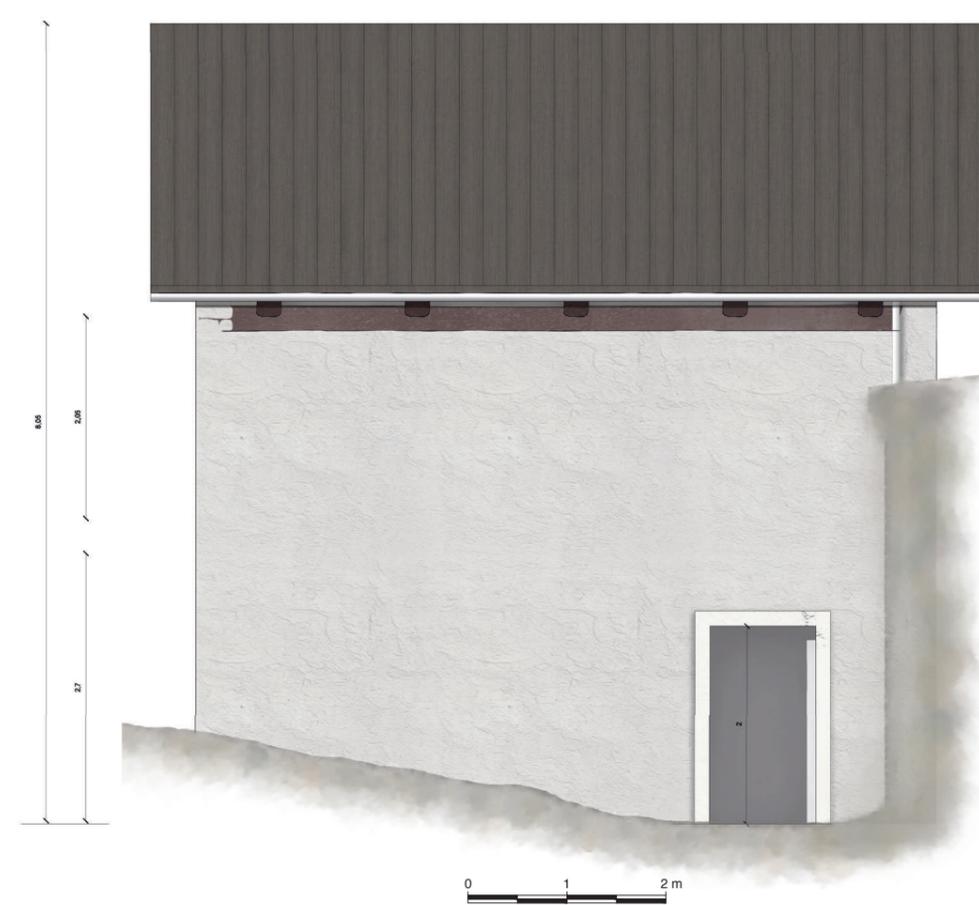
Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

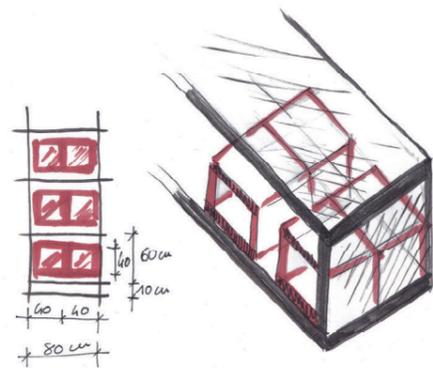
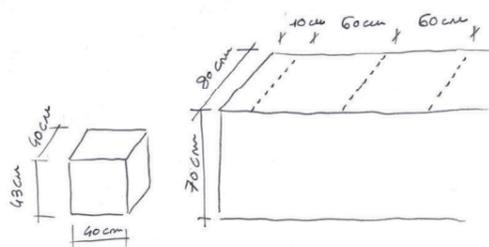
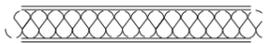
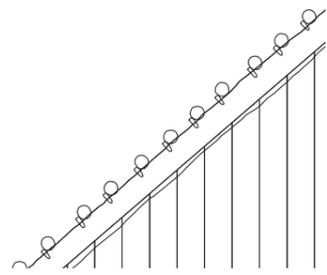


Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

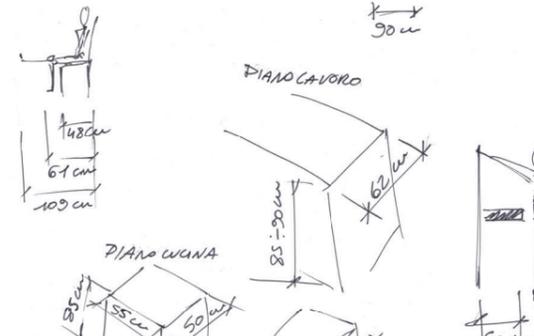
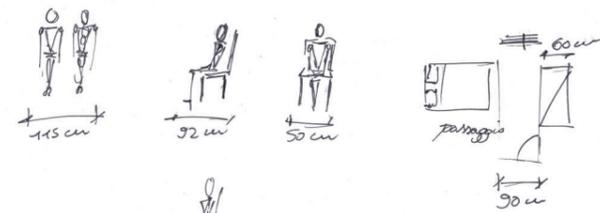
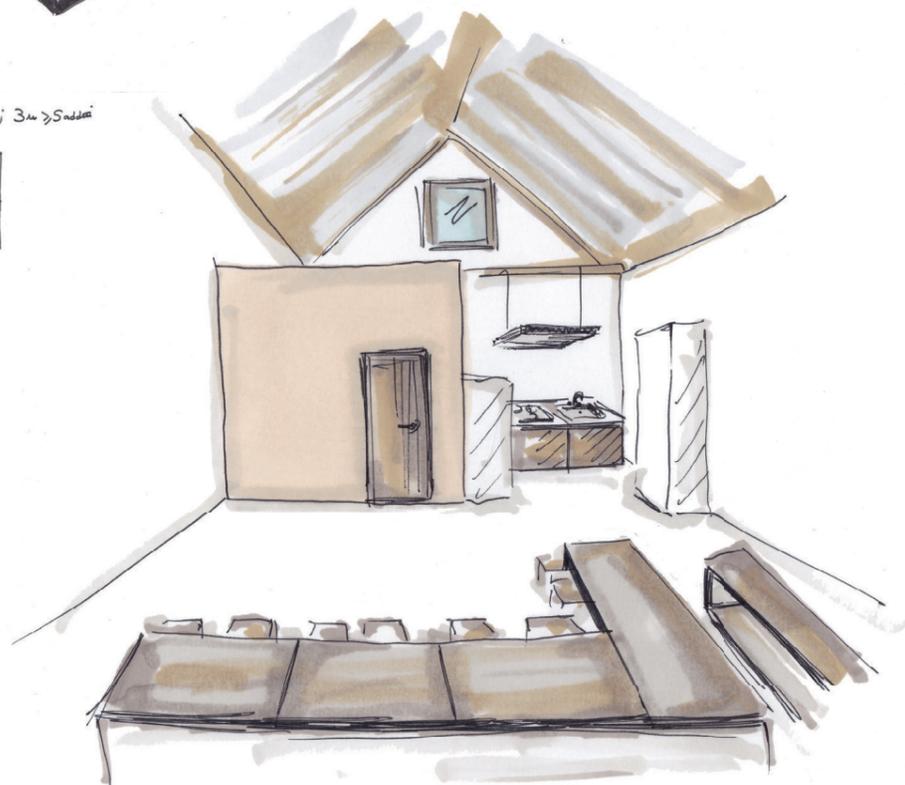
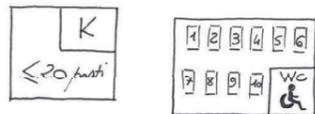


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)

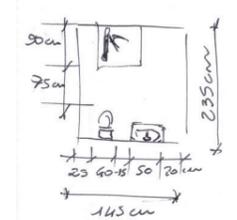
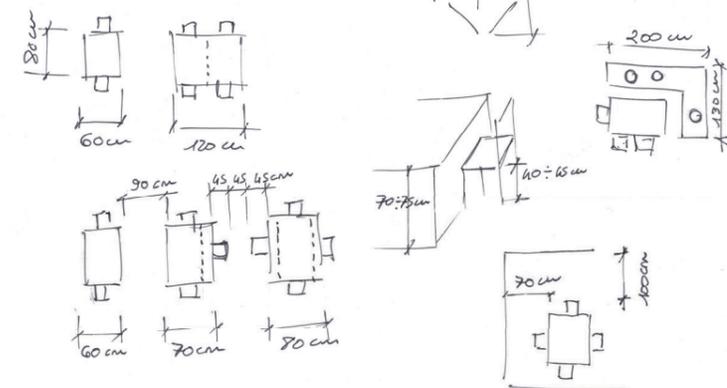




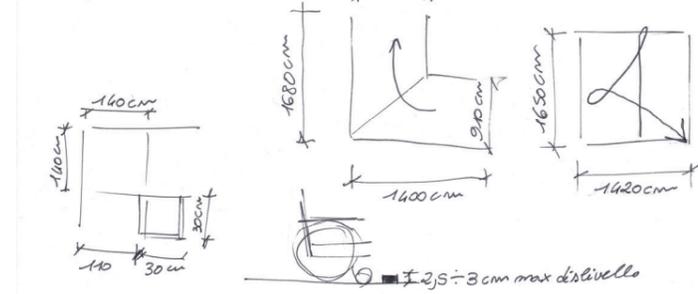
$k \rightarrow RA=RI=1/8$; $hk=2.2 \cdot h \leq 5$ addetti; $3m \geq 5$ addetti



SENE E TAVOLI

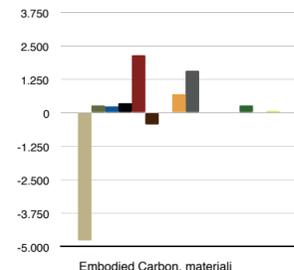


Accessibilità carrozzina
min. 760 cm
Pref. 940 cm



EDIFICIO 6	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-4761,40	79643,70
Acciaio	303,91	4866,79
Argilla	223,04	2886,70
Bentonite	376,96	4362,95
Calce	2142,63	24869,99
Canna palustre	-440,63	1406,26
Canniccio	-9,35	48,78
Cemento	711,88	7550,38
Cemento armato	1580,86	16063,40
Corda in poliestere	10,71	336,46
EPDM membrana	47,64	1564,81
Feltro in canapa	0,65	12,12
Ottone	283,60	4629,20
Sabbia	23,62	459,43
Vetro semidoppio	59,10	747,12

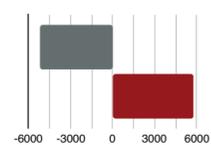
- Abete
- Bentonite
- Canniccio
- Corda in poliestere
- Ottone
- Acciaio
- Calce
- Cemento
- EPDM membrana
- Sabbia
- Argilla
- Canna palustre
- Cemento armato
- Feltro in canapa
- Vetro semidoppio



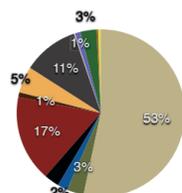
Riciclo
 Arundo donax e rami
 Pietrisco
 Terra di scavo (Cob)

Costo [€]
 22193,60

GWP	-5211,38	5764,60
-----	----------	---------

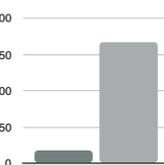
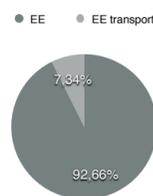
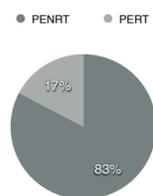


Embodied Carbon, edificio



Embodied Energy, materiali

PENRT	PERT
768,58	160,69
EE	EE transport
138484,25	10963,85
EC	EC transport
51,83	501,40



EDIFICIO 6	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canna palustre	✓	✓	✓	✓
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Cemento	x	x	x	x
Cemento armato	x	x	x	x
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
EPDM membrana	✓ (EPDM)	✓	x	x
Feltro in canapa	✓	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x

Riciclabile



Riutilizzabile



Compostabile



Combustibile



si no

Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 1,68 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 0,62 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 kN/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{mysd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,01 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{mysd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,014 < 1$$

Verifica a flessione del solaio:

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W_n} = 6,7 kN/mm^2 \quad \sigma_{md} < f_{md}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 26,14 cm \quad e < \frac{n}{6}$$

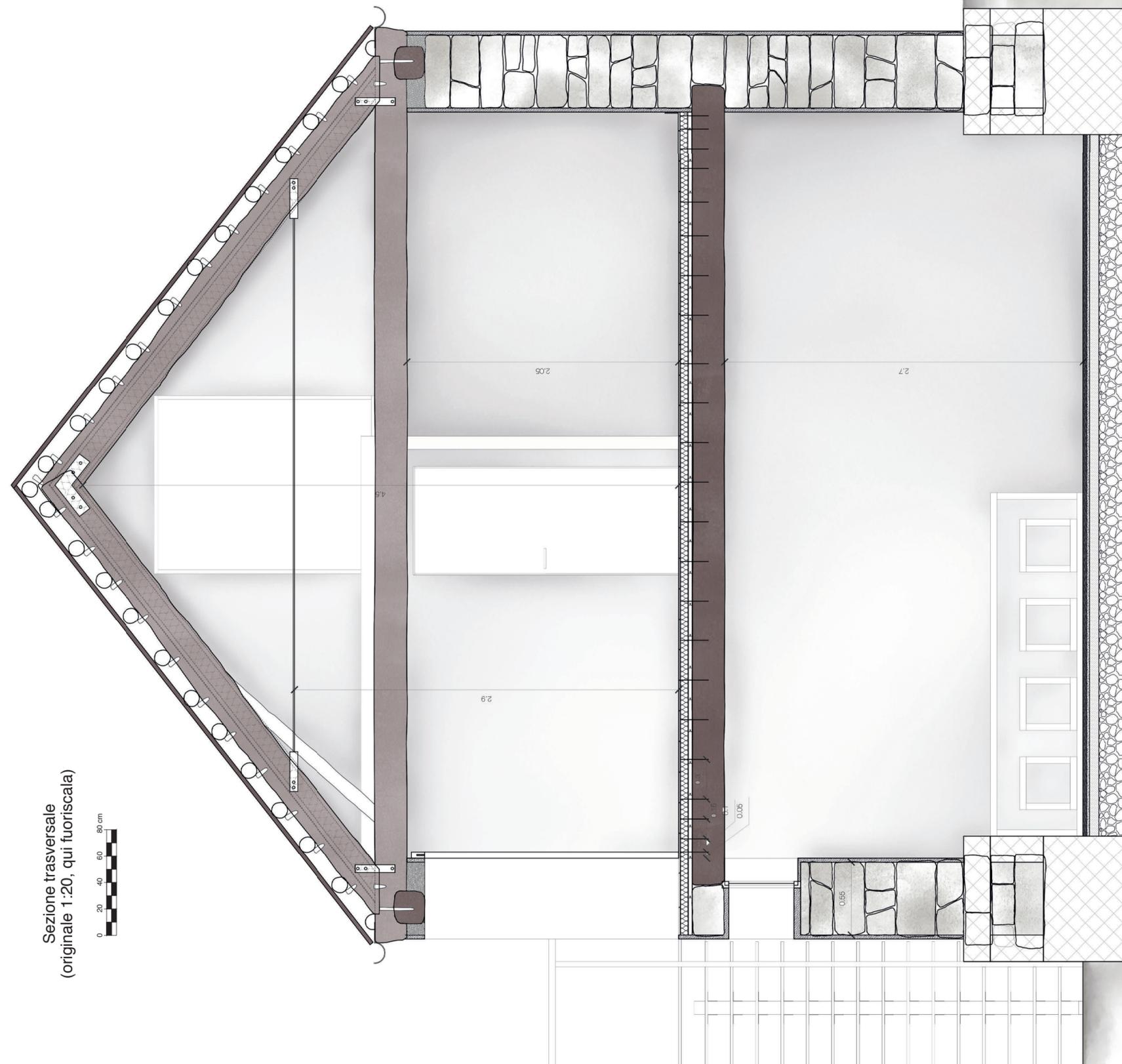
$$\sigma = \frac{N}{A} (-1 \pm \frac{6e}{n}) = -0,17 N/mm^2; -0,13 N/mm^2$$

Verifica a compressione delle fondazioni:

$$t \approx 890 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 0,1$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A} (-1 \pm \frac{6e}{l_a}) = -0,1 N/mm^2; -0,09 N/mm^2$$

$$\sigma_t < 1 \quad \sigma_{t,max} < \sigma_{t,am}$$

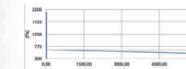


STRATIGRAFIA

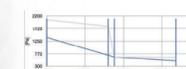
COPERTURA
 $U = 0,23 W/(m^2K)$
 30mm assito in legno
 100mm correnti
 30mm cunei
 250mm puntone
 24mm guaina impermeabilizzante all'acqua
 30mm tavolato
 110mm canna palustre
 30mm tavolato
 250mm catena
 250mm radice/dormiente
 terrapaglia tra puntoni e dormienti



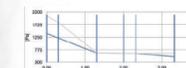
MURATURA P1°
 30mm intonacatura a base di cemento
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
 30mm intonacatura in terracuda



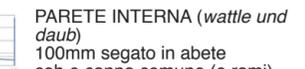
SOLAIO
 30mm pavimento in legno con incastro
 50mm listelli in legno
 10mm feltro in canapa
 50mm canna palustre tra i listelli
 30mm tavolato
 250mm trave (con viti per irrigidimento a secco del solaio)



MURATURA PT
 30mm intonacatura a base di cemento
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)
 30mm intonacatura in terracuda



SOLAIO A TERRA
 30mm pastellone
 20mm allettamento sabbia
 70mm bentonite
 200mm vespaio in pietrisco



PARETE INTERNA (wattle und daub)
 100mm segato in abete
 cob e canna comune (o rami)

EDIFICIO 6
COPERTURA

MATERIALI												PREZZARIO INDICATIVO		
spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]		
0,03	0,000005	98	7900	0,450000	0,04045	213,750	-	-	-	0	425,00	6,6		
0,100	0,000445	4	7900	0,003380	3,1550	634,163	-	-	-	0	425,00	191,25		
0,002	0,000002	84	8400	0,000672	0,00134	20,113	-	-	-	0	1,30	7,25		
0,005	0,000009	28	7900	0,002200	0,71100	19,908	-	-	-	0	5,50	109,49		
<p>asfalto fronte asfalto e tavolato in legno barre filettate canna palustre canna in acciaio dadi impermeabilizzante betti EPDM Viti per il legno (ottone) Zinco staffe puntone-ottone</p>														

PARETI PERIMETRALI PT*

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]	
0,35	-	25%parete	1200	3,72000	==Considero 1/3 acqua	4464,000	-	-	-	213	11,33	620kg	1264,43
0,03	-	-	7000	0,09200	==Considero 1/3 acqua	184,400	-	-	-	186	160,00	63m	319,44
0,25	-	-	800	0,16250	==Considero 1/3 acqua	130,000	-	-	-	210	65,00	620kg	211,25
<p>Iniezioni di calce NHL 5 Intonaco esterno Intonaco esterno miscela cemento terrapaglia tra dorm e parti (argilla e paglia) *aggiogestri/InclUsi</p>													

SOGLIO

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]
0,20	0,003	9,00	100	0,900	-	303,345	-	-	-	0	0,70	2,08
0,010	0,014	9	600	0,840	6,5125	2,970	-	-	-	0	425,00	179,44
0,030	-	-	600	1,05000	-	630,000	-	-	-	430	425,00	446,25
0,25	0,37500	4	525	1,50000	196,87500	787,500	-	-	-	430	656,53	987,80
<p>Unione trine (cas di risparmio) travi (ottone) per irrigidimento travi (ottone) - sovrapprezzo lavorazione legno</p>												

PARETI PERIMETRALI PT

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]	
0,35	-	25%parete	1200	5,65333	==Considero 1/3 acqua	6784,000	-	-	-	213	11,33	620kg	1921,57
0,03	-	-	2000	0,81333	==Considero 1/3 acqua	1626,667	-	-	-	186	160,00	63m	260,27
0,03	-	-	1700	0,73200	==Considero 1/3 acqua	1244,400	-	-	-	210	65,00	620kg	2022,15
<p>Iniezioni di calce NHL 5 Intonaco esterno Intonaco esterno miscela cemento Intonaco interno in terracotta</p>													

SOGLIO A TERRA

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]	
0,02	-	-	920	2,45000	-	2254,000	-	-	-	204	2,98	633kg	107,46
0,60	-	-	2000,00	5,68	==Considero 1/3 acqua	11360,000	-	-	-	186	158,50	63m	1800,56
0,03	-	-	1450	1,05000	-	1522,500	-	-	-	213	7,88	625kg	239,95
<p>allettamento di sabbia bentonite cemento con sabbia Cemento con il rinforzo in acciaio pavimentazione (Cocclopasto) piattino</p>													

cost [€]
935,20

PARETI PERIMETRALI PT*

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]	
0,35	-	25%parete	1200	3,72000	==Considero 1/3 acqua	4464,000	-	-	-	213	11,33	620kg	1264,43
0,03	-	-	7000	0,09200	==Considero 1/3 acqua	184,400	-	-	-	186	160,00	63m	319,44
0,25	-	-	800	0,16250	==Considero 1/3 acqua	130,000	-	-	-	210	65,00	620kg	211,25
<p>Iniezioni di calce NHL 5 Intonaco esterno Intonaco esterno miscela cemento terrapaglia tra dorm e parti (argilla e paglia) *aggiogestri/InclUsi</p>													

cost [€]
4193,08

SOGLIO

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]
0,20	0,003	9,00	100	0,900	-	303,345	-	-	-	0	0,70	2,08
0,010	0,014	9	600	0,840	6,5125	2,970	-	-	-	0	425,00	179,44
0,030	-	-	600	1,05000	-	630,000	-	-	-	430	425,00	446,25
0,25	0,37500	4	525	1,50000	196,87500	787,500	-	-	-	430	656,53	987,80
<p>Unione trine (cas di risparmio) travi (ottone) per irrigidimento travi (ottone) - sovrapprezzo lavorazione legno</p>												

cost [€]
2676,07

PARETI PERIMETRALI PT

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]	
0,35	-	25%parete	1200	5,65333	==Considero 1/3 acqua	6784,000	-	-	-	213	11,33	620kg	1921,57
0,03	-	-	2000	0,81333	==Considero 1/3 acqua	1626,667	-	-	-	186	160,00	63m	260,27
0,03	-	-	1700	0,73200	==Considero 1/3 acqua	1244,400	-	-	-	210	65,00	620kg	2022,15
<p>Iniezioni di calce NHL 5 Intonaco esterno Intonaco esterno miscela cemento Intonaco interno in terracotta</p>													

cost [€]
4203,08

SOGLIO A TERRA

spessore [m]	volume unitario [m3]	quantità [c]	densità [kg/m3]	volume tot [m3]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [c]	produttore [c]	posizione [c]	distanza [km]	prezzo unitario [c]	prezzo totale [€]	
0,02	-	-	920	2,45000	-	2254,000	-	-	-	204	2,98	633kg	107,46
0,60	-	-	2000,00	5,68	==Considero 1/3 acqua	11360,000	-	-	-	186	158,50	63m	1800,56
0,03	-	-	1450	1,05000	-	1522,500	-	-	-	213	7,88	625kg	239,95
<p>allettamento di sabbia bentonite cemento con sabbia Cemento con il rinforzo in acciaio pavimentazione (Cocclopasto) piattino</p>													

cost [€]
2147,97

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
3.590	17.900	1045,274	27,440742	1020,775	26,798	-1,200	0,0012549120	-58,368	1,2549120	-57,000000	1,2255000000
33.900	5.860	0,748	0,005036	667,968	62,951	2,440	0,0000002303	0,046	0,0002303	40,992000	0,2056320000
37,49	23,76	1046,02	27,45	1688,74	89,75	-	-	-58,32	1,28	-16,01	1,43
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE tot per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]	
61,250		1073,468	1778,491	1778,491		-57,067		-57,067		-14,576968	

*scarti di paglia e terra di scavo

canna comune (arundo donax) e rami cob*

segato in abete viti per il legno (cottonne)

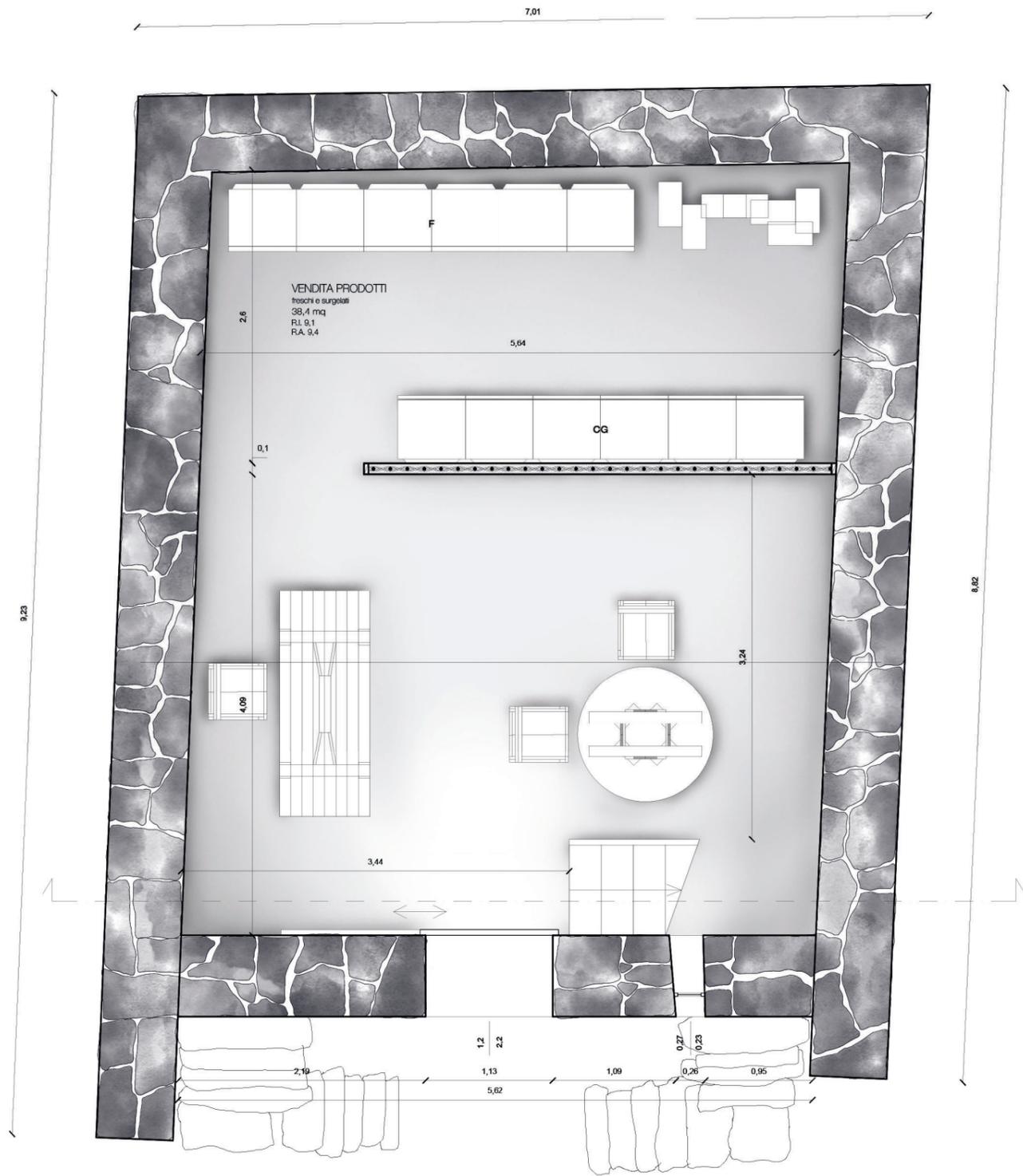
PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
3.590	17.900	3032,314	79,604951	326,688	8,576	-1,200	0,0036404703	-169,324	3,6404703	-18,242211	0,39220753070
0.000	1.500	632,881	9,505046	2,30,978	3,469	2,440	0,0014085792	280,795	1,4085792	204,960000	0,51408000000
33.900	5.860	4575,581	30,800932	1669,920	11,241	2,440	0,0132993711	-618,575	13,2993711	-160,836	3,45797480499
3.590	17.900	11077,654	290,812915	2880,31	75,614	-1,200	0,00002961	0,105	0,0002961	73,248000	0,20563200000
59.100	10.700	1,689	0,006475	1172,640	53,958	4,360	0,000000802	0,026	0,0000802	73,248000	0,22276800000
59.100	10.700	0,422	0,001754	1172,640	4,871	4,360	0,000006909	0,246	0,0006909	73,248000	0,20563200000
59.100	10.700	3,940	0,015108	1172,640	224,824	4,360	0,000039975	1,424	0,0039975	73,248000	0,20563200000
33.900	5.860	22,796	0,087112	1172,640	205,957	2,440	0,0001135440	0,210	0,0007535	40,992000	0,14716800000
3.590	17.900	163,324	2,482829	1020,775	15,518	-1,200	0,0087706644	-704,471	8,7706644	-5,700000	0,17190400000
373	9,99	12615,902	191,785196	58406,955	922,044	30,300	0,0000133380	59,085	0,0133380	7,878	0,00177840000
33.900	5.860	2,191	0,010555	667,968	131,941	2,440	0,0000004827	0,134	0,0004827	40,992000	0,14716800000
502,18	55,00	33247,69	622,56	71952,45	1920,88	-	-	-1184,19	28,47	409,35	36,71
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE tot per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]	
557,180		33870,254	73273,334	73273,334		-1165,721		-1165,721		446,061612	

PENRT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq [MJ/mq]	GWP [kg CO2 eq/k]	GWP transport [t CO2 eq]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport tot [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/mq]	GWP transport per sqm [kg CO2 eq/mq]
768,58	160,69	138484,25	10963,85	88760,19	2983,42	51,83	0,0000000000	889,58	501,40	889,58	72,88
PE tot [MJ/kg]		EE tot [MJ]	EE tot per sqm [MJ/mq]	EE trasporto al mq		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]		EC tot [kg CO2 eq]	
149,448		149448,101	91743,604	91743,604		553,221		553,221		962,467	

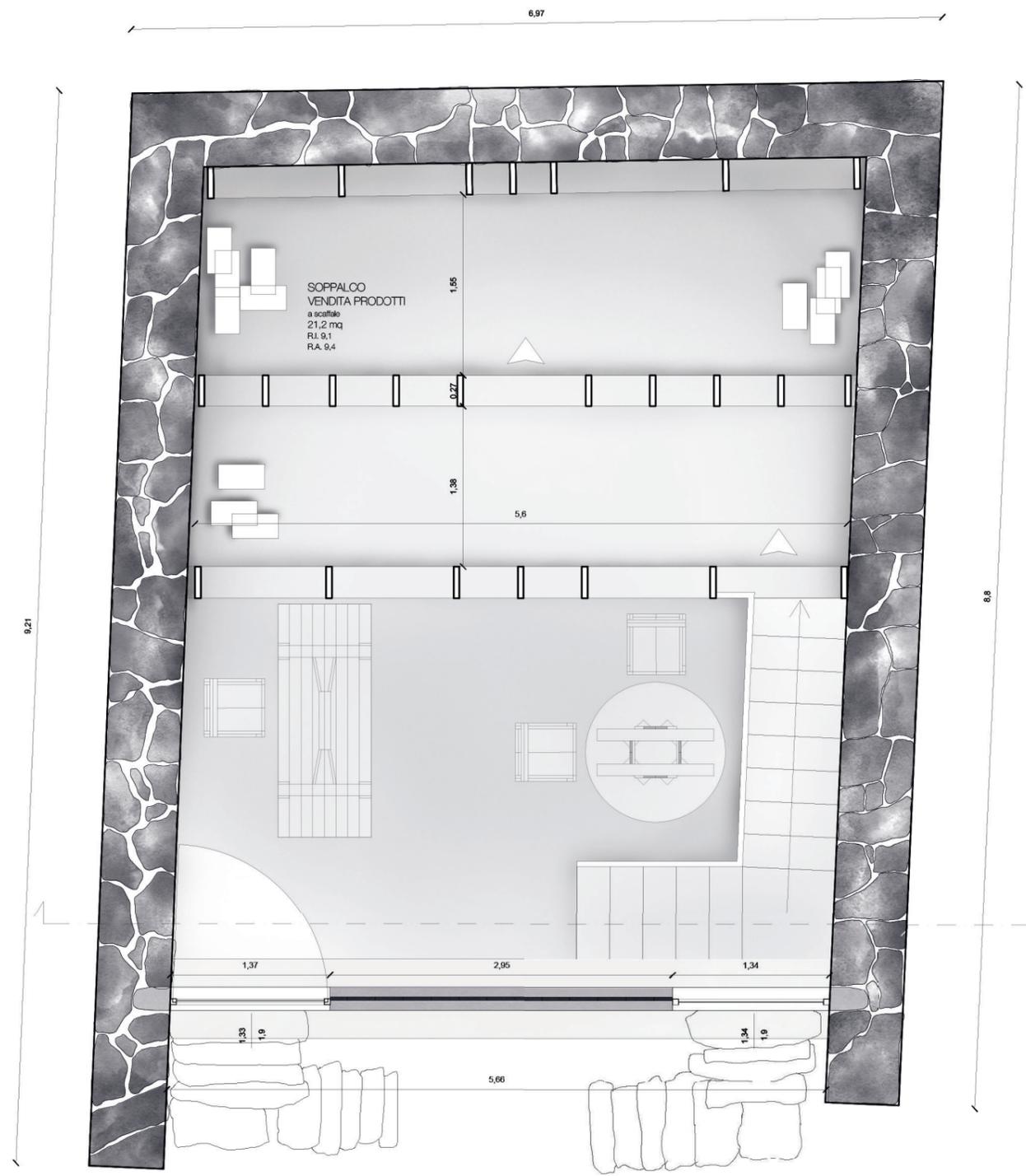


Edificio 7.

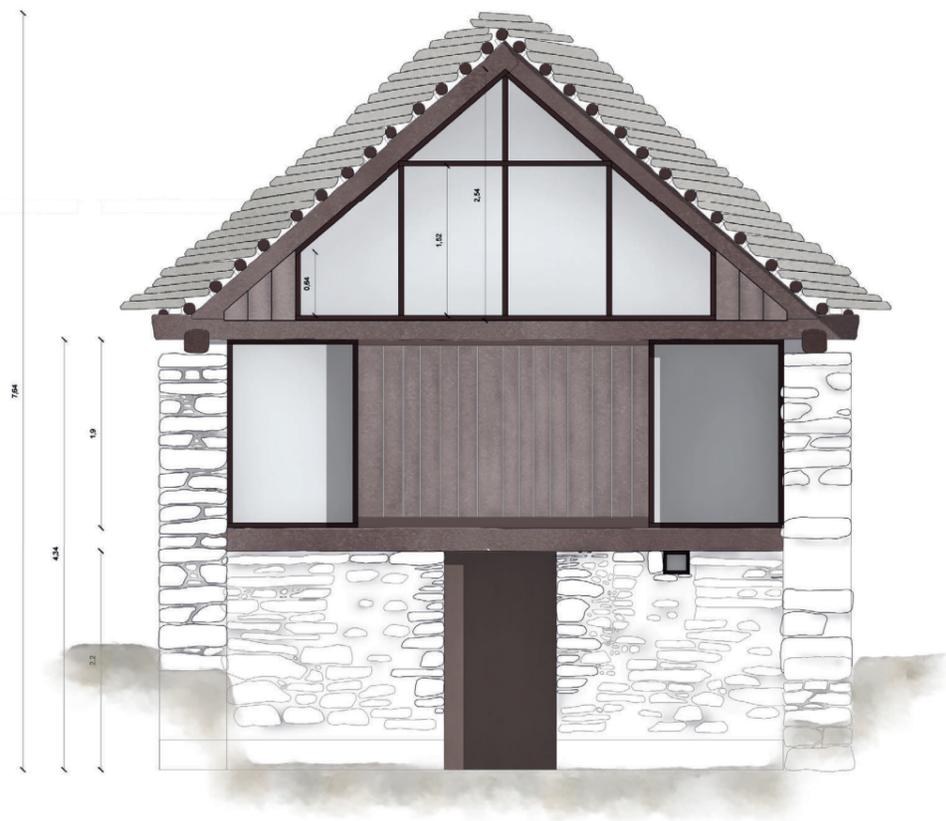
Pianta piano terra (1:50)



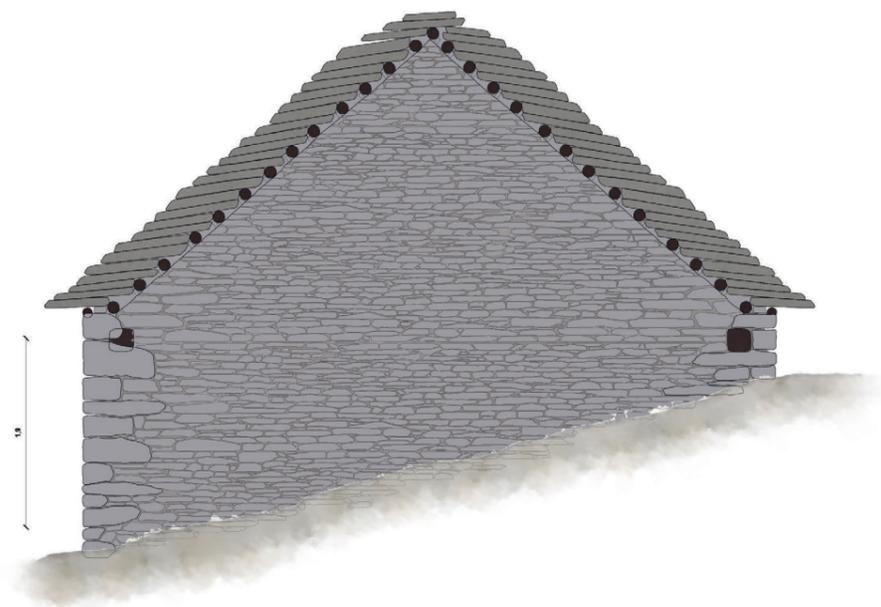
Pianta piano primo (1:50)



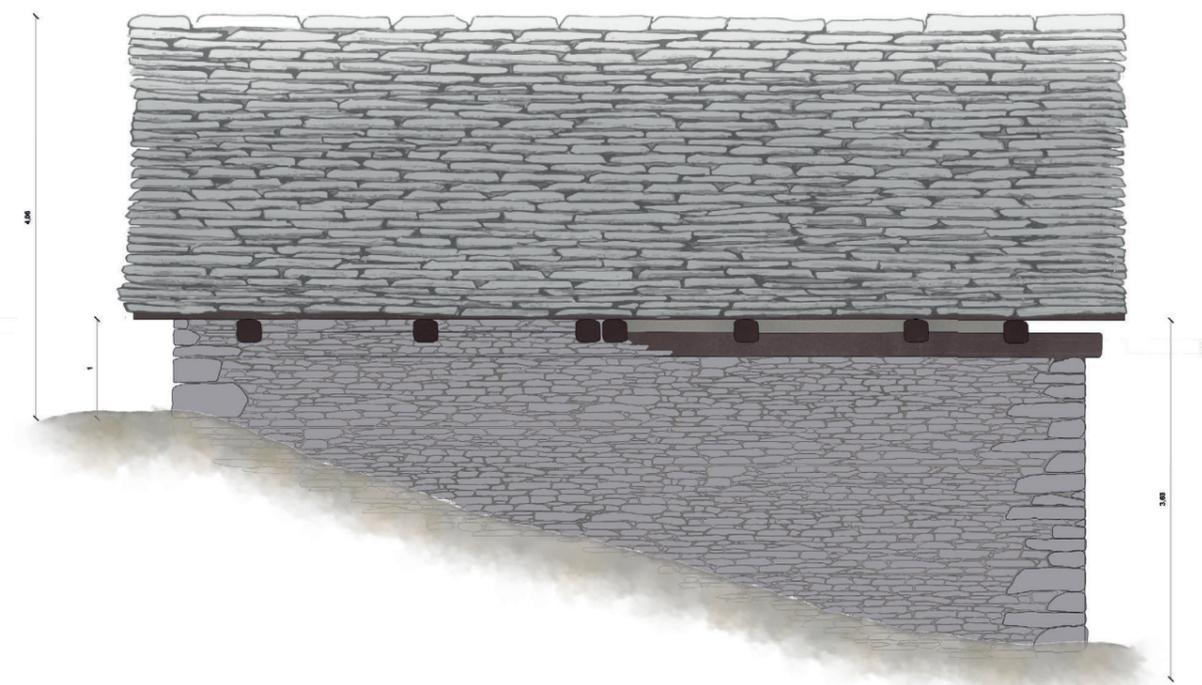
Prospetto sud-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



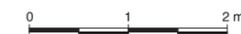
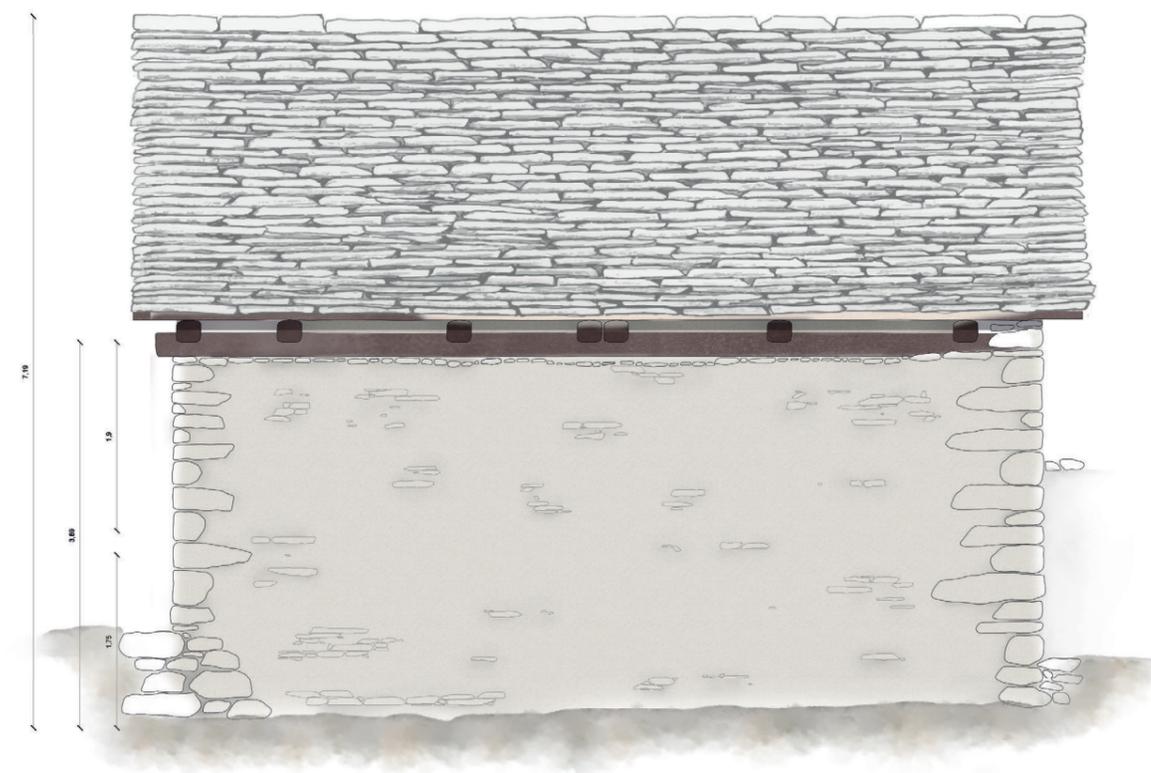
Prospetto nord-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

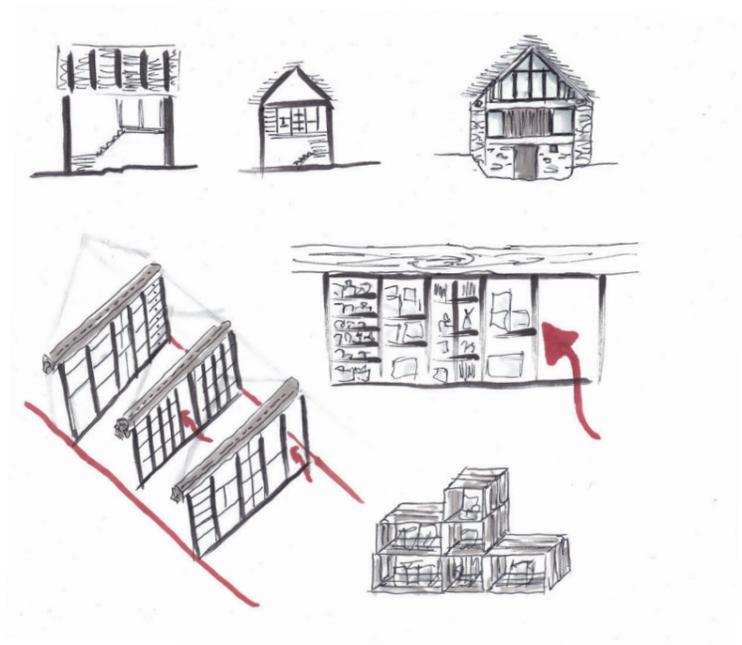


Prospetto sud-ovest (originale 1:50, qui fuoriscalà)

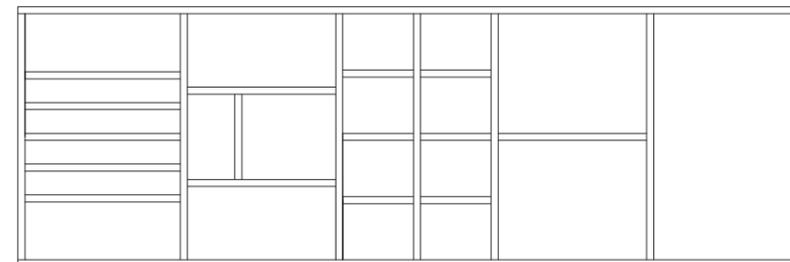
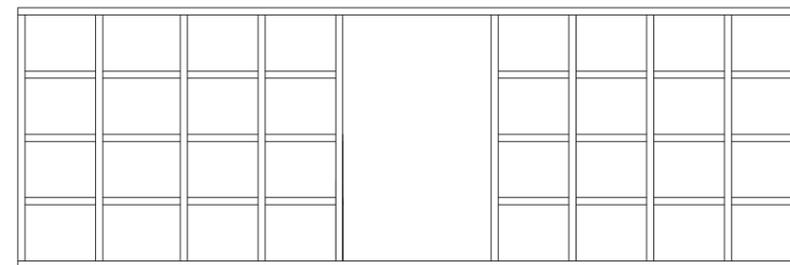
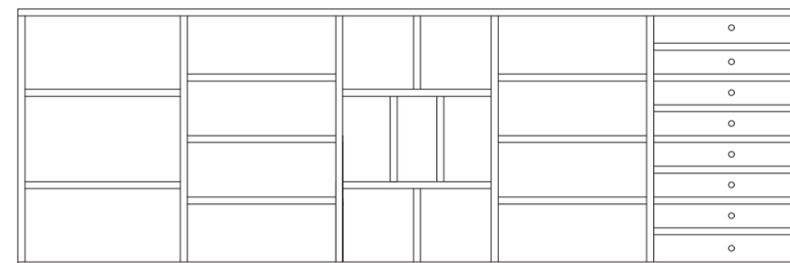


Prospetto nord-est (originale 1:50, qui fuoriscalà)



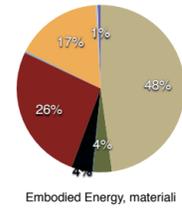
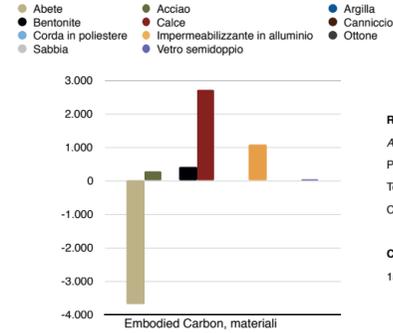
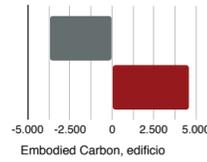


Mobili "appesi" (1:50)



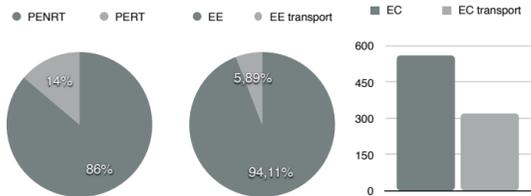
EDIFICIO 7	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-3681,20	57179,33
Acciaio	270,68	4334,65
Argilla	1,44	159,98
Bentonite	413,04	4780,55
Calce	2717,03	31537,15
Canniccio	-12,10	63,12
Corda in poliestere	10,84	340,62
Impermeabilizzante in alluminio	1076,31	19838,02
Ottone	0,99	16,11
Sabbia	25,88	503,40
Vetro semidoppio	56,97	720,23

GWP	-3693,29	4573,18
-----	----------	---------

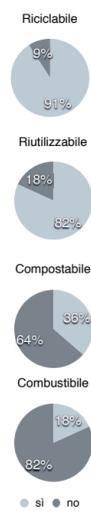


- Riciclo**
- Arundo donax e rami
 - Pietrisco
 - Terra di scavo (Cob)
 - Cassette in legno
- Costo [€]**
- 15474,41

PENRT	PERT
1254,04	200,38
EE	EE transport
112436,42	7036,74
EC	EC transport
558,08	321,80



EDIFICIO 7	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
Impermeabilizzante in alluminio	x	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



Verifica a flessione del dormiente:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 3,73 N/mm^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 2,49 N/mm^2 \quad \sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

Verifica a flessione del puntone:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 11,20 kN/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,03 < 1$$

$$0,7 \cdot \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1 \quad 0,04 < 1$$

Verifica a flessione del solaio:

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = \frac{0,7 \cdot 30}{1,5} = 14 kN/mm^2$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_d}{W_n} = 13,2 kN/mm^2 \quad \sigma_{md} < f_{md}$$

Verifica eccentricità - sezione parzializzata:

$$v = 32 cm$$

$$e = 0$$

$$\sigma = \frac{N}{A}(-1) = 0,16 N/mm^2$$

Verifica a compressione delle fondazioni:

$$t \approx 190 cm = l_a \quad \sigma_{t,am} = 1$$

$$\sigma_t = \frac{N}{A}(-1) = -0,98 N/mm^2$$

$$\sigma_t < 1 \quad \sigma_{t,max} < \sigma_{t,am}$$



STRATIGRAFIA

COPERTURA
 70mm beole
 100mm correnti
 30mm cunei
 250mm puntone
 250mm catena
 24mm impermeabilizzante in alluminio
 250mm radice/dormiente
 terrapaglia tra puntoni e dormienti

MURATURA P1°
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)

SOLAIO dello spazio espositivo
 30mm pavimento in legno con incastro
 30mm tavolato
 250mm trave

MURATURA PT
 680mm serizzo Antigorio
 iniezioni di calce NHL 5 (25% del volume della muratura)

SOLAIO A TERRA
 30mm pastellone
 20mm allettamento sabbia
 70mm bentonite
 200mm vespaio in pietrisco

PARETE INTERNA (wattle und daub)
 100mm segato in abete
 cob e canna comune (o rami)

Sezione trasversale (originale 1:20, qui fuoriscalda)

**EDIFICIO 7
COPERTURA**

MATERIALI										PREZZARIO INDICATIVO		
spessore [m]	volume unitario [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
-	0.000005	84	7900	0.0043308	0.04045	3.298	-	-	-	564	1,30 €/pz	109,70
-	0.000445	2	7900	0.0009000	3.21550	7.031	-	-	-	22	5,50 €/kg *	38,67
-	0.000002	168	7900	0.0003600	0.01580	2.654	-	-	-	146	0,90 €/pz	151,20
0.024	0.0000001	924	7900	0.00005914	0.00051	0.467	-	-	-	146	3,90 €/1000 pz	3,60
0.005	0.000255	14	7900	0.0032700	12,7 kg a rotolo	32.464	-	-	-	892	18,00 €/mq	864,00
0.005	0.000255	14	7900	0.0032700	2.01450	28.203	-	-	-	22	5,50 €/kg *	155,12
0.005	0.000099	26	7900	0.0022680	0.17100	19.968	-	-	-	22	5,50 €/kg *	109,49

PARETI PERIMETRALI FT*

spessore [m]	volume unitario [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.55	-	25%parete	1200	5.10150	=Considero 1/3 acqua	6124,800	-	-	-	210	11,33 €/20kg	1734,00
0.25	-	-	800	0.19500	=Considero 1/3 acqua	156,000	-	-	-	210	65,00 €/20kg	124,50

*aggregati inclusi

cost [€]
1192,21

SOLAIO

spessore [m]	volume unitario [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.30	0.39275	5	600	0.65190	391,140	391,140	-	-	-	430	425,00 €/mc	277,06
0.07	-	-	525	0.96875	206,71875	1031,594	-	-	-	430	688,83 €/mc	1296,48
0.20	0.0000002	30	8400	0.0000048	-	0.0403200	-	-	-	146	3,00 €/10 pz	9,00

- sovraprezzo lavorazione legno

cost [€]
1987,50

PARETI PERIMETRALI FT

spessore [m]	volume unitario [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.55	-	25%parete	1200	7.00333	=Considero 1/3 acqua	8404,000	-	-	-	213	11,33 €/20kg	2380,43

SOLAIO A TERRA

spessore [m]	volume unitario [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.06	-	-	1700	0.05960	-	28,31	-	-	-	0	425,00 €/mc	25,33
0.1	-	-	475	0.0000013	0.00134	0.011	-	-	-	204	5,00 €/10 pz	2,40
0.03	-	-	1450	1.15050	-	1668,225	-	-	-	213	7,88 €/25kg	262,91

- sovraprezzo lavorazione legno

cost [€]
206,66

PARETE INTERNA WATTLE UND DAUB

spessore [m]	volume unitario [m³]	quantità [-]	densità [kg/m³]	volume tot [m³]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [m]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
0.06	-	-	1700	0.05960	-	28,31	-	-	-	0	425,00 €/mc	25,33
0.1	-	-	475	0.0000013	0.00134	0.011	-	-	-	204	5,00 €/10 pz	2,40

- sovraprezzo lavorazione legno

cost [€]
206,67

*scarti di paglia e terra di scavo

MANDOPIERA

esecuzione
manutenzione copertura e montaggio
in opera: trave di calce
posa in opera: travatura solaio
trasporto tavole
trasporto travi a uso trileste

prezzo unitario	prezzo totale
57,72 €/mq	221,74
30,72 €/h	245,76
30,72 €/h	245,76
142,74 €/mc	2737,04
210,55 €/mc	410,60
158,01 €/mc	311,08

cost [€]
6428,74

INFISSI e altro	densità [kg/m³]	volume unitario [mc]	quantità [-]	sqm tot [mq]	volume tot [mc]	massa unitaria [kg]	massa tot [kg]	rivenditore [-]	produttore [-]	posizione [-]	distanza [km]	prezzo unitario [-]	prezzo totale [€]
casinaccio (stuoia 130 kg/m³)	8400	0,0000002	12	10,7	0,21400	0,00202	27,820	-	-	-	586	9,36	100,15
casinaccio in colla corda in colla casinaccio in casinaccio	8400	-	-	-	0,0000029	0,00202	0,024	-	-	-	204	3,00	3,60
telai fissi e mobili, porte in legno	475	-	-	-	0,0004500	-	3,780	-	-	-	123	1,00	18,00
legname per arredo	475	-	-	-	0,3742	-	177,745	-	-	-	430	425,00	159,04
cochilli in acciaio per scuretti casinaccio	7900	0,0000002	12	-	0,14264	0,00202	67,754	-	-	-	430	425,00	60,62
sestratura	7900	0,0000002	2	-	0,0000005	0,00202	0,004	-	-	-	204	3,00	3,60
scale - scarpie di fissaggio	7900	0,0000002	8	-	0,0000019	0,00202	0,016	-	-	-	221	87,30	174,60
scale - viti per il legno (ottone)	8400	0,0000002	24	-	0,0000038	0,00134	0,327	-	-	-	204	3,39	6,78
scale - legno (gradiati)	475	0,004992	14	-	0,04500	-	21,375	-	-	-	146	3,00	7,20
vetro normale ex semidoppio viti per arredo (ottone)	26	0,0000002	220	7,23	0,0723	-	587,059	-	-	-	249	12,90	25,80
	8400	0,0000002	220	8400	0,00004	0,00134	1,880	-	-	-	114	10,54	76,20
							0,296	-	-	-	146	3,00	66,00

- sovrapprezzo lavorazione legno

cost [€]
920,26

total cost
15474,41 [€]

EMBODIED ENERGY

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/m²]	EE trasporto al mq [MJ/mq]
3,950	17,900	237,155	2,514,139	1102,840	11,691
2,080	17,900	490,764	0,202,943	1102,840	0,456
3,950	17,900	185,277	0,508456	1102,840	3,027
33,9	5,86000000	32,609	0,089488	1102,840	3,027
1,360	0,308	10211,162	37,093188	484,880	0,229
0,419	0,331	117,000	1968,569	0,810531	0,458
1,78	0,64	10328,16	0,574625	1102,840	0,456
PE tot [MJ/kg]	68,60	24103,67	42,70	7101,15	20,04
PE tot [MJ/kg]	679,700	24146,671	42,70	7121,190	20,04

EMBODIED ENERGY

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/m²]	EE trasporto al mq [MJ/mq]
3,950	17,900	237,155	2,514,139	1102,840	11,691
2,080	17,900	490,764	0,202,943	1102,840	0,456
3,950	17,900	185,277	0,508456	1102,840	3,027
33,9	5,86000000	32,609	0,089488	1102,840	3,027
1,360	0,308	10211,162	37,093188	484,880	0,229
0,419	0,331	117,000	1968,569	0,810531	0,458
1,78	0,64	10328,16	0,574625	1102,840	0,456
PE tot [MJ/kg]	679,700	24146,671	42,70	7121,190	20,04

EMBODIED ENERGY

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/m²]	EE trasporto al mq [MJ/mq]
3,950	17,900	237,155	2,514,139	1102,840	11,691
2,080	17,900	490,764	0,202,943	1102,840	0,456
3,950	17,900	185,277	0,508456	1102,840	3,027
33,9	5,86000000	32,609	0,089488	1102,840	3,027
1,360	0,308	10211,162	37,093188	484,880	0,229
0,419	0,331	117,000	1968,569	0,810531	0,458
1,78	0,64	10328,16	0,574625	1102,840	0,456
PE tot [MJ/kg]	679,700	24146,671	42,70	7121,190	20,04

EMBODIED ENERGY

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/m²]	EE trasporto al mq [MJ/mq]
3,950	17,900	237,155	2,514,139	1102,840	11,691
2,080	17,900	490,764	0,202,943	1102,840	0,456
3,950	17,900	185,277	0,508456	1102,840	3,027
33,9	5,86000000	32,609	0,089488	1102,840	3,027
1,360	0,308	10211,162	37,093188	484,880	0,229
0,419	0,331	117,000	1968,569	0,810531	0,458
1,78	0,64	10328,16	0,574625	1102,840	0,456
PE tot [MJ/kg]	679,700	24146,671	42,70	7121,190	20,04

EMBODIED ENERGY

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/m²]	EE trasporto al mq [MJ/mq]
3,950	17,900	237,155	2,514,139	1102,840	11,691
2,080	17,900	490,764	0,202,943	1102,840	0,456
3,950	17,900	185,277	0,508456	1102,840	3,027
33,9	5,86000000	32,609	0,089488	1102,840	3,027
1,360	0,308	10211,162	37,093188	484,880	0,229
0,419	0,331	117,000	1968,569	0,810531	0,458
1,78	0,64	10328,16	0,574625	1102,840	0,456
PE tot [MJ/kg]	679,700	24146,671	42,70	7121,190	20,04

EMBODIED ENERGY

PERNT [MJ/kg]	PERT [MJ/kg]	EE tot [MJ]	EE transport [MJ]	EE per sqm [MJ/m²]	EE trasporto al mq [MJ/mq]
3,950	17,900	237,155	2,514,139	1102,840	11,691
2,080	17,900	490,764	0,202,943	1102,840	0,456
3,950	17,900	185,277	0,508456	1102,840	3,027
33,9	5,86000000	32,609	0,089488	1102,840	3,027
1,360	0,308	10211,162	37,093188	484,880	0,229
0,419	0,331	117,000	1968,569	0,810531	0,458
1,78	0,64	10328,16	0,574625	1102,840	0,456
PE tot [MJ/kg]	679,700	24146,671	42,70	7121,190	20,04

EMBODIED CARBON // Global Warming Potential

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922,247	2222,017	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	679,700	13453,366	2222,017	183,60	38,88

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922,247	2222,017	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	679,700	13453,366	2222,017	183,60	38,88

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922,247	2222,017	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	679,700	13453,366	2222,017	183,60	38,88

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922,247	2222,017	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	679,700	13453,366	2222,017	183,60	38,88

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922,247	2222,017	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	679,700	13453,366	2222,017	183,60	38,88

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922,247	2222,017	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	679,700	13453,366	2222,017	183,60	38,88

PERNT [kg CO2 eq/kg]	PERT [kg CO2 eq/kg]	GWP tot [kg CO2 eq]	GWP transport [kg CO2 eq]	GWP per sqm [kg CO2 eq/m²]	GWP trasporto per sqm [kg CO2 eq/mq]
0,104	0,003	139,022	364,382678	3,625	9,502
1,360	0,308	4119,526	661,020972	107,419	17,237
1,360	0,308	2782,599	466,195486	72,558	12,156
1,48	0,31	7041,15	1481,60	183,60	38,88
PE tot [kg CO2 eq]	68,60	13922			

PENRT	PERT	EE tot	EE trasporto	EE per eqm	EE trasporto al mq	GWP	GWP trasport	GWP tot	GWP trasport tot	GWP per eqm	GWP trasport per eqm	INFISSI e altro
[MJ/kg]	[MJ/kg]	[MJ]	[MJ]	[MJ/mq]	[MJ/mq]	[kg CO2 eq/k]	[t CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq/mq]	[kg CO2 eq/mq]	
0,000	1,500	417,30	21,388906	3,90	1,999	-0,470	0,0009781512	-13,075	0,9781512	-1,222	0,09141600000	canniccio (stuoia 130 kg/mc)
33,900	5,860	0,962	0,006475	667,968	53,958	2,440	0,0000002961	0,059	0,0002961	40,992000	0,20563200000	caeriere corda in poliestere per scuretti in canniccio telai fissi e mobili, porte in legno
88,1	1,85	340,011	0,610001	18,890	0,034	2,86	0,0000278964	10,811	0,0278964	0,600600	0,00154980000	legname per arredo occhiali in acciaio per scuretti canniccio sestatura scate - angolari di fessaggio scate - scarpia d'ancoraggio scate - viti per il legno (ottoni) scate - legno (morale abete grezzo) vetro normale ex semidoppio viti per arredo (ottoni)
3,590	17,900	3819,740	100,276619	447,276	11,742	-1,200	0,0045858210	-213,294	4,5858210	-24,975878	0,53698138173	
3,590	17,900	1456,033	38,224097	378,36	9,939	-1,200	0,0017480532	-81,305	1,7480532	-21,140	0,45451201248	
59,100	10,700	1,689	0,006475	1172,640	53,958	4,360	0,0000000335	0,105	0,0002961	73,248000	0,20563200000	
59,100	10,700	0,281	0,001169	1172,640	4,871	4,360	0,0000001974	0,018	0,0000555	73,248000	0,22276800000	
59,100	10,700	1,126	0,004317	1172,640	224,824	4,360	0,00000039975	0,970	0,0001974	73,248000	0,20563200000	
59,100	10,700	22,796	0,087412	1172,640	224,824	4,360	0,00000039975	4,424	0,00009975	73,248000	0,20563200000	
33,900	5,860	1,282	0,006179	667,968	17,234	2,440	0,0000002826	0,079	0,0002826	40,992000	0,14716800000	
3,590	17,900	459,449	6,982956	1020,775	15,518	-1,200	0,0003159425	-23,650	0,3159425	-5,700000	0,17965000000	
3,590	17,900	12615,902	191,781138	58406,953	922,064	-1,200	0,0007106644	-704,471	8,7706644	-27,216000	30,11940000000	
373	9,89	719,945	0,281138	99,38	0,039	30,300	0,0000128578	56,938	0,0128578	7,878	0,00177840000	
33,900	5,860	11,736	0,096638	667,968	707,976	2,440	0,0000023502	0,721	0,00023902	40,992000	0,14716800000	
567,69	47,80	18492,60	368,72	67070,42	2308,86			-987,55	16,45	344,19	33,25	
PE tot [MJ/kg]	605,490	EE tot [MJ]	19852,320	EE tot per eqm [MJ/mq]	69379,381	EC tot [kg CO2 eq]	-951,099	EC tot building [kg CO2 eq]	377,447188			

PENRT	PERT	EE tot	EE trasporto	EE per eqm	EE trasporto al mq	GWP	GWP trasport	GWP tot	GWP trasport tot	GWP per eqm	GWP trasport per eqm
[MJ/kg]	[MJ/kg]	[MJ]	[MJ]	[MJ/mq]	[MJ/mq]	[kg CO2 eq/k]	[t CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq]	[kg CO2 eq/mq]	[kg CO2 eq/mq]
1254,04	200,38	112436,42	7036,74	82380,91	2952,22	558,08	321,80	558,08	321,80	1953,42	61,23
EE tot building [MJ]	119473,158	EE totbuilding [MJ/eqm]	85333,132	EC tot building [kg CO2 eq]	2014,655						

La paglia e il canniccio possono essere coltivati dall'agricoltore. Nei calcoli si è tenuto conto dell'energia primaria ed emissione CO₂ delle balle in paglia, ovvero prevedendo la lavorazione dell'imballatrice. Per ottenere 7800 kg di paglia bisogna disporre di 7098 m² di terreno; per il canniccio invece in 1000 m² si arriva addirittura a 6000 kg. Prendendo allora i dati di progetto risulta che si necessita di 2014,3kg ricavabili da 1833,01 m² per la paglia; per quanto riguarda il canniccio il quale peso totale è 1832 kg servono 305,3 m².

II. Adeguamento strutturale

Sono stati svolti dei calcoli strutturali deduttivi (allegati in appendice a questo capitolo e riassunti accanto ai disegni architettonici) delle intere strutture post-intervento.

Interessante come dalle verifiche sia emerso come questi edifici siano ancora in piedi dopo tre secoli, considerando l'elevata massa delle beole.

Sono stati inoltre verificate le strutture in pallet inserite negli edifici 1, 2 e 3 e le teste delle travi dei solai inserite nelle pareti.

Secondo la classificazione sismica del Piemonte, nella Provincia del Verban-Cusio-Ossola solo Crodo e Baceno ricadono nella zona 3s, mentre i restanti Comuni ricadono in zona 3 (**Deliberazione della Giunta Regionale n. 65-7656 del 21 Maggio 2014**).

E' necessario fare una denuncia ai sensi dell'Art. 93 del DPR. 380 presso il settore sismico (art. 3.1. "zona sismica 3s") solo per ciò che riguarda interventi di rilevanza strutturale in zona 3S "la cui sicurezza possa interessare la pubblica incolumità".

Gli edifici 1, 2, 3, 4, 6 e 7 rientrano nella definizione di "costruzioni esistenti":

Nel **Decreto Ministeriale del 17/01/2018: "Norme Tecniche per le Costruzioni"** le preesistenze sono definite come:

capitolo 8 "Costruzioni esistenti"

è costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, la struttura completamente realizzata.

Si è nella casistica di "riparazione o intervento locale", ovvero "interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione" (**Paragrafo 8.4.3**) per i quali devono essere effettuate verifiche in riferimento alle singole parti o agli elementi interessati degli edifici 1, 2, 3, 4, 6 e 7.

Questi interventi devono essere volti a:

8.4.1 riparazione o intervento locale

- mantenimento o dell'incremento dell'originaria efficacia strutturale della porzione danneggiata (interventi di ripristino, rinforzo o sostituzione di elementi strutturali o di parti di essi non adeguati alla funzione che devono svolgere, ad esempio travi, architravi, coperture, impalcati o

porzioni di impalcato, pilastri, pannelli murari);
 - il ripristino o rinforzo dei collegamenti esistenti tra i singoli componenti o tra parti di essi o la realizzazione di nuovi collegamenti (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di catene/tiranti, chiodature tra elementi lignei di una copertura o di un solaio, tra componenti prefabbricati);
 - la modifica di una parte limitata della struttura (ad es. l'apertura di un vano in una parete, accompagnata da opportuni rinforzi) può rientrare in questa categoria.

È stata verificata la capacità resistente ai carichi verticali e gli interventi impropri avvenuti ipoteticamente negli anni '50-'60 (malte cementizie e catene tagliate), così come gli interassi delle travi del solaio in base al carico d'esercizio dell'attività prevista. Per le spinte orizzontali saranno inseriti ancoraggi e/o catene e irrigidimenti "a secco" legno-legno per solai.

L'edificio 5 rientra invece nel caso della ristrutturazione edilizia, quindi l'indagine è stata effettuata sull'intera struttura per la quale sono state analizzate anche le spinte orizzontali del vento e la valutazione sismica della verifica semplificata al cinematismo alle quote di riferimento (entrambe verificate).

Sebbene le fondazioni degli edifici in esame non mostrino alcun segno di cedimento e non siano stati riscontrati danni dovuti alla risalita dell'acqua (trattandosi di un suolo ad alta presenza di sabbia, dunque con limitato potere assorbente), e non si siano verificati smottamenti del terreno, si è preferito comunque indagare tutte le strutture fino alla verifica a compressione delle fondazioni per un eventuale dimensionamento in funzione dei nuovi valori dei carichi d'esercizio.

Tale verifica si giustifica anche in considerazione del fatto che queste costruzioni non presentano delle vere e proprie fondazioni se non muratura che poggia sullo strato roccioso riscontrabile al massimo a 50 cm di profondità.

Si è cercato quindi di rispondere ai seguenti criteri:

8.7.4 "Criteri e tipi di intervento"

In generale dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- riparazione di eventuali danni presenti
- riduzione delle carenze dovute ad errori grossolani;
- miglioramento della capacità deformativa ("duttilità") di singoli elementi,
- riduzione delle condizioni che determinano situazioni di forte irregolarità

- regolarità degli edifici, in termini di massa, resistenza e/o rigidità, anche legate alla presenza di elementi non strutturali;
- riduzione delle masse, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso,
- riduzione dell'impegno degli elementi strutturali originari mediante l'introduzione di sistemi d'isolamento o di dissipazione di energia,
- riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti,
- miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali,
- incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali
- realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici o interposizione di materiali atti ad attenuare gli urti.
- miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario.

La prima verifica è stata svolta sul solaio originale in modo da verificarne la stabilità e la correttezza dell'interasse "i" tra le travi.

Si è potuto così dimostrare che l'interasse del solaio dello stato di fatto non è mai verificato. Si è dunque proceduto all'analisi del solaio di progetto per un suo corretto ridimensionamento. Dove possibile sono state mantenute le travi originali, inserendo le nuove per diminuire l'interasse analizzato nelle verifiche di ridimensionamento.

L'analisi dei carichi è stata effettuata su tutta la sezione parzializzata di ciascun edificio nel proprio stato di progetto.

È stata presa come riferimento la combinazione fondamentale dello stato limite ultimo "STR" (con coefficienti del caso sfavorevole) assumendo il carico della neve come calcolo principale gravante.

È stata dunque verificata la resistenza delle strutture lignee portanti (puntone, dormiente, *blockbau* con verifica dell'ultima trave e delle teste delle travi del solaio); è stato verificato il dimensionamento del solaio (nuovi interassi di progetto), l'eccentricità della struttura (Varignon su sezione parzializzata per trovare l'eccentricità che ricada nel terzo medio) e la resistenza delle fondazioni (verifica a compressione e dimensionamento).

La spinta del terreno varia in base alla sua morfologia: in tutti i casi le strutture sono poggianti su roccia tranne l'edificio 6 nel cui progetto è previsto uno scavo e la realizzazione di un cordolo in cemento armato. In questo caso sono stati adottati i valori del terreno vegetale per considerare il caso più sfavorevole. Questi edifici hanno una "fondazione" costituita dalla continuazione del muro sottoterra di circa 50 cm, poggiando su roccia stratificata a bassa resistenza. Verifica a compressione e dimensionamento delle fondazioni. Tutte le pareti in pietra sono calcolate con le iniezioni di calce previste in progetto.

Per la verifica dei carichi verticali sul *blockbau* si è ipotizzata una semplificazione verificando se l'ultimo tronco sia in grado di sopportare tutti i carichi verticali (compreso il peso proprio).

I solai di progetto degli edifici 2 e 4, sebbene siano stati verificati deduttivamente, nelle tavole di progetto (e nelle tabelle di prezzo e impatto ambientale) la loro stratigrafia prevede un irrigidimento "a secco" per contrastare eventuali spinte orizzontali, ovvero l'impiego di viti strutturali che dal tavolato si inseriscono nelle travi a determinate distanze indicate nelle sezioni. Per contrastare le spinte orizzontali delle coperture verranno infine inseriti ancoraggi puntone-puntone, puntone-dormiente ed eventuali catene in acciaio laddove siano state tagliate quelle originarie in legno.

Per la verifica dell'eccentricità nel terzo medio secondo il metodo di Varignon è stato utilizzato l'interasse delle catene della copertura come preferenza soggettiva nella sezione parzializzata indagata di volta in volta.

Il modulo in pallet a struttura scatolare è stato svolto studiando gli incastri tra le varie parti concepite come un modulo in pallet riempito di calce e intonacato in calce (pastellone) rendendo la superficie impermeabile e liscia come richiesto dalle norme d'igiene. Sono stati effettuati calcoli deduttivi per verificare la stabilità di tale struttura che andrà ad adattarsi negli edifici 1, 2 e 3.

Una criticità riscontrata riguarda le essenze lignee originarie: larice e castagno sono quelle maggiormente impiegate per le strutture portanti. È verificata la compressione perpendicolare alla fibratura dei dormienti in castagno, mentre non sono verificati quelli in larice, tranne quello dell'edificio 6 poiché non ci sono più le piode originarie. Bisogna però considerare che i valori richiesti dalle norme tecniche non rappresentano i valori di un legno di secoli fa.

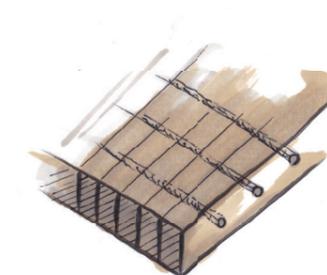
Tutte le restanti verifiche di resistenza del larice sono convalidate sia per i puntoni sia per il *blockbau*.

È verificata la resistenza dell'abete per i solai di progetto (rimosso nell'edificio 3 e inserito un irrigidimento delle pareti tramite terrapaglia) e per la struttura portante della copertura dell'edificio 5.

Le fondazioni esistenti sono tutte verificate a compressione; quella dell'edificio 6 prevede l'inserimento di un cordolo il quale è stato dimensionato.

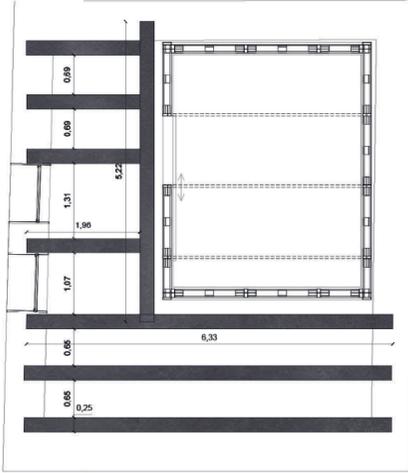
Dai calcoli strutturali è emerso come per il valore dei carichi d'esercizio per i magazzini sia $q_k=6$ kN/m² con un interasse tra travi del solaio di 0.45m. In un contesto agricolo con piccoli macchinari (e fino a un massimo di cinque lavoratori) sarebbe congruente utilizzare $q_k=2$ kN/m², solitamente dedicato al residenziale.

Se si potrà adottare $q_k=2$ kN/m² si manterrà l'interasse di 0.9m per entrambe le parti dell'edificio. In caso contrario si potrà optare per un solaio continuo (*Brettstapel*) per la parte dell'edificio ospitante le lavorazioni e deposito.

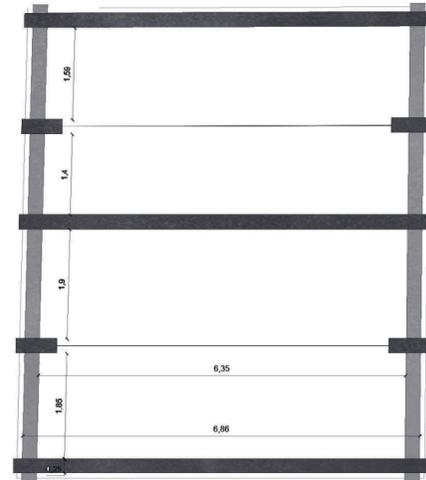


Stato di progetto

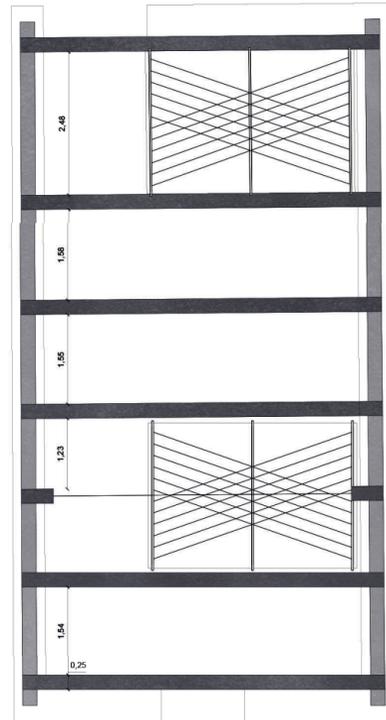
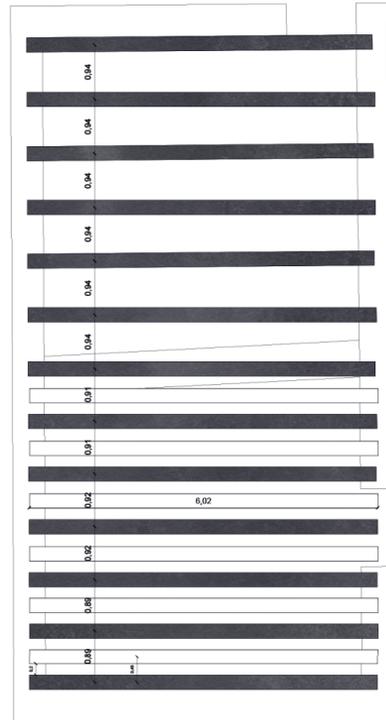
Pianta solaio intermedio (1:100)



Pianta - catene (1:100)



Edificio 1

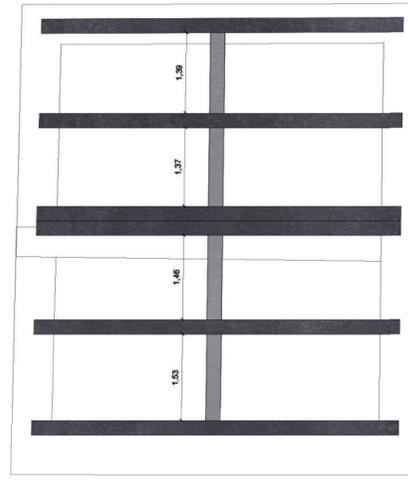


Edificio 2

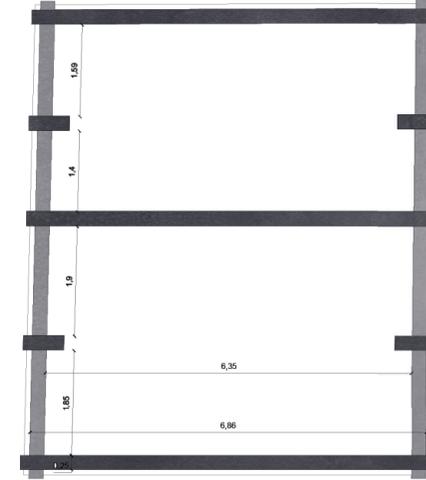


Stato di fatto

Pianta solaio intermedio (1:100)

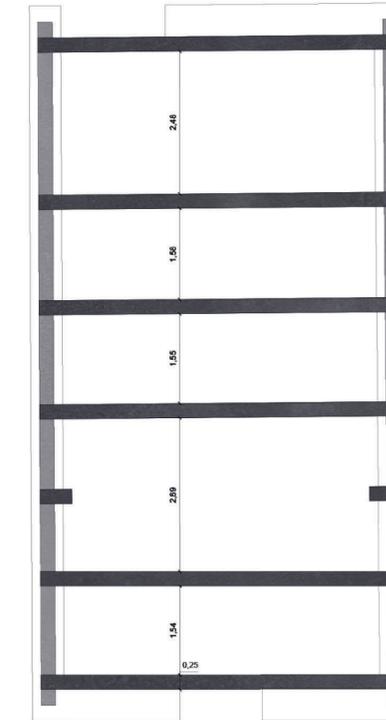
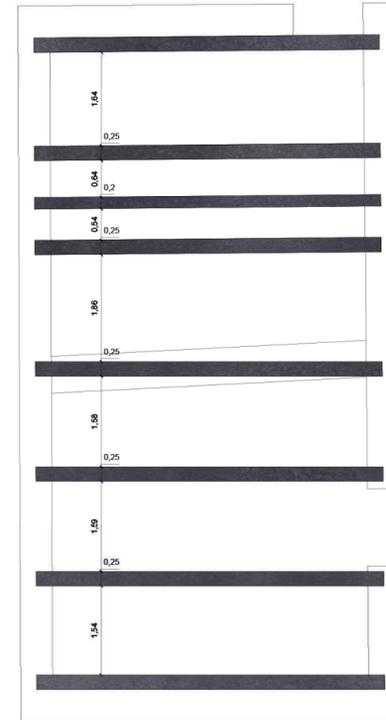
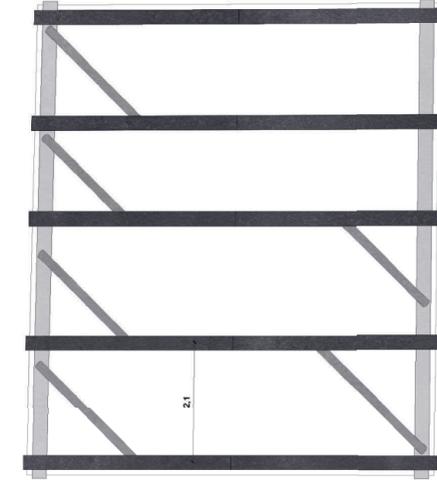


Pianta - catene (1:100)



Edificio 1

Pianta - puntoni e rittane (1:100)

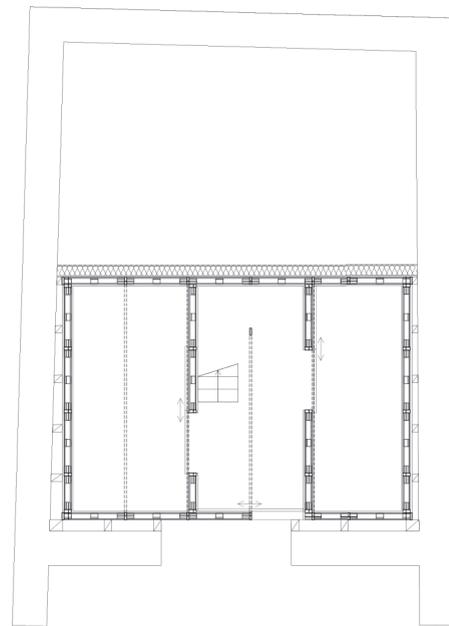


Edificio 2

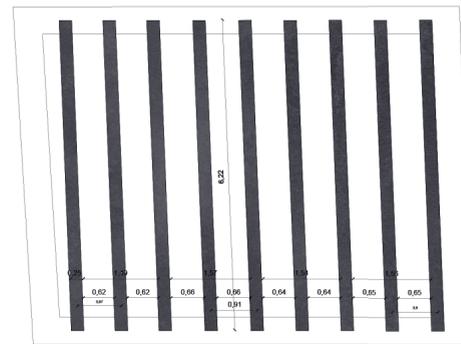


Stato di progetto

Pianta solaio intermedio (1:100)



Edificio 3

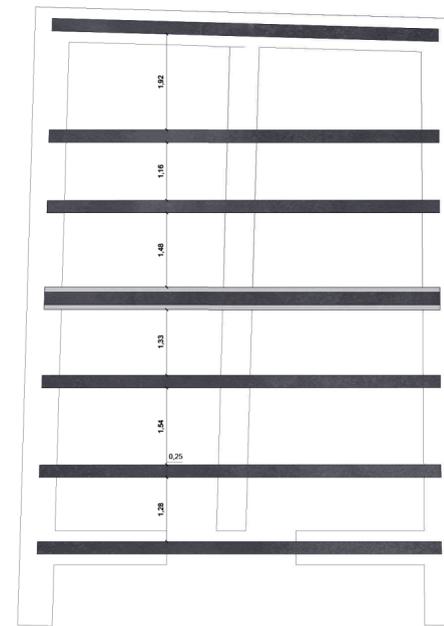


Edificio 4

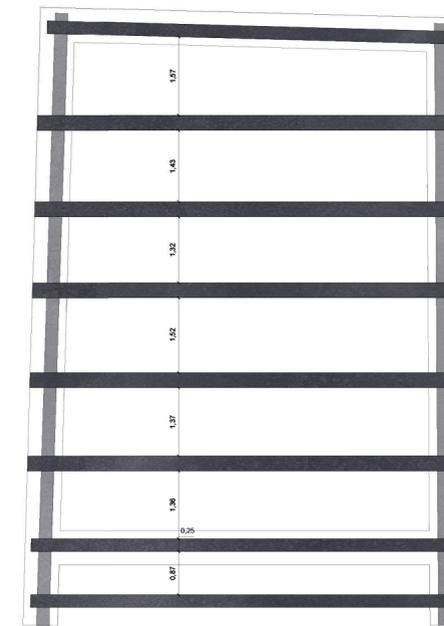


Stato di fatto

Pianta solaio intermedio (1:100)

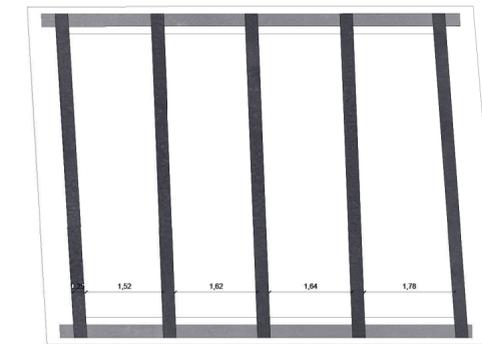
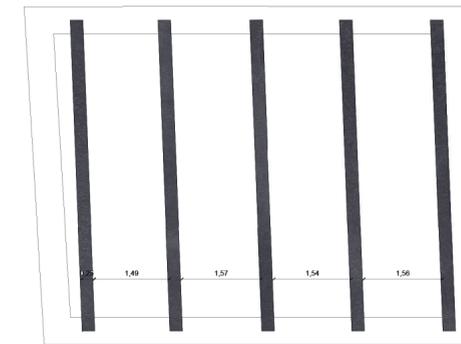
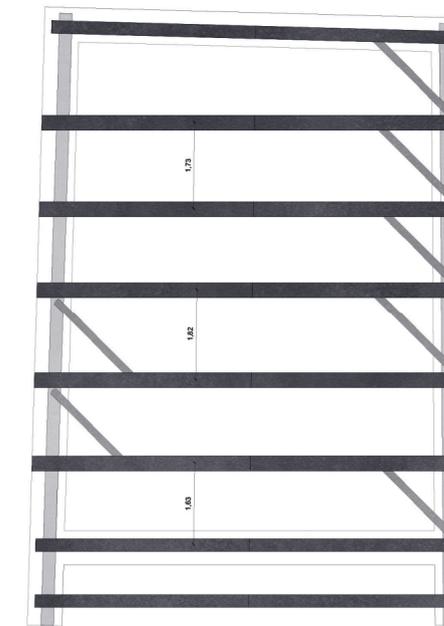


Pianta - catene (1:100)



Edificio 3

Pianta - puntoni e rittane (1:100)



Edificio 4



	kg/m³	kN/m³
PESO SPECIFICO DEL LEGNO		
Abete, castagno, larice	-	6
PESI UNITARI DI VOLUME		
1KN = 101,97 kg		
Argilla (finitura)	1700	16,67
Barriera all'acqua	1200	11,77
Bentonite	920	9,02
Beola	2670	26,18
Calce (finitura e iniezione)	1600	15,69
Canna palustre	190	1,86
Cellulosa	48	0,47
cemento (finitura)	2000	19,61
Cemento armato	2325	22,8
Paglia in balle	109	1,07
Serizzo	2657	26,05
Terrapaglia	800	7,8

VALORI DEI CARICHI D'ESERCIZIO PER LE DIVERSE CATEGORIE	q _k	COMBINAZIONE FONTAMENTALE "STR"	ψ
A. ambienti ad uso residenziale	2,00 kN/m²	G1 strutturali permanenti	1,3
C. ambienti suscettibili ad affollamento	5,00 kN/m²	G2 non strutturali permanenti	1,5
D. ambienti ad uso commerciale	4,00 kN/m²	Q carichi variabili	1,5
D.1 negozi			
E. magazzini	6,00 kN/m²		
F-G. rimesse	2,50 kN/m²		
H. coperture e sottotetti sola manutenzione	0,50 kN/m²		

[fonte: NTC 2018]

Calce edificio 2

tanfo parrucchiere
 traie
 tavole

Carico TOT $F_d = (0,2 \times 1,3) + (0,18 \times 1,5) + (6 \times 1,5) = 9,53 \text{ kN/m}^2$

Carico gravante al metro lineare:
 $q_{ml} = 9,53 \times 1,8 = 17,1 \text{ kN/m}$

TRAIE
 Verifica alla resistenza:
 Resistenza di calcolo per flessione
 $f_{m,rd} = \frac{K_{mod} \times f_{m,k}}{\gamma_m} = \frac{0,70 \times 24}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2$

$M_d = \frac{1}{8} \times q_{ml} \times (l_r + 1,0)^2 = \frac{1}{8} \times 17,1 \times (6 + 1,0)^2 = 84,8 \text{ kNm}$

$W_{pl,y} = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \cdot 250 \text{ [mm]} \cdot 250^2 \text{ [mm}^3] = 260416 \text{ mm}^3$

$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_{pl,y}} = \frac{84,8 \times 10^6}{260416 \times 10^3} = 32,56 \text{ N/mm}^2$

Il valore spinto non può essere verificato nel caso di trave a momento. Si consiglia di aggiungere traie.

Copertura con trave esistente

traverse
 traie
 catena
 RADICE/CONDIVISE

Carico TOT $F_d = (0,25 \times 0,25) \times 1,3 + (0,25 \times 1,5) \times 1,5 + (0,18 \times 1,5) \times 3 = 8,53 \text{ kN/m}^2$

Carico gravante al metro lineare:
 $q_{ml} = F_d \times l = 8,53 \times 1,5 = 12,795 \text{ kN/m}$

Verifica alla compressione:
 $f_{c,90,d} = \frac{K_{mod} \times f_{c,90,k}}{\gamma_m} = \frac{0,7 \times 8}{1,3} = 4,31 \text{ N/mm}^2$

$N_{c,90,d} = q_{ml} \times l = 12,795 \times 1,5 = 19,19 \text{ kN}$

$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_{c,90,d}}{A} = \frac{19,19 \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^3} = 0,307 \text{ N/mm}^2$

OK verificato CASTRATO

Consegni
 Puntone $0,25 \times 0,25 \times 6 = 0,375 \text{ kN/m}^2$

Carico TOT $F_d = (0,25 \times 0,25) \times 1,3 + (0,25 \times 1,5) \times 1,5 + (0,18 \times 1,5) \times 3 = 8,53 \text{ kN/m}^2$

Carico gravante al metro lineare:
 $q_{ml} = F_d \times l = 8,53 \times 1,5 = 12,795 \text{ kN/m}$

Verifica alla flessione:
 $f_{m,rd} = \frac{K_{mod} \times f_{m,k}}{\gamma_m} = \frac{0,70 \times 24}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2$

$M_d = \frac{1}{8} \times q_{ml} \times (l_r + 1,0)^2 = \frac{1}{8} \times 17,1 \times (6 + 1,0)^2 = 84,8 \text{ kNm}$

$W_{pl,y} = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \cdot 250 \text{ [mm]} \cdot 250^2 \text{ [mm}^3] = 260416 \text{ mm}^3$

$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_{pl,y}} = \frac{84,8 \times 10^6}{260416 \times 10^3} = 32,56 \text{ N/mm}^2$

Verifica a flessione (flessione superiore)

$q_d = 20,6 \text{ kN/m}$ luce del ponte = 4 m
 $H_d = \frac{1}{8} q_d l^2 = \frac{1}{8} \times 20,6 \times 4^2 = 41,2 \text{ kNm}$

Che viene scomposta nelle componenti H_{dx} e H_{dy}

Moduli di resistenza $W_x = \frac{1}{6} b h^2$
 $W_x = \frac{250 \times 400^2}{6} = 6666666,67 \text{ mm}^3$
 $W_y = \frac{4000 \times 250^2}{6} = 41666666,67 \text{ mm}^3$

$M_{dx} = 41,2 \times \cos 38^\circ = 32,46 \text{ kNm}$
 $H_{dy} = 41,2 \times \sin 38^\circ = 25,36 \text{ kNm}$

$\sigma_{mx} = \frac{M_{dx}}{W_x} = \frac{32,46 \times 10^6}{6666666,67} = 0,108 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{my} = \frac{H_{dy}}{W_y} = \frac{25,36 \times 10^6}{41666666,67} = 0,60 \text{ N/mm}^2$

$\Rightarrow \sigma_{mxd} = \frac{\sigma_{mx} + \sigma_{my}}{1,12} = \frac{0,108 + 0,6}{1,12} = 0,648 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = \frac{\sigma_{my} - \sigma_{mx}}{1,12} = \frac{0,6 - 0,108}{1,12} = 0,436 \text{ N/mm}^2$

1) $\frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + 0,7 \times \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1$
 $0,7 \times \frac{\sigma_{mxd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} \leq 1$
 $0,7 \times \frac{0,648}{11,2} + \frac{0,436}{11,2} = 0,056 \leq 1 \text{ OK}$
 $0,7 \times \frac{0,648}{11,2} + \frac{0,436}{11,2} = 0,056 \leq 1 \text{ OK}$

La verifica a flessione nel pontone è VERIFICATA.

Dimostrazione che se si taglia la catena non si altera la struttura.

Solito di progetto

interasse con travi nove

Tavole 1 $0,12 \times 6 = 0,02 \text{ kN/m}^2$
 Travi $\frac{0,5 \times 0,5}{0,9} \times 6 = 0,102 \text{ kN/m}^2$
 Canna palanca $1,86 \times 0,06 = 0,11 \text{ kN/m}^2$
 Tavole 2 $0,03 \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$
 Travi $\frac{0,25 \times 0,25}{0,15} \times 6 = 0,83 \text{ kN/m}^2$
 Strutturale $1,83 \times 1,5 = 1,08 \text{ kN/m}^2$
 Non strutturale $(0,02 + 0,11 + 0,18 + 0,02) \times 1,5 = 0,57 \text{ kN/m}^2$
 Iniziale $6 \times 1,5 = 9 \text{ kN/m}^2$
 $F_d = 10,65 \text{ kN/m}^2$ CARICO FONDAMENTALE
 $q_{ME} = F_d \times i = 10,65 \times 0,45 = 4,8 \text{ kN/m}$

Volume pontone di muro = $0,9 \times 0,55 \times 2 = 0,99 \text{ m}^3$

$\left[\frac{\text{m}^2}{\text{m}} \right] \frac{h \times s}{i} = \frac{2 \times 0,55}{0,9} = 1,22 \text{ m}$

$q_{p \text{ muro}} = 1,22 \times 26,05 = 31,78 \text{ kN/m}^2$
 $G_{muro} = 31,78 \times 1,3 = 41,31 \text{ kN/m}^2$
 $q_{p \text{ intonaco a calce}} = \frac{2 \times 0,03 \times 15,69}{0,9} = 0,94 \text{ kN/m}^2$
 $q_{p \text{ inerti a calce}} = 15,69 \times 1,22 \times \frac{25}{100} = 4,78 \text{ kN/m}^2$

$F_{d \text{ muro}} = (31,78 \times 1,3) + (0,94 \times 1,3) + (4,78 \times 1,3) = 48,93 \text{ kN/m}^2$

ECCENTRICITÀ

$N \cdot U = (P_c \cdot \frac{m}{2}) + (P_s \cdot \frac{m}{3}) + (P_{m1} \cdot \frac{m}{2}) + (P_{m2} \cdot \frac{m}{2})$

→ Travi NOT della mia sezione parzializzata (tempo in considerazione e interasse delle catene della apertura come preferenza geometrica).

Deposito - finestra invernale $U = [\text{cm}]$

Verifica infine se l'eccentricità ricade nel terzo medio:

$e = \frac{m}{2} - U$
 $e < \frac{m}{6}$ Verificato

"e" per trazione e compressione max e min:
 $\sigma = \frac{N}{A} \cdot (-1 \pm \frac{6e}{m})$

eccentricità edifici 2

$m = 0,55 \text{ m}$
 $e = 6 \text{ cm}$ (lunghezza presa dagli interassi dei dischi/radii)

$i = 1,5$ (salta a priori, arbitrario)

Cano copertina (R.O.) una FD in proiezione orizzontale
 $Sep = \frac{l}{2} \times U = \frac{6}{2} \times 1,5 = 4,5 \text{ m}^2$
 $P_{cop} = Sep \cdot F_{d \text{ cop}} = 4,5 \text{ m}^2 \times 14,14 \text{ kN/m}^2 = 63,2 \text{ kN}$

Cano alais
 $S_s = (\frac{l}{2} - \frac{m}{3}) \times i = (\frac{6}{2} - \frac{0,55}{3}) \times 1,5 = 4,64 \text{ m}^2$
 $P_s = 4,64 \times 10,65 = 49,4 \text{ kN}$

Verifica a flessione nel pontone

$f_{md} = \frac{1}{8} q_d l^2 = \frac{1}{8} \times 20,6 \times 4^2 = 41,2 \text{ kNm}$
 $W_m = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \times 250 \times 400^2 = 6666666,67 \text{ mm}^3$
 $\sigma_{md} = \frac{f_{md}}{W_m} = \frac{41,2 \times 10^6}{6666666,67} = 23,81 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{md} = 9,14 < f_{md} \text{ OK}$

Travatura

Smellatura travatura $\lambda = \frac{h_0}{i} \leq 12$

Selezione $\lambda = \frac{200}{55} = 3,63$

Smellatura VERIFICATA

Considero una porzione di muro:

Volume porzione di muro = $0,9 \times 0,55 \times 1,8 = 0,89 \text{ m}^3$

$\left[\frac{\text{m}^2}{\text{m}} \right] \frac{h \times s}{i} = \frac{1,8 \times 0,55}{0,9} = 1,1 \text{ m}$

$q_{p \text{ muro}} = 1,1 \times 26,05 \text{ kN/m}^2 = 28,65 \text{ kN/m}^2$
 $G_{muro} (q \text{ strati perni}) = 28,65 \times 1,3 = 37,25 \text{ kN/m}^2$
 $q_{p \text{ intonaco a calce}} = \frac{1,8 \times 0,03}{0,9} \times 15,69 = 0,94 \text{ kN/m}^2$
 $q_{p \text{ inerti a calce}} = 15,69 \times 1,1 \times \frac{25}{100} = 4,3 \text{ kN/m}^2$
 $F_{d \text{ muro}} = (28,65 \times 1,3) + (0,94 \times 1,3) + (4,3 \times 1,3) = 37,24 + 1,21 + 5,59 = 44,04 \text{ kN/m}^2$

Cano muro 1 $P_{m1} = P \times i \times F_{d \text{ muro}} = [\text{KN}]$
 $P_{m1} = (0,55 \times 1,5) \times 44,04 = 36,49 \text{ kN}$

Cano muro 2
 $P_{m2} = (0,55 \times 1,5) \times 48,93 = 40,36 \text{ kN}$

NOT per parzializzata = $63,2 + 49,4 + 36,49 + 40,36 = 191,45 \text{ kN}$

→ Verifica $[\text{KN}] \times [\text{cm}] = [\text{KN}] \cdot \text{m}$
 $u = \frac{N \cdot e}{G}$
 $(63,2 \times \frac{55}{2}) + (49,4 \times \frac{55}{3}) + (36,49 \times \frac{55}{2}) + (40,36 \times \frac{55}{2}) = N \cdot u$
 $4813,09 = 191,45 \cdot u$
 $u = \frac{4813,09}{191,45} = 25,13 \text{ cm}$
 $e = \frac{m}{2} - u = \frac{55}{2} - 25,13 = 2,44 \text{ cm}$
 $\frac{e}{m} = \frac{2,44}{55} = 0,044 < \frac{1}{6}$ VERIFICATO

$\sigma = \frac{N}{A} \cdot (-1 \pm \frac{6e}{m}) = \frac{191,45 \times 10^3}{55 \times 150} \cdot (-1 \pm \frac{6 \cdot 2,44}{55})$
 $= -0,29 \text{ N/mm}^2$

Fondazione

Tenendo conto che questi edifici hanno una fondazione costituita dalla cartinaia del muro sottostante di circa 50 cm, poggiante su roccia stratificata a bassa resistenza.

$N + G = 191,45 \text{ kN}$
 $G = \frac{1}{15} \cdot N$
 $N + G = 191,45$
 $N + \frac{1}{15} N = 191,45$
 $N = 175,7 \text{ kN}$
 $G = 15,75 \text{ kN}$

Area della superficie di fondazione $A = N + G$

Se considero un metro di canolo

Verifica a compressione
 $\sigma = \frac{N}{A} \cdot (-1 \pm \frac{6e}{m})$
 $\sigma < 1$ Verificato

$T = N/A < T_{90}$ Verificato = $0,21 \cdot f_{ck}$

Fondazione (Fig. 2) $\sigma_{fondo} = 1$

$N = 10,145 \text{ KN}$
 $G = \frac{1}{15} N = \frac{1}{15} \cdot 10,145 = 0,676 \text{ KN}$

$N + G = 10,145 + 0,676 = 10,821 \text{ KN}$

$A = \frac{N+G}{\sigma_{fondo}} = \frac{10,821}{100} = 0,10821 \text{ m}^2$

CONSIDERO 1m di fondazione: $t = \text{larghezza fondazione}$
 $t = 204 \cdot 10^{-3} = 204 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$

Verifica compressione
 $\sigma_t = \frac{N+G}{A} (1 \pm \frac{6e}{l}) = \frac{10,821 \cdot 10^3}{100 \cdot 21} (1 \pm \frac{6 \cdot 2,14}{21})$

$\sigma_{tmax} < \sigma_{tlim}$

$\sigma_{tmax} = 1,19 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{tmin} = 0,3 \text{ N/mm}^2$

$\tau = \frac{N+G}{A} = \frac{10,821 \cdot 10^3}{100 \cdot 210} = 0,515 \text{ N/mm}^2 < \tau_{lim}$

$A = \frac{N+G}{\sigma_{fondo}} = \frac{N}{\sigma_{fondo}} = \frac{N}{\text{N/mm}^2} = [\text{N}] \cdot [\text{mm}^2] = [\text{mm}^2]$

$N/\text{cm}^2 \rightarrow \text{N/mm}^2$

$N \rightarrow [\text{KN} \cdot 10^3]$

$[\text{N}] \cdot [\text{mm}^2] = [\text{N} \cdot \text{mm}]$

ALCALI EDIFICIO 3

apertura con falda esistente 33°

Piade $(26,18 \times 0,07) \times 3 = 5,49 \text{ KN/m}^2$

Comenti $\frac{0,1 \times 0,1}{0,3} \times 6 = 0,2 \text{ KN/m}^2$

Punte $\frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,12 \text{ KN/m}^2$

Neve $q_{sk} = 1,35 \times [1 + (\frac{800}{228})^2] = 3,06 \text{ KN/m}^2$

$\mu_1 = 0,8 \times (\frac{60-33}{30}) = 0,72$

$q_{1d} = \mu_{1d} \times q_{sk} = 0,72 \times 3,06 = 2,20 \text{ KN/m}^2$

$q_{1d,corr} = 1,62 \times \cos 33 = 1,36 \text{ KN/m}^2$

catena $\frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,12 \text{ KN/m}^2$

Densità $\frac{0,25 \times 0,25}{1,7} \times 6 = 0,22 \text{ KN/m}^2$

Panconi $(0,22 + 0,22 + 0,22) \times 1,3 = 0,86 \text{ KN/m}^2$

10 travi $(5,49 + 0,2) \times 1,5 = 8,55 \text{ KN/m}^2$

Neve $1,36 \times 1,5 = 2,04 \text{ KN/m}^2$

$F_d \text{ (piade)} = 0,86 + 8,55 + 2,04 = 11,45 \text{ KN/m}^2$

$F_d \text{ in proiezione} = \frac{11,45}{\cos 33} = 13,65 \text{ KN/m}^2$

Verifica Densità $q_{1d,corr} \times 1,7 = 23,12 \text{ KN/m}^2$

$q_{1d,corr} = k_{red} \times q_{sk} = 0,7 \times 3,06 = 2,14 \text{ N/mm}^2$

$N_{c,1d} = q_{1d} \times l = 23,12 \times 7,98 = 185,5 \text{ KN}$

temperatura PT

$h_{tot} = 1,7 \times 2,3 \times 0,68 = 2,66 \text{ m}^3$

$h_{la} = 2,79 = 2,75 \times 1,01$

$\lambda = \frac{h}{x} \leq 12$

$\lambda = \frac{2,79}{0,68} = 4,1 \leq 12$

$i = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0,81$

$\rho_{temp} = \frac{4 \cdot \lambda}{i} \times \gamma = \frac{4 \cdot 4,1}{0,81} \times 26,05 = 23,06 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,tem} = 23,06 \times 4,3 = 99,14 \text{ KN/m}^2$

Inerzia calce $I_{xc} = 15,69 \times 0,38 \times 25 = 3,16 \text{ m}^4$

$F_{d,iner} = 3,6 \times 1,3 = 4,68 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,tem+iner} = 99,14 + 4,68 = 103,82 \text{ KN/m}^2$

Temperatura

$\rho_{temp} = 2,2 \times 0,15 \times 7,8 = 2,57 \text{ KN/m}^2$

$\rho_{temp,2} = \frac{4,75 \times 0,15}{1,7} \times 7,8 = 3,27 \text{ KN/m}^2$

area tempogin $\frac{1}{5}$

$\rho_{temp} = \frac{0,51 \times 0,25}{1,7} \times 7,8 = 0,59 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,tem} = 0,59 \times 1,5 = 0,88 \text{ KN/m}^2$

n.B. Conto della "curvatura" delle catene della copertura non viene considerato nei calcoli di tutti gli edifici poiché irrilevante.

es: $\frac{0,51 \times 0,25}{1,7} \times 7,8 = 0,59 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,temogin} = 1,48 \times 1,5 = 2,22 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,temogin} = 3,27 \times 1,5 = 4,9 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,temogin,2} = \frac{4,75 \times 0,15}{1,7} \times 6 = 2,46 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,totale} = 2,86 + 35,83 + 0,88 + 2,22 + 4,9 + 2,46 = 49,15 \text{ KN/m}^2$

ECCENTRALITA

$h = 0,83$

$e = 0,69 \times 1,5 = 1,035$

$\rho = 8,7$

$\lambda = 1,7$

area copertura

$S_{cop} = \frac{l}{2} \times 1,7 = \frac{10}{2} \times 1,7 = 8,5 \text{ m}^2$

$P_{sup} = S_{cop} \times F_{d,totale} = 8,5 \times 49,15 = 417,77 \text{ KN}$

area PT (area tempogin)

$\rho_{temp} = \frac{1,6}{2} \times \frac{1,23}{2} = 0,25$

$(0,25 \times 1,7) \times (35,83 + \frac{7,27}{2} + \frac{2,46}{2}) = 52,6 \text{ KN}$

area P10 (calce, catene e tempogin)

$(0,25 \times 1,7) \times (2,86 + 0,88 + 1,48 + \frac{3,27}{2}) + \frac{2,46}{2} = 11,44 \text{ KN}$

$c_{1,00d} = \frac{2 N_{c,00d}}{A} = \frac{2 \times 185,5}{625 \times 10^2} = 5,95 \text{ N/mm}^2$

Il carico viene man e verificato!

Carico sul puntone $c_{1,00d} \times A_{puntone} = 5,95 \times 1,6 = 9,52 \text{ KN}$

$F_d = (0,22 \times 1,3) + 2,55 + 2,04 = 4,87 \text{ KN/m}^2$

per retto lineare di puntone $q_{1d} = F_d \times i = 4,87 \times 1,7 = 8,28 \text{ KN/m}$

in proiezione $q'_1 = \frac{8,28}{\cos 33} = 9,91 \text{ KN/m}$

Verifica a flessione

$q_d = 22,02 \text{ KN/m}$

$l = 6 \text{ m}$

$M_d = \frac{1}{8} q_d \times l^2 = \frac{1}{8} \times 22,02 \times 6^2 = 81,07 \text{ KNm}$

$M_{t,d} = 22,02 \times 6 \times \cos 33 = 109,51 \text{ KNm}$

$M_{t,d} = 22,02 \times 6 \times 1,23 = 163,78 \text{ KNm}$

Stabilità di resistenza:

$W_{ex} = 250 \times 5420^2 = 1092266 \times 10^3 \text{ mm}^3$

$W_{fy} = \frac{250 \times 5420^2}{6} = 53333 \times 10^3 \text{ mm}^3$

$\sigma_{t,d} = \frac{M_{d,d}}{W_{ex}} = \frac{60,51 \times 10^6}{1092266 \times 10^3} = 0,055 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t,d} = \frac{M_{t,d}}{W_{fy}} = \frac{39,29 \times 10^6}{53333 \times 10^3} = 0,73 \text{ N/mm}^2$

$0,2 \times \frac{\sigma_{t,d}}{\sigma_{t,lim}} + \frac{\sigma_{t,d}}{\sigma_{t,lim}} \leq 1$

$0,2 \times \frac{0,055}{1,20} + \frac{0,73}{1,20} = 0,068 \leq 1$ (OK)

$0,2 \times \frac{\sigma_{t,d}}{\sigma_{t,lim}} + \frac{\sigma_{t,d}}{\sigma_{t,lim}} \leq 1$

$0,2 \times \frac{0,055}{1,20} + \frac{0,73}{1,20} = 0,05 \leq 1$ (OK)

Bloccare e analisi su ultimo tramo della sovrapposizione.

10 travi bloccate

$h \cdot \lambda = \frac{2,3 \times 0,68}{1,7} = 0,92$

$\rho_{trave} = \frac{4 \cdot \lambda}{i} \times \gamma = \frac{4 \cdot 0,92}{1,7} \times 26 = 5,66 \text{ KN/m}^2$

$\rho_{travi} = 10 \times 0,22 = 2,2 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,bloccare} = 2,2 \times 1,3 = 2,86 \text{ KN/m}^2$

retro lineare $q_{1d} = 2,86 \times 1,7 = 4,86 \text{ KN/m}$

Verifica sul ultimo tramo

$q_{1d} \text{ (proiezione)} = 13,65 \times 1,7 = 23,2 \text{ KN/m}$

$N_{c,00d} \text{ (proiezione)} = 23,2 \text{ KN}$

$N_{c,00d} \text{ (bloccare)} = \frac{q_{1d} \times l}{2} = \frac{4,86 \times 10}{2} = 24,3 \text{ KN}$

$c_{1,00d} = \frac{2 \times N_{c,00d} \text{ (proiezione)} + N_{c,00d} \text{ (bloccare)}}{A} = \frac{2 \times 23,2 + 24,3 \times 10^3}{25 \times 170 \times 10^2} = 0,149 \text{ N/mm}^2$

$c_{1,00d} \text{ (calce)} = 1,68 \Rightarrow c_{1,00d} < f_{c,00d} \text{ Verificato}$

$N_{TOT} = 116,61 \times 2,6 + 11,4 = 309,02 \text{ KN}$

Variogram

$(P_{sup} \times \frac{l}{2}) + (P_1 \times \frac{l}{2}) + (P_2 \times \frac{l}{2}) = N_m$

$(46,02 \times \frac{8,3}{2}) + (52,6 \times \frac{8,3}{2}) + (11,4 \times \frac{8,3}{2}) = N_m$

$747,083 = 180,02 \text{ m}$

$M = \frac{747,083}{180,02} = 4,15 \text{ cm}$

$e = \frac{M}{N} = \frac{4,15}{180,02} = 0,023$

$\sigma = \frac{180,02 \times 10^3}{83 \times 170 \times 10^2} \times (-1) = -0,13 \text{ N/mm}^2$

Fondazione

$N = 180,02 \text{ KN}$

$G = \frac{1}{15} N = \frac{1}{15} \times 180,02 = 12 \text{ KN}$

$N + G = 192,02 \text{ KN}$

$A = \frac{N+G}{\sigma_{fondo}} = \frac{192,02 \times 10^3}{192 \times 10^3} = 1,0 \text{ m}^2$

$t = \frac{192 \times 10^3}{100} = 192 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$

Verifica a compressione

$(e=0) \sigma_t = \frac{N+G}{A} (-1) = \frac{192,02 \times 10^3}{100 \times 200} (-1) = -0,96 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{tmax} < \sigma_{tlim}$

Si considera sopra 1m

ALCALI EDIFICIO 4

apertura con falda esistente 41°

n.B. progetto travi di impero all'istante tra puntone non viene strutturalmente quindi ometto nei calcoli

Piade $(26,18 \times 0,07) \times 3 = 5,49 \text{ KN/m}^2$

Comenti $\frac{0,1 \times 0,1}{0,3} \times 6 = 0,2 \text{ KN/m}^2$

Punte $\frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,12 \text{ KN/m}^2$

Neve

$q_{sk} = 1,35 \times [1 + (\frac{800}{228})^2] = 3,06 \text{ KN/m}^2$

$\mu_1 = 0,8 \times (\frac{60-41}{30}) = 0,15$

$q_{1d} = \mu_{1d} \times q_{sk} = 0,15 \times 3,06 \times 1,5 = 0,71 \text{ KN/m}^2$

$q_{1d,corr} = 1,37 \times \cos 41 = 1,03 \text{ KN/m}^2$

catena $\frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,12 \text{ KN/m}^2$

Radicale/Densità $\frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,12 \text{ KN/m}^2$

Comenti $(0,2 + 0,2 + 0,2) \times 1,3 = 0,78 \text{ KN/m}^2$

10 travi $(5,49 + 0,2) \times 1,5 = 8,53 \text{ KN/m}^2$

Neve $1,03 \times 1,5 = 1,54 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,totale} = 0,78 + 8,53 + 1,54 = 10,85 \text{ KN/m}^2$

$F_{d,proiezione} = \frac{F_d}{\cos 41} = \frac{10,85}{\cos 41} = 14,38 \text{ KN/m}^2$

$q_{1d} = 14,38 \times 1,5 = 21,57 \text{ KN/m}$

Verifica nel dominio

$f_{c,201d} = \frac{k_{red} \cdot f_{cd}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,7 \cdot 8}{1,15} = 3,73 \text{ N/mm}^2$

$N_{c,201d} = \frac{q_{me} \cdot l}{z} = \frac{27,32 \cdot 6,23}{2} = 85,10 \text{ kN}$

$\sigma_{c,201d} = \frac{2 \cdot N_{c,201d}}{A} = \frac{2 \cdot 85,10 \cdot 10^3}{25 \cdot 25 \cdot 10^2} = 2,72 \text{ N/mm}^2$

Il carico ripete non è verificato: $\frac{0,7 \cdot 3,6}{1,15} = 1,08$ (OK) CASTASNO

Carico nel puntone

$F_d = 8,53 + 1,54 + (0,20 \cdot 1,3) = 10,33 \text{ kN/m}^2$

\rightarrow per metro di area di parete $q_{me} = F_d \cdot l = 10,33 \cdot 1,9 = 19,63 \text{ kN/m}$

\rightarrow in proiezione $q_d = \frac{19,63}{\cos 41} = 26,01 \text{ kN/m}$

Verifica a flessione

$q_d = 26,01 \text{ kN/m}$
 $l = \text{lunghezza parete}$

$M_d = \frac{1}{8} q_d l^2 = \frac{1}{8} \cdot 26,01 \cdot 4,08^2 = 54,12 \text{ kNm}$

$M_{red} = 54,12 \cdot \cos 41 = 40,84 \text{ kNm}$

$M_{def} = 54,12 \cdot \sin 41 = 35,15 \text{ kNm}$

Moduli di resistenza
 $W_x = \frac{250 \cdot 4080^2}{6} = 693600 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$W_y = \frac{250^2 \cdot 4080}{6} = 42500 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$\sigma_{red} = \frac{M_{red}}{W_x} = \frac{40,84 \cdot 10^6}{693600 \cdot 10^3} = 0,058 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{red} = \frac{M_{def}}{W_y} = \frac{35,15 \cdot 10^6}{42500 \cdot 10^3} = 0,83 \text{ N/mm}^2$

$0,7 \frac{\sigma_{red}}{f_{cd}} + \frac{\sigma_{red}}{f_{td}} \leq 1$

$0,7 \frac{0,058}{11,20} + \frac{0,83}{11,20} = 0,077 \leq 1$ (OK)

$\frac{\sigma_{red}}{f_{cd}} + 0,7 \frac{\sigma_{red}}{f_{td}} \leq 1$

$\frac{0,058}{11,20} + 0,7 \frac{0,83}{11,20} = 0,057 < 1$ (OK)

Verifica

Solano di progetto

carichi in = 2

Tavole $0,12 \cdot 6 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

Tavole $0,05 \cdot 0,05 = 0,02 \text{ kN/m}^2$

pannello $= 0,11 \text{ kN/m}^2$

Tavole $2 = 0,03 \cdot 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

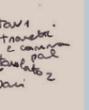
Travi $= \frac{0,25 \cdot 0,25}{0,9} \cdot 6 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

Struttura $0,42 \cdot 1,3 = 0,55 \text{ kN/m}^2$

una travata $(0,07 + 0,11 + 0,18 + 0,02) \cdot 1,5 = 0,37 \text{ kN/m}^2$

lato $2 \cdot 1,5 = 3 \text{ kN/m}^2$

$F_d = 4,8 \text{ kN/m}^2 \rightarrow q_{me} = 4,8 \cdot 0,9 = 3,7 \text{ kN/m}$



Carico soletto

$S_n = \left(\frac{l}{2} - \frac{m}{3}\right) \cdot l = \left(\frac{6,2}{2} - \frac{0,23}{3}\right) \cdot 1,0 = 5,35 \text{ m}^2$

$F_x = S_n \cdot F_{d,so} = 5,35 \cdot 4,12 = 22,04 \text{ kN}$

Carico muro

$P_{m1} = \rho \cdot l \cdot F_{d,muro} = 0,155 \cdot 1,9 \cdot 23,27 = 6,87 \text{ kN}$

Carico muro

$P_{m2} = 0,155 \cdot 1,9 \cdot 23,59 = 6,87 \text{ kN}$

$N_{tot} \text{ nel parete} = 84,7 + 22,04 + 6,87 + 6,87 = 119,47 \text{ kN}$

Verifica a compressione

$\sigma_c = \frac{N_{tot}}{A} = \frac{119,47 \cdot 10^3}{100 \cdot 17} = 7,03 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{c,max} < \sigma_{c,lim}$ (OK)

Fessure

$N = 156,74 \text{ kN}$

$G = \frac{1}{15} N = 10,45 \text{ kN}$

$N+G = 167,19 \text{ kN}$

$A = \frac{N+G}{\sigma_{c,lim}} = \frac{167,19 \cdot 10^3}{16,719} = 10,0 \text{ m}^2$

Carico su di' pancia

$t = \frac{167,19 \cdot 10^3}{1000} = 167,19 \text{ mm}$

Verifica a compressione

$\sigma_c = \frac{N+G}{A} = \frac{167,19 \cdot 10^3}{100 \cdot 17} = 7,03 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{c,max} < \sigma_{c,lim}$ (OK)



Verifica a flessione

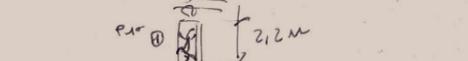
$f_{td} = \frac{0,7 \cdot 8}{1,15} = 3,73 \text{ N/mm}^2$

$M_d = \frac{1}{8} q_{me} (l_t + 1,05)^2 = \frac{1}{8} \cdot 3,7 \cdot (6,2 + 1,05)^2 = 19,6 \text{ kNm}$

$W_{red} = \frac{1}{6} b b^2 = \frac{1}{6} \cdot 250 \cdot 250^2 = 2604,16 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$\sigma_{red} = \frac{M_d}{W_{red}} = \frac{19,6 \cdot 10^6}{2604,16 \cdot 10^3} = 7,5 \text{ N/mm}^2 < f_{td}$ (OK)

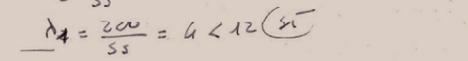
Stabilità



$\lambda = \frac{200}{55} = 3,63 < 12$ (S)

$\lambda = \frac{200}{55} = 4 < 12$ (S)

Pozione di muro considerata:



muro p10

Volume $= 1,9 \cdot 2,2 \cdot 0,155 = 2,3 \text{ m}^3$

Area $= 1,9 \cdot 0,155 = 0,29 \text{ m}^2$

Peso $= \frac{4 \cdot 5}{2} \cdot 8 = \frac{2,2 \cdot 0,155}{1,9} \cdot 26,05 = 16,44 \text{ kN/m}$

Peso in braccetto $= 0,03 \cdot 15,69 = 0,47 \text{ kN/m}^2$

Peso iniezioni $= 15,69 \cdot \frac{2,2 \cdot 0,155}{1,9} \cdot \frac{25}{100} = 7,69 \text{ kN/m}^2$

$F_{d,muro} = (16,44 + 7,69) \cdot 1,7 + (0,47 \cdot 1,5) = 24,57 + 0,7 = 25,27 \text{ kN/m}^2$

Travi

Volume porzione di muro $= 1,9 \cdot 2 \cdot 0,155 = 2,09 \text{ m}^3$

Peso $= \frac{4 \cdot 5}{2} \cdot 8 = \frac{2 \cdot 0,155}{1,9} \cdot 26,05 = 15,14 \text{ kN/m}^2$

Peso iniezioni $= 15,69 \cdot \frac{2 \cdot 0,155}{1,9} \cdot \frac{25}{100} = 2,27 \text{ kN/m}^2$

$F_{d,muro} = (15,14 + 2,27) \cdot 1,3 = 22,59 \text{ kN/m}^2$

Eccentricità

$e = 0,155 \text{ m}$
 $C = 8,25 \text{ m}$
 $i = 119 \text{ m}$
Carico apertura $S_{ap} = \frac{1}{2} \cdot l \cdot i = \frac{6,2}{2} \cdot 119 = 5,89 \text{ m}^2$

$P_{prop} = S_{ap} \cdot F_{d,prop} = 5,89 \cdot 14,38 = 84,7 \text{ kN}$

ALCANTER EDIFICIO S



Apertura di progetto $i = 1,05$

Assiti $= 0,03 \cdot 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Consenti $\frac{0,1 \cdot 0,1}{0,14} \cdot 6 = 0,15 \text{ kN/m}^2$

Tavole $0,03 \cdot 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Iniezioni cellulosa $0,16 \cdot 0,47 = 0,07 \text{ kN/m}^2$

Tavole $0,03 \cdot 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Puntone $\frac{0,25 \cdot 0,25}{1,05} \cdot 6 = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Catena $\frac{0,25 \cdot 0,25}{1,05} \cdot 6 = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Carico neve $q_{ne} = 1,39 \left[1 + \frac{(800 - 41)}{328} \right] = 3,06 \text{ kN/m}^2$

$N_d = 0,8 \cdot \frac{(60 - 41)}{30} = 0,15$

$F_d = N_d \cdot q_{ne} \cdot C_T = 0,15 \cdot 3,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,37 \text{ kN/m}^2$

Peso $= \frac{1}{2} \cdot l \cdot i = \frac{6,2}{2} \cdot 119 = 5,89 \text{ m}^2$

Peso iniezioni $= 1,37 \cdot \cos 41 = 1,03 \text{ kN/m}^2$

Peso iniezioni $= \frac{1}{2} \cdot \frac{0,25 \cdot 0,25}{1,05} \cdot 6 = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Carichi permanenti (0,36+0,36+0,36) x 1,3 = 1,4 kN/m²

Carichi variabili (0,18+0,15+0,18+0,17+0,18) x 1,5 = 1,14 kN/m²

Carico vento 1,03 x 1,5 = 1,54 kN/m²

F_{capottina} = 1,4 + 1,14 + 1,54 = 4,08 kN/m²

F_{impingimento} = Fd / cos α = 4,08 / cos 41 = 5,14 kN/m²

q_{tot} = Fd' x i = 5,14 x 1,05 = 5,39 kN/m

Verifica del davanzale (Cemento-ABETE = ZIS)

q_{0,99d} = $\frac{k_{red} \times q_{0,99e}}{\gamma_n} = \frac{0,17 \times 2,25}{1,5} = 0,25 \text{ kN/m}^2$

Carico a parete in foglio

N_{0,99d} = $\frac{q \times e \times l}{2} = \frac{5,39 \times 5,81}{2} = 15,67 \text{ kN}$

q_{0,99d} = $\frac{2 \times N_{0,99d}}{b \times i} = \frac{2 \times 15,67 \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^2} = 0,50 \text{ kN/m}^2 < q_{0,99d}$ OK

Carico sul puntone

Fd = (0,36 x 1,3) + 1,14 + 1,54 = 3,15 kN/m

per altro carico q_{el} = 3,15 x 1,05 = 3,31 kN/m

per proiezione q_d = $\frac{3,31}{\cos 41} = 4,37 \text{ kN/m}$

Verifica a flessione del puntone

q_d = 4,37 kN/m luce del puntone

l_{td} = $\frac{1}{8} q_d l^2 = \frac{1}{8} \times 4,37 \times 4,18^2 = 23,58 \text{ kNm}$

W_x = $\frac{230 \times 6800^2}{6} = 260000 \times 10^3 \text{ mm}^3$

W_y = $\frac{230^2 \times 6800}{6} = 80000 \times 10^3 \text{ mm}^3$

R_{ed} = 14,2 N/mm²

n = 0,7

M_{td} = 23,58 cos 41 = 17,94 kNm

M_{tdy} = 17,94 sin 41 = 11,75 kNm

M_{tdx} = $\frac{M_{td}}{W_x} = \frac{17,94 \times 10^6}{260000 \times 10^3} = 0,069 \text{ N/mm}^2$

M_{tdy} = $\frac{M_{tdy}}{W_y} = \frac{11,75 \times 10^6}{80000 \times 10^3} = 0,147 \text{ N/mm}^2$

1) $0,7 \frac{\sigma_{tdx}}{R_{ed}} + \frac{\sigma_{tdy}}{R_{ed}} \leq 1$

0,7 $\frac{0,069}{14,2} + \frac{0,147}{14,2} = 0,010 < 1$ OK

2) $\frac{\sigma_{tdx}}{R_{ed}} + 0,7 \frac{\sigma_{tdy}}{R_{ed}} \leq 1$

$\frac{0,069}{14,2} + 0,7 \frac{0,147}{14,2} = 0,017 < 1$ OK

Verificato

PP Parete in Paglia $\frac{0,4 \times 2}{1,05} \times 1,07 = 0,81 \text{ kN/m}^2$

PP Intonaco a calce esterna $\frac{2,5 \times 0,03}{1,05} \times 15,67 = 1,05 \text{ kN/m}^2$

PP Intonaco in terracotta interna $\frac{2,7 \times 0,03}{1,05} \times 16,67 = 1,05 \text{ kN/m}^2$

F_d totale parete p1 = (0,34+0,1) x 1,3 + (5,14+0,81+1,05+1,05) x 1,5 = 5,13 kN/m

F_d totale p1 = $\frac{5,13 \times 2,25}{5,8} = 1,98 \text{ kN}$

PP Pietra $\frac{2,7 \times 0,03}{1,05} \times 26,05 = 3,81 \text{ kN/m}^2$

PP Direzione a calce $15,67 \times \frac{2,7 \times 0,03}{1,05} \times \frac{25}{100} = 5,18 \text{ kN/m}^2$

PP Intonaco in terracotta interna $\frac{2,7 \times 0,03}{1,05} \times 16,67 = 1,29 \text{ kN/m}^2$

PP Battente $\frac{0,145 \times 0,58}{1,05} \times 9,02 = 0,77 \text{ kN/m}^2$

F_d totale muro p1 = (3,81+1,98) x 1,3 + (1,29+0,77) x 1,5 = 6,03 kN/m²

Carico esterno

S_{cap} = $\frac{l}{2} \times i = \frac{5,8}{2} \times 1,05 = 3,04 \text{ m}^2$

P_{cap} = S_{cap} x F_d cap = 3,04 x 5,14 = 15,62 kN

Carico neve

S_n = $(\frac{l}{2} - \frac{h_{n,3}}{4}) \times i = (\frac{5,8}{2} - \frac{0,58 \times 3}{4}) \times 1,05 = 2,13 \text{ m}^2$

P_n = S_n x F_d ne = 2,13 x 4,66 = 9,95 kN

Carico vento p1

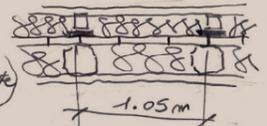
P_{v1} = q₁ x i x F_d muro1 = 0,46 x 1,05 x 5,13 = 2,48 kN

Carico vento p2

P_{v2} = q₂ x i x F_d muro2 = 0,58 x 1,05 x 6,03 = 3,65 kN

V_{TOT} direzione parallela = 15,62 + 9,95 + 2,48 + 3,65 = 64,36 kN

Calcoli di progetto



Ferro n.º nei calce perché insufficiente per i dimetri.

Tavolato 1) 0,02 x 6 = 0,12 kN/m²

Traversi $\frac{0,05 \times 0,05}{1,05} \times 6 = 0,046 \text{ kN/m}^2$

Carina pannello (isolante) 0,16 x 1,86 = 0,11 kN/m²

Tavolato 2) 0,03 x 6 = 0,18 kN/m²

Travi $\frac{0,25 \times 0,25}{1,05} \times 6 = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Isolante cellulare 0,24 x 0,47 = 0,11 kN/m²

Tavolato 3) 0,03 x 6 = 0,18 kN/m²

Struc. per 0,36 x 1,3 = 0,47 kN/m²

Ala struc. per (0,07+0,11+0,14+0,18+0,14+0,18) x 1,5 = 0,99 kN/m²

Carica van 2 x 1,5 = 3 kN/m²

F_d rovinio = 0,47+0,99+3 = 4,46 kN/m²

q_{tot} = 4,46 x 1,05 = 4,68 kN/m

Verifica a flessione del rovinio:

q_{tot} = $\frac{0,7 \times 2,5}{1,5} = 11,2 \text{ N/mm}^2$

l_T = 5,8 m

M_{td} = $\frac{1}{8} q_{tot} (l_T \times 1,05)^2 = \frac{1}{8} \times 11,2 \times (5,8 \times 1,05)^2 = 21,69 \text{ kNm}$

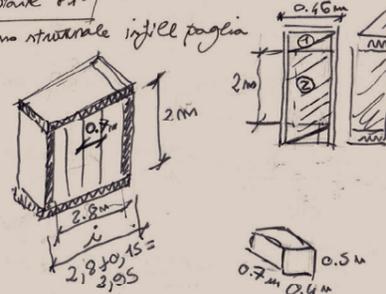
W_n = $\frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \times 230 \times 230^2 = 2604,16 \times 10^3 \text{ mm}^3$

σ_{td} = $\frac{M_{td}}{W_n} = \frac{21,69 \times 10^6}{2604,16 \times 10^3} = 8,32 \text{ N/mm}^2 < R_{ed}$ OK

Verificato

Parete portante p1

legno strutturale infill paglia



PP Pavimento $\frac{0,145 \times 0,46}{1,05} \times 9,02 = 0,65 \text{ kN/m}^2$

PP Legno 1) $\frac{0,15 \times 0,4}{1,05} \times 6 = 0,34 \text{ kN/m}^2$

PP Legno 2) $\frac{a \times b}{l \times t_{ragno}} = \frac{0,15 \times 2}{2,95} = 0,1 \text{ kN/m}^2$

Verifica

Verifica a compressione

N = 64,36

G = $\frac{64,36}{1,5} = 4,33$

N+G = 68,69

A = $\frac{N+G}{\sigma_{amm}} = \frac{68,69 \times 10^3}{1} = 68,69 \times 10^3 \text{ mm}^2$

Considero la m. di fondazione: la

t = $\frac{68,69 \times 10^3}{70 \times 10^3} = 0,98 \text{ m} < 1,0 \text{ m}$ OK

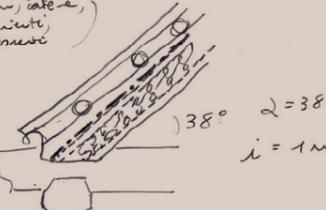
Verifica a compressione

σ_t = $\frac{N+G}{A} (1 \pm \frac{e \times a}{W_x}) = \frac{68,69 \times 10^3}{100 \times 7} (1 \pm \frac{0,16}{2}) = 98,98 (1 \pm 0,03) = 100,88 \text{ N/mm}^2 < 110 \text{ N/mm}^2$ OK

Alcova EDIFICIO G

perla esistente + stratigrafia di progetto

(punti, calce, consenti, conso)



PP Pavimento 0,145 x 0,46 = 0,18 kN/m²

PP Consenti $\frac{0,1 \times 0,1}{0,3} \times 6 = 0,2 \text{ kN/m}^2$

PP Pavimento 0,25 x 0,25 x 6 = 0,37 kN/m²

PP Bandiera imp 0,145 x 1,177 = 0,16 kN/m²

PP Tavolato 1) 0,03 x 6 = 0,18 kN/m²

PP Tavolato 2) 0,03 x 6 = 0,18 kN/m²

PP Isolante in parete 1,86 x 0,11 = 0,2 kN/m²

PP Atterro 0,25 x 0,25 x 6 = 0,37 kN/m²

PP Pavimento 0,25 x 0,25 x 6 = 0,37 kN/m²

PP Muro 1,39 x [1 + $\frac{200}{728}$] = 3,06 kN/m²

PP Muro 0,8 x $(\frac{60-38}{30})$ = 0,59

$q_n = 4,9 \text{ m}^2 \text{ Gt} = 0,159 \times 3,06 \times 10,9 \times 1 = 1,62 \text{ kN/m}^2$

$q_n \text{ card} = 1,62 \cos 38 = 1,28 \text{ kN/m}^2$

$F_{\text{della}} = (0,137 + 0,137 + 0,137) \times 1,3 + (0,118 + 0,12 + 0,106 + 0,118 + 0,12) \times 1,5 + (1,28 \times 1,5) = 1,144 + 1,5 + 1,92 = 4,564 \text{ kN/m}^2$

$F_{\text{d' in proiezione}} = \frac{F_d}{\cos 38} = \frac{4,564}{0,788} = 5,79 \text{ kN/m}^2$

$q_{\text{el}} = 6,17 \times 1 = 6,17 \text{ kN/m}$

Verifica nel direzione
 $f_{\text{cond}} = \frac{h_{\text{mod}} \times f_{\text{cond}}}{r} = \frac{0,7 \times 8}{1,5} = 3,73 \text{ N/mm}^2$

$N_{\text{cond}} = \frac{q_{\text{el}} \times l}{2} = \frac{6,17 \times 6,25}{2} = 19,28 \text{ kN}$

$\sigma_{\text{cond}} = \frac{2 \times N_{\text{cond}}}{A} = \frac{2 \times 19,28 \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^2} = 0,62 \text{ N/mm}^2$ (OK)
CASTALNO

Caso nel punto
 $F_d = 0,137 \times 1,3 + 1,5 + 1,92 = 3,0 \text{ kN/m}^2$
 $q_{\text{el}} = F_d \times i = 3,0 \text{ kN/m}$
 $f_{\text{proiezione}} = \frac{3,0}{\cos 38} = 3,8 \text{ kN/m}$

Verifica anche al Carice: $\sigma_{\text{cond}} < f_{\text{cond}}$ bene
 (OK) $f_{\text{cond}} = \frac{0,7 \times 3,8}{1,5} = 1,73 \text{ N/mm}^2$

Verifica a Carice del ponte $e_{\text{ponte}} = 1,14 \text{ m}$
 $f_d = \frac{1}{8} q_d l^2 = \frac{1}{8} \times 4,195 \times 4,14^2 = 10,6$
 $w_x = \frac{250 \times 4,14^3}{6} = 714,150 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $w_y = \frac{250^3 + 4,14^3}{6} = 43,225 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $M_{dx} = 10,6 \times \cos 38 = 8,35 \text{ kNm}$
 $M_{dy} = 10,6 \times \sin 38 = 6,53 \text{ kNm}$
 $\sigma_{\text{dx}} = \frac{M_{dx}}{w_x} = \frac{8,35 \times 10^6}{714,150 \times 10^3} = 0,012 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{\text{dy}} = \frac{M_{dy}}{w_y} = \frac{6,53 \times 10^6}{43,225 \times 10^3} = 0,15 \text{ N/mm}^2$

1) $\frac{\sigma_{\text{dx}}}{f_{\text{dx}}} + 0,7 \times \frac{\sigma_{\text{dy}}}{f_{\text{dy}}} \leq 1$ ($f_{\text{dx}} = 11,2$, $f_{\text{dy}} = 0,7$)
 $\frac{0,012}{11,2} + 0,7 \times \frac{0,15}{0,7} = 0,01 < 1$ (OK)

2) $0,7 \times \frac{\sigma_{\text{dx}}}{f_{\text{dx}}} + \frac{\sigma_{\text{dy}}}{f_{\text{dy}}} \leq 1$
 $0,7 \times \frac{0,012}{11,2} + \frac{0,15}{0,7} = 0,014 < 1$ (OK)

Verifica

eccentricità edificio 6
 $m = 0,55$
 $e = 6,25$
 $i = 1 \text{ m}$

Caso copertura
 $S_c = \frac{l}{2} \times i = \frac{6,25}{2} \times 1 = 3,125 \text{ m}^2$
 $P_{\text{cop}} = S_c \times F_{d_c} = 3,125 \times 6,17 = 19,28 \text{ kN}$

Caso rila
 $S_r = \left(\frac{l}{2} - \frac{m}{3}\right) \times i = \left(\frac{6,25}{2} - \frac{0,55}{3}\right) \times 1 = 2,94 \text{ m}^2$
 $P_r = S_r \times F_{d_r} = 2,94 \times 4,12 = 12,35 \text{ kN}$

Caso vano 110
 $P_{\text{v110}} = n \times i \times F_{d_v} = 0,55 \times 1 \times 40,25 = 22,14 \text{ kN}$

Caso vano 8T
 $P_{\text{v8T}} = 0,55 \times 1 \times 53,64 = 29,50 \text{ kN}$

$N_{\text{tot per parzializzate}} = 19,28 + 12,35 + 22,14 + 29,5 = 83,27 \text{ kN}$

Verifica a Carice
 $f_{\text{cond}} = \frac{h_{\text{mod}} \times f_{\text{cond}}}{r} = \frac{0,7 \times 8}{1,5} = 3,73 \text{ N/mm}^2$

Verifica a u-presse
 $\sigma_t = \frac{N+G}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{l}\right) = \frac{88,79 \times 10^3}{100 \times 89} \left(1 \pm \frac{6 \times 1,36}{89}\right) = 9,97 \text{ N/mm}^2$ (OK)

Solai di progetto

Tavoletta 6
 $T_{\text{tavoletta 6}} = 0,102 \times 6 = 0,612 \text{ kN/m}^2$
 $T_{\text{travetti}} = \frac{0,105 \times 0,105}{0,8} \times 6 = 0,078 \text{ kN/m}^2$
 $T_{\text{cassa palanca}} = 1,86 \times 0,06 = 0,112 \text{ kN/m}^2$
 $T_{\text{tavola 6}} = 0,103 \times 6 = 0,618 \text{ kN/m}^2$
 $T_{\text{travi}} = \frac{0,125 \times 0,125}{0,8} \times 6 = 0,117 \text{ kN/m}^2$
 $T_{\text{strut}} = 0,147 \times 1,5 = 0,221 \text{ kN/m}^2$
 $N_{\text{strut}} = (0,02 + 0,018 + 0,11 + 0,14) \times 1,5 = 0,39 \text{ kN/m}^2$
 $V_{\text{strut}} = 2 \times 1,5 = 3 \text{ kN/m}^2$
 $F_{\text{solai}} = 0,61 + 0,57 + 3 = 4,12 \text{ kN/m}^2$
 $q_{\text{el}} = 4,12 \times 0,8 = 3,3 \text{ kN/m}$

Verifica a Carice del solaio:
 $f_{\text{d}} = \frac{0,7 \times 25}{1,5} = 11,2 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_t = 6,15$
 $M_d = \frac{1}{8} \times 3,3 \times 36^2 = 17,5$
 $w_n = \frac{260 \times 36^3}{6} = 260 \times 4,6 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $\sigma_{\text{dx}} = \frac{M_d}{w_n} = \frac{17,5 \times 10^6}{260 \times 4,6 \times 10^3} = 6,7 < f_{\text{d}}$ (OK)

Tavoletta 7
 $PP \text{ pietra} = \frac{2 \times 0,55}{1} \times 26,05 = 28,65 \text{ kN/m}^2$
 $PP \text{ intonacatura mix cemento esterna} = \frac{(2 + 0,25)}{1} \times 0,03 \times 15,69 = 1 \text{ kN/m}^2$
 $PP \text{ intonacatura interna terracotta} = \frac{2 \times 0,03}{1} \times 16,67 = 1 \text{ kN/m}^2$
 $F_{\text{d vano 6}} = 28,65 \times 1,3 + (1+1) \times 1,5 = 37,25 + 3 = 40,25 \text{ kN/m}^2$

Tavoletta 8T
 $PP \text{ pietra} = \frac{2,7 \times 0,55}{1} \times 26,05 = 38,68 \text{ kN/m}^2$
 $PP \text{ intonacatura mix cemento esterna} = \frac{(2,7 + 0,25)}{1} \times 0,03 \times 15,69 = 1,34 \text{ kN/m}^2$
 $PP \text{ intonacatura interna terracotta} = \frac{2,7 \times 0,03}{1} \times 16,67 = 1,33 \text{ kN/m}^2$
 $F_{\text{d vano 8}} = 38,68 \times 1,3 + (1,34 + 1,33) \times 1,5 = 50,28 + 3,96 = 54,24 \text{ kN/m}^2$
 $\lambda_1 = \frac{200}{55} = 3,63 < 12$
 $\lambda_2 = \frac{220}{55} = 4,0 < 12$

Allegati Edificio 7
 apertura in piede esistente $i = 1,7$

$P_{\text{piede}} = (26,18 \times 0,07) \times 3 = 5,49 \text{ kN/m}^2$
 $C_{\text{mentri}} = \frac{0,1 \times 0,1}{0,3} \times 6 = 0,2 \text{ kN/m}^2$
 $P_{\text{punte}} = \frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,22 \text{ kN/m}^2$
 $C_{\text{atena}} = \frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,22 \text{ kN/m}^2$
 $P_{\text{radice}} = \frac{0,25 \times 0,25}{1,2} \times 6 = 0,22 \text{ kN/m}^2$

$q_{\text{su}} = 1,33 \left[1 + \left(\frac{802}{228}\right)^2 \right] = 3,06 \text{ kN/m}^2$
 $u_1 = 0,8 \times \left(\frac{60 - 41}{30}\right) = 0,5$

$q_n = 4,9 \text{ m}^2 \text{ Gt} = 0,15 \times 3,06 \times 0,9 \times 1 = 1,37 \text{ kN/m}^2$
 $q_n \text{ card} = 1,37 \cos 41 = 1,03$

Per strati $(0,22 + 0,22 + 0,22) \times 1,3 = 0,86 \text{ kN/m}^2$
Per matite $(5,49 + 0,2) \times 1,5 = 8,53 \text{ kN/m}^2$
Car van $1,03 \times 1,5 = 1,54 \text{ kN/m}^2$

$F_{dw} \text{ parete} = 0,86 + 8,53 + 1,54 = 10,93 \text{ kN/m}^2$

$F_d \text{ in proiezione} = \frac{F_{dw}}{\cos \alpha} = \frac{10,93}{0,9848} = 11,10 \text{ kN/m}^2$

$q_{ne} = F_d \cdot i = 11,10 \times 1,7 = 18,87 \text{ kN/m}^2$

Verifica sul davanzale

$f_{c,0,02} = \frac{h_{0,02} \times f_{c,0,01}}{1,15} = \frac{0,7 \times 8}{1,15} = 3,73 \text{ N/mm}^2$

Cario parete sopra

$N_{0,02} = q_{ne} \times l = \frac{18,87 \times 6,33}{2} = 77,02 \text{ kN}$

$\sigma_{c,0,02} = \frac{2 \times N_{0,02}}{A} = \frac{2 \times 77,02 \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^2} = 2,49 \text{ N/mm}^2$ OK

Il carico mura è verificato: $\frac{0,7 \times 3,150}{1,15} = 1,88$ CASTAGNA

Cario sul punto

$F_d = (10,93 \times 1,13) + 8,53 + 1,54 = 19,36 \text{ kN/m}^2$

$\rightarrow q_{ne} = 19,36 \times 1,7 = 32,91 \text{ kN/m}^2$

$q_d = \frac{17,61}{1,15} = 15,29 \text{ kN/m}^2$

Verifica a flessione del punto

$e_{punto} = 41,2$

$I_d = \frac{1}{8} q_d l^2 = \frac{1}{8} \times 15,29 \times 41,2^2 = 26,13 \text{ kNm}$

$W_x = \frac{250 \times 4200^2}{6} = 735.000 \times 10^3 \text{ mm}^3$

$\sigma_{t,d} = \frac{I_d \times 6}{W_x} = \frac{26,13 \times 6}{735.000} = 0,21 \text{ N/mm}^2$

$I_{dx} = 29,3 \times \cos 41 = 22,11 \text{ kNm}$

$I_{dy} = 29,3 \times \sin 41 = 19,22 \text{ kNm}$

$\sigma_{nd,x} = \frac{I_{dx}}{W_x} = \frac{22,11 \times 10^6}{935000 \times 10^3} = 0,023 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{nd,y} = \frac{I_{dy}}{W_y} = \frac{19,22 \times 10^6}{43750 \times 10^3} = 0,44 \text{ N/mm}^2$

$f_{cd} = 11,2 \text{ N/mm}^2$

$k = 0,7$

1) $\sigma_{nd,x} + 0,7 \frac{\sigma_{nd,y}}{f_{cd}} \leq 1$

$\frac{0,023}{11,2} + 0,7 \times \frac{0,44}{11,2} = 0,03 < 1$ OK

2) $0,7 \times \frac{\sigma_{nd,x}}{f_{cd}} + \frac{\sigma_{nd,y}}{f_{cd}} \leq 1$

$0,7 \times \frac{0,023}{11,2} + \frac{0,44}{11,2} = 0,04 < 1$ OK

\Rightarrow Verificato

eccentricità edificio 2

$n = 0,64 \text{ m}$

$l = 6,3 \text{ m}$

$i = 1,7 \text{ m}$

Cario apertura

$S_c = \frac{l}{2} \times i = \frac{6,3}{2} \times 1,7 = 5,35 \text{ m}^2$

$F_c = S_c \times F_{d,app} = 5,35 \times 14,48 = 76,74 \text{ kN}$

Cario soletto

$S_n = (\frac{l}{2} - \frac{n}{3}) \times i = (\frac{6,3}{2} - \frac{0,64}{3}) \times 1,7 = 4,99 \text{ m}^2$

$F_n = S_n \times F_{d,soletto} = 4,99 \times 7,1 = 35,43 \text{ kN}$

Cario muro

$F_{m,w} = n \times i \times F_{d,muro} = 0,64 \times 1,7 \times 25,71 = 27,97 \text{ kN}$

Cario muro

$F_{m,c} = 0,64 \times 1,7 \times 30,34 = 33,18 \text{ kN}$

NOTI PER

Parzializzato = $76,74 + 35,43 + 27,97 + 33,18 = 175,32 \text{ kN}$

\rightarrow Vagnon

$(P_0 \times \frac{e}{2}) + (P_0 \times \frac{n}{3}) + (P_{n1} \times \frac{e}{2}) + (P_{n2} \times \frac{e}{2}) = N \times e$

$(26,24 \times \frac{6,4}{2}) + (35,43 \times \frac{6,4}{3}) + (27,97 \times \frac{6,4}{2}) + (33,18 \times \frac{6,4}{2}) = N \times e$

$e = \frac{56 \times 24}{175,32} = 32 \text{ cm}$

$e = \frac{m}{2} - \mu = \frac{6,4}{2} - 32 = \emptyset$

$\sigma = \frac{N}{A} (-1) = \frac{175,32 \times 10^3}{64 \times 170 \times 10^2} (-1) = -0,16 \text{ N/mm}^2$

Fondazione

$N = 175,32 \text{ kN}$

$G = \frac{175,32}{1,5} = 116,9 \text{ kN}$

$N+G = 175,32 + 116,9 = 292,22$

$A = \frac{N+G}{\sigma_{c,lim}} = \frac{292,22 \times 10^3}{1} = 292,22 \text{ m}^2$

$t = \frac{292,22 \times 10^3}{1000} \approx 292,22 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$ OK progetto

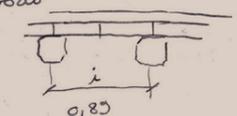
Verifica a compressione

$\sigma_c = \frac{N+G}{A} (-1) = \frac{292,22 \times 10^3}{1000 \times 100} (-1) = -0,29 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_c < \sigma_{c,lim}$ OK

Solais di progetto

Caricari = 4 NESOZIO



Tavolatoia

$0,03 \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Tavolatoia

$0,03 \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Traisi

$\frac{0,25 \times 0,25}{0,85} \times 6 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

Strati

$0,42 \times 1,13 = 0,55 \text{ kN/m}^2$

Caricari

$(0,18 + 0,18) \times 1,5 = 0,54 \text{ kN/m}^2$

Caricari

$4 \times 1,5 = 6 \text{ kN/m}^2$

$F_d = 0,55 + 0,54 + 6 = 7,1 \text{ kN/m}^2$

$q_{ne} = 7,1 \times 0,83 = 5,9 \text{ kN/m}^2$

Verifica a flessione del soletto

$f_{cd} = \frac{0,7 \times 25}{1,15} = 15,2 \text{ N/mm}^2$

$I_d = \frac{1}{8} q_{ne} (l \times 1,05)^2 = \frac{1}{8} \times 5,9 \times (6,3 \times 1,05)^2 = 34,4 \text{ kNm}$

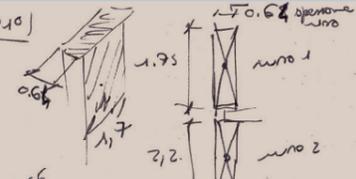
$\sigma = \frac{I_d}{W_x} = \frac{34,4 \times 10^6}{2604,16 \times 10^3} = 13,2 \text{ N/mm}^2$

Il soletto allinea

$f_{cd,muro} = \frac{0,7 \times 30}{1,15} = 18,2 < 18,2$ OK

CLASSE RESISTENZA 30

Turno P10



$PP_{muro} = \frac{1,75 \times 0,64}{1,7} \times 26,05 = 17,19 \text{ kN/m}^2$ (Pietra e intonaco di calce)

$PP_{incostruzione} = \frac{1,75 \times 0,64}{1,7} \times 15,69 \times \frac{25}{100} = 2,59 \text{ kN/m}^2$ (25% del muro)

$F_d \text{ muro} = (17,19 + 2,59) \times 1,13 = 21,71 \text{ kN/m}^2$

Turno P7

$PP_{muro} = \frac{1,75 \times 0,64}{1,7} \times 26,05 = 21,62 \text{ kN/m}^2$

$PP_{incostruzione} = \frac{1,75 \times 0,64}{1,7} \times 15,69 \times \frac{25}{100} = 3,26 \text{ kN/m}^2$ (25% del muro)

$F_d \text{ muro} = (21,62 + 3,26) \times 1,13 = 27,34 \text{ kN/m}^2$

CALCOLO EDIFICIO 1

Copertura con trave esistente

$i = 2,1$

$F_{p,0,02} = (24,18 \times 0,02) \times 3 = 5,43 \text{ kN/m}^2$

Correnti

$\frac{0,1 \times 0,1}{0,3} \times 6 = 0,2 \text{ kN/m}^2$

Puntate

$\frac{0,25 \times 0,25}{2,1} \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Catene

$\frac{0,25 \times 0,25}{2,1} \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Radice/forbice

$\frac{0,25 \times 0,25}{2,1} \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

$q_{m,0} = 1,35 \times [1 + (\frac{200}{328})^2] = 3,06 \text{ kN/m}^2$

$\mu = 0,8 \times (\frac{60 - 41}{30}) = 0,5$

$q_0 = \mu q_{m,0} \cos \alpha = 0,5 \times 3,06 \times 0,9 = 1,37 \text{ kN/m}^2$

Per soletto

$(0,18 + 0,18 + 0,18) \times 1,3 = 0,7 \text{ kN/m}^2$

Per car strati

$(5,43 + 0,2) \times 1,5 = 8,53 \text{ kN/m}^2$

Caricari dominante

$1,03 \times 1,5 = 1,54 \text{ kN/m}^2$

Carico nel proba

$Fd \text{ in falda} = 0,7 + 8,53 + 1,54 = 10,77 \text{ kN/m}^2$
 $Fd \text{ in proiezione} = \frac{Fd}{\cos \alpha} = \frac{10,77}{\cos 41} = 14,27 \text{ kN/m}^2$
 $q_{rel} = 14,27 \times 2,1 = 29,97 \text{ kN/m}$

Verifica nel davite

$J_{sod} = \frac{N_{sod} \times l_{sod}}{2} = \frac{0,7 \times 2,1}{1,5} = 3,73 \text{ N/mm}^2$
 $N_{sod} = \frac{q_{rel} \times l}{2} = \frac{29,97 \times 6,62}{2} = 99,20 \text{ kN}$
 $\sigma_{comp} = \frac{2 \times N_{sod}}{A} = \frac{2 \times 99,20 \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^2} = 31,77 \text{ N/mm}^2 < J_{sod}$

$\sigma_{comp} \leq J_{sod} \text{ del laice} = \frac{0,7 \times 3,6}{1,5} = 1,68 \text{ N/mm}^2$
 non verificato

Verifica a Pagine

$l_{eff} = 4,38 \text{ m}$
 $M_{da} = \frac{1}{8} \times 28,66 \times 4,38^2 = 68,73 \text{ kNm}$
 $M_{deg} = 68,73 \cos 41 = 51,87 \text{ kNm}$
 $M_{deg} = 68,73 \sin 41 = 45,09 \text{ kNm}$
 $W_x = \frac{250 \times 4380^2}{6} = 799350 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $W_y = \frac{250 \times 4380}{6} = 45625 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $\sigma_{max} = \frac{M_{da}}{W_x} = \frac{51,87 \times 10^6}{799350 \times 10^3} = 0,1065 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{max} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{45,09 \times 10^6}{45625 \times 10^3} = 0,99 \text{ N/mm}^2$

① $0,7 \times \frac{\sigma_{max}}{f_{td}} + \frac{\sigma_{max}}{f_{td}} \leq 1$ $f_{td} = 11,2$
 $0,7 \times \frac{0,1065}{11,2} + \frac{0,99}{11,2} = 0,09 < 1$ (OK)

② $\frac{\sigma_{max}}{f_{td}} + 0,7 \times \frac{\sigma_{max}}{f_{td}} \leq 1$
 $\frac{0,1065}{11,2} + 0,7 \times \frac{0,99}{11,2} = 0,07 < 1$ (OK)

Verificato

Solais di progetto

PP Tavolato 1 $0,03 \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$
 PP Tavolato 2 $0,03 \times 6 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

Verifica in trave ①

$Fd \text{ in trave ①} = (0,18 + 0,18) \times 1,15 + (0,26 + 1,22 + 0,06) \times 1,13 = 0,54 + 1,16 = 1,7 \text{ kN/m}^2$
 $q_{rel} = 1,7 \times 2,08 = 3,54 \text{ kN/m}$
 $N_{sod} = \frac{q_{rel} \times l}{2} = \frac{3,54 \times 6,33}{2} = 11,2$
 $\sigma_{comp} = \frac{N_{sod}}{A} = \frac{11,2 \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^2} = 0,18 \text{ N/mm}^2$
 $J_{sod} = \frac{0,7 \times 2,1}{1,5} = 1,17 \text{ N/mm}^2$ (OK) **ABETE**

Verifica:

$f_{td} = \frac{0,7 \times 2,1}{1,5} = 1,17 \text{ N/mm}^2$
 $M_{da} = \frac{1}{8} q_{rel} l^2 = \frac{1}{8} \times 3,54 \times 6,33^2 = 17,73 \text{ kNm}$
 $W = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \times 25 \times 25^2 = 2604,17 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{17,73 \times 10^6}{2604,17 \times 10^3} = 6,8 \text{ N/mm}^2 < f_{td}$
 $f_{td} = \frac{0,7 \times 2,1}{1,5} = 1,17 \text{ N/mm}^2$ (OK)

PP Trave 1 = $\frac{0,25 \times 0,25}{6,33} \times 6 = 0,106 \text{ kN/m}^2$
 PP Trave 2 = $\frac{0,25 \times 0,25}{5,22} \times 6 = 0,107 \text{ kN/m}^2$
 PP Travi (4travi) = $\left(\frac{0,25 \times 0,25}{1,96} \times 6\right) \times 4 = 0,76 \text{ kN/m}^2$

Blocchi canalini in blocco
 Trave della sovrapposizione (R10)

Travi bloccate

$pp \text{ trave} = \frac{h \times l}{2} \times \gamma = \frac{0,21 \times 0,21}{2} \times 6 = 0,126 \text{ kN/m}^2$
 $pp \text{ travi} = 7 \times 0,18 = 1,26 \text{ kN/m}^2$
 $Fd \text{ bloccate} = 1,26 \times \frac{1,3}{1,3} = 1,64 \text{ kN/m}^2$
 per retro cuneo $q_{rel} = 1,64 \times 2,1 = 3,44 \text{ kN/m}$

Verifica all'ultima trave:

$q_{rel} \text{ in ab. davite} = 29,97 \text{ kN/m}$
 $N_{sod} \text{ in ab. davite} = 99,20 \text{ kN}$
 $N_{sod} \text{ bloccate} = \frac{q_{rel} \text{ bloccate} \times l}{2} = \frac{3,44 \times 8,3}{2} = 14,28 \text{ kN}$
 $\sigma_{comp} = \frac{(2 \times N_{sod} \text{ in ab. davite}) + N_{sod} \text{ bloccate}}{A} = \frac{(2 \times 99,20 + 14,28) \times 10^3}{25 \times 25 \times 10^2} = 212,68 = 0,40 \text{ N/mm}^2$
 $f_{comp} \text{ laice} = 1,68$ $\sigma_{comp} < f_{comp}$ **Verificato**

Tubo PT

pp pietra $\frac{h \times l}{2} \times \gamma = \frac{2,12 \times 0,03}{2,1} \times 26,05 = 18,56 \text{ kN/m}^2$
 pp imbracciatura a calce $\frac{2,12 \times 0,03}{2,1} \times 15,69 = 0,45 \text{ kN/m}^2$
 pp iniezione calce (25%) $\frac{2,12 \times 0,03}{2,1} \times 15,69 \times \frac{25}{100} = 0,29 \text{ kN/m}^2$
 $Fd \text{ tubo} = (18,56 + 0,45) \times 1,3 + 0,49 \times 1,3 = 28,43 \text{ kN/m}^2$
 Sicurezza $\lambda = \frac{220}{68} = 3,23 < 12$

coefficiente

$m = 0,68$
 $e = 6,6$
 $i = 2,1$

Carico apertura

$S_c = \frac{e}{2} \times i = \frac{6,6}{2} \times 2,1 = 6,93 \text{ m}^2$
 $P_{ap} = S_c \times F_d = 6,93 \times 14,27 = 98,89 \text{ kN}$

Carico sovraccarico

$S_s = \left(\frac{e}{2} - \frac{m}{3}\right) \times i = \left(\frac{6,6}{2} - \frac{0,68}{3}\right) \times 2,1 = 6,45 \text{ m}^2$
 $P_s = S_s \times F_{d,sovr} = 6,45 \times 17 = 10,96 \text{ kN}$

Carico vento (Bocchione)

$P_v = m \times i \times F_{d,vento} = 0,25 \times 2,1 \times 164 = 0,86 \text{ kN}$

Carico vento (C)

$P_w = 0,68 \times 2,1 \times 28,49 = 40,68 \text{ kN}$

$N_{TOT} \text{ sovr.} = 98,89 + 10,96 + 0,86 + 40,68 = 151,57 \text{ kN}$

Fondazione

$N = 151,57 \text{ kN}$ $A = \frac{N \times G}{\sigma_{amm}} = \frac{161,62 \times 10^3}{1} = 161,62 \text{ m}^2$
 $G = \frac{151,57}{1,5} = 101,1 \text{ kN}$
 $N + G = 161,62 \text{ kN}$

Verifica in direzione:

$t = \frac{161,62 \times 10^3}{1000} = 161,62 < 170 \text{ mm}$ (OK) **esistente**
 $\sigma_6 = \frac{161,62 \times 10^3}{100 \times 1,7} \times \left(-1 + \frac{6 \times 4,22}{1,7}\right) = 98,1 \text{ N/mm}^2 < -2,37$

MODULO INTERNO IN PALLET E CALCEPAGLIA

$l = 1,2 \text{ m}$
 Canico q_c
 Sez. rettangolare considerando calcepaglia
 $W = \frac{b \cdot h^2}{6}$
 $M = \frac{P \cdot l^2}{8}$
 $\sigma = \frac{M}{W} < \sigma_{\text{legno massiccio}}$
 $q_{ex} = [N/m^2] \times l$
 $P = q_{ex} + P_{pp}$

CASO $q_{ex} = 6$

$q_{ex} = 6 \times 0,53 = 3,18 \text{ KN/m}$
 $(P_{pp} = 0,77 \text{ KN/m} \quad W = 2552,8 \times 10^3 \text{ mm}^2)$
 $P = q_{ex} + P_{pp} = 3,18 + 0,77 = 3,95 \text{ KN/m}$
 $M = \frac{P \cdot (l \times 1,05)^2}{8} = \frac{3,95 (1,2 \times 1,05)^2}{8} = 0,79 \text{ KNm}$
 $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,79 \times 10^6}{2552,8 \times 10^3} = 0,31 \text{ N/mm}^2 < f_{mod}$
 VERIFICATO

PESI AL PERIMETRO modulo

canico max = 2490 kg
 $P_{pp} = 25 \text{ kg}$
 $25 \text{ kg} + \text{calcepaglia} \rightarrow 0,38 \times 0,1 \times 0,23 \times 4 = 0,035 \text{ m}^3$
 $P_{calcepaglia} = 800 \text{ kg/m}^3$
 $P_{pp} = 0,035 \times 800 = 28 \text{ kg}$
 $1 \text{ pallet tot} = 25 + 28 = 53 \text{ kg}$
 $\text{pallet tot} = 53 \times 5 = 265 \text{ kg}$
 $\frac{2490}{3} = 830 \text{ kg}$
 $\frac{830}{3} = 276 \text{ kg}$
 $\Rightarrow 265 \text{ kg} < 276 \text{ kg OK, pesi al perimetro verificati}$

CASO $q_{ex} = 2$

$h = 0,17 \text{ m}$
 $l = 0,53 \text{ m}$
 P_{pp} :
 tavolato $0,022 \times 6 = 0,13 \text{ KN/m}^2$
 colata $\frac{0,1 \times 0,145}{0,53} \times 6 = 0,16 \text{ KN/m}^2$
 tavolato $0,022 \times 6 = 0,13 \text{ KN/m}^2$
 intonaco $0,03 \times 15,63 = 0,47 \text{ KN/m}^2$
 calcepaglia $\frac{0,1 \times 0,38}{0,53} \times 2,8 = 0,56 \text{ KN/m}^2$
 $P_{pp} = 0,13 + 0,16 + 0,13 + 0,47 + 0,56 = 1,45 \text{ KN/m}^2$
 $P_{pp} = 1,45 \times 0,53 = 0,77 \text{ KN/m}$
 $q_{ex} = 2 \times 0,53 = 1,06 \text{ KN/m}$
 $P = 1,45 + 1,06 = 1,83 \text{ KN/m}$
 $M = \frac{P \cdot l^2}{8} = \frac{1,83 \cdot 1,2^2}{8} = 0,33 \text{ KNm}$
 $W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{530 \times 170^2}{6} = 2552,8 \times 10^3 \text{ mm}^2$
 $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,33 \times 10^6}{2552,8 \times 10^3} = 0,13 \text{ N/mm}^2 < f_{mod}$ VERIFICATO

Verifica alla testa della trave del solaio:

compressione perpendicolare alla filatura
 [riferimento ai valori dell'edificio 2]
 $F_{d, capentum} = 14,49 \text{ KN/m}^2$
 $F_{d, muro} = 44,24 \text{ KN/m}^2$
 $F_{d, trave} = \frac{0,25 \times 0,25}{0,25} \times 6 \times 1,3 = 1,95 \text{ KN/m}^2$
 $q_{rel, capentum} = 14,49 \times 0,25 = 3,62 \text{ KN/m}$
 $q_{rel, muro + trave} = (44,24 + 1,95) \times 0,25 = 11,55 \text{ KN/m}$
 $N_{sod, cap} = \frac{q_{rel, cap} \times l_1}{2} = \frac{3,62 \times 6,02}{2} = 10,89 \text{ KN}$
 $N_{sod, trave} = \frac{q_{rel, muro + trave} \times l_2}{2} = \frac{11,55 \times 0,25}{2} = 1,44 \text{ KN}$
 $\sigma_{c,90,d} = \frac{(2 \times N_{sod, cap}) + N_{sod, trave}}{b \times l} = \frac{(2 \times 10,89) + 1,44}{25 \times 25} \times 10^3 = \frac{232,2}{625} = 0,37 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d} = 1,68 \text{ laica}$
 OK
 Verificato

Verifica cinematico - edificio 5

C	Somm. P (carico)	M rib.p	M stab.	P*5*x	a	[Somm.P*5*x ²]	e*	a*
[m]	[kN]	[KN*m]	[KN*m]	[KN*m ²]	[-]	[KN*m ² q]	[-]	[g]
8,45	16,42	8,62	3,28	4,53	0,38	74,31302025	1,00	0,3174603175
6,95	18,90	9,92	3,78	5,21	0,38	98,45600625	1,00	0,3174603175
4,225	48,54	25,48	15,53	13,38	0,61	649,40877225	1,00	0,5079365079
1,5	36,56	19,19	11,70	10,08	0,61	368,409636	1,00	0,5079365079

Verifica semplificata: cinematico quota + 0,00 m

ag [Pvr]	0,95
Ss	1
q	1,5
a lim. + 0,00 [g]	0,633
a lim. 0,00 > a* 0,00	0,633 > 0,5

Verifica semplificata: cinematico quota 4,225 m

ag [Pvr]	0,95
Ss	1
n	1
F0	2,438
C1	1
Z [m]	4,225
H [m]	8,45
T1	1
Se [T1]	2,32
Z/H	0,50
3N/2N+1	1,20
a lim. 8,64 [g]	0,695
a lim. 4,225 > a* 4,225	0,695 > 0,5

Verifica semplificata: cinematico quota 6,95 m

ag [Pvr]	0,95
Ss	1
n	1
F0	2,438
C1	1
Z [m]	6,95
H [m]	8,45
T1	1
Se [T1]	2,32
Z/H	0,82
3N/2N+1	1,20
a lim. 8,64 [g]	1,143
a lim. 6,95 > a* 6,95	1,143 > 0,32

Verifica semplificata: cinematico quota 8,45 m

ag [Pvr]	0,95
Ss	1
n	1
F0	2,438
C1	1
Z [m]	8,45
H [m]	8,45
T1	1
Se [T1]	2,32
Z/H	1,00
3N/2N+1	1,20
a lim. 8,64 [g]	1,390
a lim. 8,45 > a* 8,45	1,39 > 0,32

SPINTE ORIZZONTALI - VENTO EDIFICIO 5

$v = p \langle N/m^2 \rangle$
 $p \times i = q \langle N/m^2 \rangle$
 $v_0 = 25 \text{ m/s}$

Pressione cinetica di riferimento:
 $q_b = \frac{1}{2} \rho v_0^2$
 $q_b = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$

molto de risink a nozione

per $z < z_{lim} = 8$
 $C_e(z) = C_e(z_{lim}) = \text{costante}$
 $C_e(z=8) = 0,22^2 \times 1 \times \ln\left(\frac{8}{0,3}\right) \left[2 + 1 \times \ln\left(\frac{8}{0,3}\right)\right]$
 $= 0,157 \times 10,28 = 1,61$

per $z > z_{lim} = 8$
 $C_e = 0,22^2 \times 1 \times \ln\left(\frac{8,6}{0,3}\right) \left[2 + 1 \times \ln\left(\frac{8,4}{0,3}\right)\right] = 1,62$

$P = q_b \times C_e \times C_p \times C_d$
 $q_b = 390,63 \text{ N/m}$
 $C_e < 1,61$
 $C_e < 1,62$

$C_{pe} = 0,8$ sopravento
 $C_{pi} = -0,7$ sottovento
 Per la falda: $C_{pe} = 0,03 \times 2 - 1 = 0,03 \times 4 - 1 = 0,12$
 $C_{pi} = -0,4$

Classe D
 zona I
 categoria IV $K = 0,22$
 $z_0 = 0,3$
 $z_{lim} = 8$

$C_e(z) = K_n^2 C_e \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[2 + \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right]$
 per $z > z_{lim}$
 $C_e(z) = C_e(z_{lim})$ per $z < z_{lim}$

Falda sovrapposta =
 $= 390,63 \times 1,67 \times 0,23 \times 1 = 150,104 \text{ N/m}^2$
 $= 0,15 \text{ KN/m}^2$

pareti sovrapposte =
 $= 390,63 \times 1,61 \times 0,18 \times 1 = 503,13 \text{ N/m}^2$
 $= 0,50 \text{ KN/m}^2$

pareti sottostanti =
 $= 390,63 \times 1,61 \times (-0,4) \times 1 = -251,56 \text{ N/m}^2$
 $= -0,25 \text{ KN/m}^2$

Falda sottostante =
 $= 390,63 \times 1,67 \times (-0,4) \times 1 = -260,94 \text{ N/m}^2$
 $= -0,26 \text{ KN/m}^2$

SOPRAVVENTO
 $F_1 = p \cdot A_{imp} = 0,50 \times 1,05 \times \left(\frac{3}{2} + \frac{2,45}{2}\right) = 1,143 \text{ KN}$
 $F_2 = \frac{0,15 + 0,11}{2} \times 1,05 \times (1,5 + 1,225) = 0,187 \text{ KN}$
 $F_3 = 0,11 \times 1,05 \times 1,5 = 0,17 \text{ KN}$

Verifica a taglio:
 tensione a simile:
 $\bar{\tau}_m = \frac{P_{vk}}{S} = \frac{\int v_{k0} + 0,4 \cdot \sigma_m}{S}$
 $\int v_{k0} = 0,20 \text{ N/m}^2$
 $\sigma_m = \frac{36560}{105 \times 58} = 6,00 \text{ N/cm}^2 = 0,06 \text{ N/mm}^2$
 $\bar{\tau}_m = \frac{0,20 + 0,4 \cdot 0,06}{5} = 0,045 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_m = \frac{V}{B \cdot A} \quad (mb < 1 \rightarrow \beta = 1)$
 $V_{max} = 0,150 + 0,25 \text{ KN/m}^2 = 0,75 \text{ KN/m}^2$
 $P_{vq} = A \cdot V = 3 \times 5,8 \times 0,75 = 13,05 \text{ KN}$
 $W_{01} K_{y1} = \frac{b}{1 + 0,33 \left(\frac{h}{b}\right)^2} = \frac{580}{1 + 0,33 \left(\frac{300}{580}\right)^2} = 537,03$
 $W_{02} K_{y2} = \frac{580}{1 + 0,33 \left(\frac{245}{580}\right)^2} = 547,17$
 $P_{y1} = P_{vq} \cdot \frac{K_{y1}}{\sum K_{y1}} = 13,05 \cdot \frac{537,03}{1084,2} = 6,46 \text{ KN}$
 $\tau_m = \frac{6460}{1 \times 105 \times 58} = 1,06 \text{ N/cm}^2 = 0,0106 \text{ N/mm}^2 < \bar{\tau}_m$
 Verificato

SOTTOVVENTO
 $F_1^{\ominus} = 0,25 \times 1,05 (1,5 + 1,225) = 0,71 \text{ KN}$
 $F_2^{\ominus} = \frac{0,25 + 0,15}{2} \times 1,05 (1,5 + 1,225) = 0,63 \text{ KN}$
 $F_3^{\ominus} = 0,15 \times 1,05 \times 1,5 = 0,23 \text{ KN}$

Momenti flessionali:
 $M_V = P_{v1} \cdot 3 + P_{v2} \cdot 5,45 + P_{v3} \cdot 8,45 = 2,145 + 1,5 \cdot 5,45 + 0,46 \cdot 8,45 = 18,48 \text{ KN/m}$
 KN:

$P_{sup} = 16,42 \text{ KN}$
 $P_{robia} = 9,54 \text{ KN}$
 $P_{vnta} = 2,48 \text{ KN}$
 $P_{vnta} = 36,56 \text{ KN}$

$e_1 = 0$
 $e_2 = \frac{e_1}{2} = \frac{300}{200} = 1,5 \text{ cm}$
 $e_v = 0$
 $e_1 = |e_2| + |e_v| = 1,5 \text{ cm}$
 $(e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v| = 0,75 \text{ cm} \text{ ma poiché } < e_1)$
 allora si considera $e_t = e_a = 1,5 \text{ cm}$

eccentricità lungo l'orbitale:
 $e_b = \frac{M_V}{N} = \frac{18,48}{36,56} = 50,54 \text{ cm} < \frac{b}{6} = \frac{580}{6} = 96,6 \text{ cm}$
 tutta la sezione è compressa.

Calcolo dei coeff. di riduzione della resistenza del muro:
 coeff. ecc. trasv: $m_t = \frac{6 \cdot e_b}{t} = \frac{6 \cdot 50,54}{58} = 0,16 < 1,3$
 $\lambda_{m,trans} = \frac{300}{58} = 5,17$
 da tab. si ricava: $\phi_t = 0,2813$
 coeff. ecc. long: $m_b = \frac{6 \cdot e_b}{t} = \frac{6 \cdot 50,54}{580} = 0,57$
 da tab. si ricava: $\phi_b = 0,5828$

Verifica della resistenza del muro a press. flessione:
 $\sigma_m = \frac{N}{\phi_t \cdot \phi_b \cdot A} = \frac{36560}{0,2813 \cdot 0,5828 \cdot (105 \cdot 58)} = 13,18 \text{ N/cm}^2 \rightarrow 0,14 \text{ N/mm}^2 < \sigma_m = 1,4 \text{ N/mm}^2$
 Verificato

III. Adeguamento normativo

III.1 vernacolare vs. prescrizioni

Nei paesi industrializzati, l'architettura vernacolare ha subito un processo di rallentamento con il ventesimo secolo, in parallelo allo sviluppo industriale di massa.

Gli edifici di origine pre-industriale siti in ambiente rurale, ormai abbandonati a loro stessi, possono ospitare oggi una nuova utenza, ma al contempo un desiderio di riuso è frenato da una carenza di un sistema normativo specifico (come nel caso delle dimensioni standard "cittadine", degli infissi e le altezze interne, che applicate a un contesto totalmente estraneo fanno violenza al patrimonio tradizionale).

È fondamentale allora trovare soluzioni tecnologiche adeguate a soddisfare nell'involucro tradizionale le esigenze attuali di benessere termo-igrometrico, benessere acustico e benessere luminoso. Utilizzare un materiale non idoneo con valori di permeabilità molto bassi porterebbe a un valore di pressione parziale maggiore di quello di saturazione, deteriorando la struttura tradizionale con rischio di formazione di condensa.

Le contraddizioni tra edifici vernacolari e prescrizioni normative vanno quindi comprese caso per caso e superate senza alterare la struttura originaria.

In questo capitolo si analizzano le sole prescrizioni utili al caso studio, indicando inoltre linee guida per una corretta riqualificazione e motivando poi la scelta progettuale per ciascun edificio.

Il gruppo di edifici agro-pastorali di Vinone sarà riqualificato per l'utilizzo agricolo rispondendo alla normativa attuale, la quale ha portato a fare determinate scelte nell'utilizzo degli spazi per la criticità delle altezze interne, soprattutto nel garantire l'altezza di sicurezza di minimo due metri.

Questo nucleo sarà sottoposto a un intervento di riqualificazione unitario con interventi edilizi coordinati. Fa parte imprescindibile dell'analisi il rilievo svolto, che ha consentito di conoscere dimensioni, degradi, forma e struttura. Un adeguato grado di approfondimento serve, ad esempio, per evitare di aprire nuove finestre o accessi quando è presente un tamponamento che può essere rimosso evitando soluzioni traumatiche.

I dettagli costruttivi saranno recuperati senza snaturare l'immagine esterna. Per l'intero progetto saranno impiegati materiali con minor impatto ambientale sia di produzione che di trasporto ove possibile, cercando di contenerne i costi ed evitando ricostruzioni in stile. Vanno infatti evitati atteggiamenti malinconici di un passato mai vissuto se le risorse attuali permettono un risparmio economico e bassi valori di emissione di CO₂, esattamente come i montanari hanno fatto nell'epoca di costruzione. Imporre un vincolo conservativo è una restrizione al dinamismo dei rapporti sociali ed economici che hanno portato quel determinato edificio ad essere quello che è oggi e non monumento congelato nel tempo.

“Il reiterato invito a utilizzare materiali e tecniche costruttive tradizionali non è sufficiente a garantire la qualità degli interventi e può addirittura rivelarsi controproducente, dal momento che gli interventi sono spesso dettati da nuove necessità e richiedono talvolta inedite soluzioni progettuali e costruttive”¹.

III.2 Riqualificazione di Cascine Arse e Vinone; contesto ambientale

Quanto a “uso del suolo e classificazione geologica”, gli immobili oggetto di recupero sorgono in zona E2 sotto l'indicazione di “zona agricola” (tavola E allegata alla variante strutturale n.2 al Piano regolatore generale comunale di Crodo) e necessitano di manutenzione straordinaria, tranne uno in stato di rudere parzialmente crollato, che rientra nel caso della ristrutturazione edilizia. Le possibilità di operare sono indicate nelle

Norme Tecniche di Attuazione - variante strutturale n.2 al P.R.G.C. di CRODO 16 Giugno 2011, in particolare non bisogna alterare l'aspetto esistente:

Art. 33 “Norme particolari per le zone agricole”:

I suddetti interventi [di manutenzione straordinaria e ristrutturazione] dovranno essere eseguiti mantenendo le caratteristiche tipologico-formali.

Le costruzioni in analisi non sono soggette ad alcun vincolo paesaggistico e ambientale, poiché secondo il PRG di Crodo non ricadono nei seguenti casi:

Legge 8 agosto 1985, n. 431, detta “Legge Galasso”. Art.1
“zone di interesse archeologico”

Legge 29 giugno 1939, n. 1497. “Protezione delle bellezze naturali”. Art.1

Le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale e di singolarità geologica; complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale.

Non vi sono quindi disposti specifici per tutela, conservazione e recupero di questi sette edifici in analisi nel Comune di Crodo, che stanno subendo attualmente una distruzione fisica per mancata manutenzione. Tra l'altro negli ultimi anni è sorto un problema in Italia dove eredi di ruderi ormai in disuso optano per una scorciatoia: ovvero rimuovere la copertura al fine di non pagare l'accatastamento. Quest'ultimo è stato reso obbligatorio dal **Decreto di legge 201/2011** (“Decreto Salva Italia”), il quale prevede anche il pagamento dell'Imu.

L'Uncem (Unione Nazionale Comuni, Comunità ed Enti montani) ha stabilito quali siano gli immobili che hanno perso i requisiti di ruralità (indicati al comma 3 dell'art. 9 del D.L. 557 del 30 dicembre 1993), tra cui: ruderi (“fabbricati diruti”); manufatti privi di copertura e manufatti precari; manufatti privi di fondazione; manufatti non stabilmente infissi al suolo. Per questi non sussiste dunque l'obbligo dell'accatastamento.

¹ F. Musso S. F., Franco G., *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*, Venezia, Marsilio, 2000, cit., p. 7

Una volta accatastati gli edifici, questi rientrano nelle zone di recupero del patrimonio edilizio esistente, normato dalla **Legge n.457/78**: tutti i Comuni sono tenuti a indicare quale sia il patrimonio edilizio che necessita di supervisione e interventi di recupero (art.27 e 28). Questi ultimi sono suddivisi in manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia e ristrutturazione urbanistica (art.31).

Queste zone sono individuate nella tavola E allegata alla variante strutturale n.2 al piano regolatore generale comunale di Crodo e descritta nella variante strutturale n.2 e nella relazione geologico-tecnica che presenta scenari di intervento mirati. Un piano di recupero finalizzato al solo patrimonio architettonico da recuperare non è presente.

Per quanto riguarda il terreno l'area di progetto ricade in classe 6 della capacità d'uso dei suoli; "rilievi montani inceptisuoli" (Cambisols, Umbrisols, Calcisols) - Humic Dystrudept a tessitura franco-sabbiosa con presenza organica. Così come confermato dall'analisi *in loco*, effettuata dall'agricoltore, che attesta drenanti quali quarzo, sabbia e una considerevole parte di humus, e una piccola percentuale di argilla.

Gli edifici oggetto di questa tesi non sono compresi nelle zone "di completamento e conservazione" e nelle zone di "edifici di valore storico culturale"; non rientrano tra i criteri paesaggistico-ambientali, si classificano quindi come patrimonio edilizio esistente:

Legge 5 agosto 1978, n. 457

Art. 27 "Individuazione delle zone di recupero del patrimonio edilizio esistente"

I Comuni individuano le zone ove opportuno il recupero del patrimonio edilizio: Dette zone possono comprendere singoli immobili, complessi edilizi, isolati ed aree, nonché edifici da destinare ad attrezzature.

[...]

Per le aree e gli immobili non assoggettati al piano di recupero e comunque non compresi in questo, si attuano gli interventi edilizi che non siano in contrasto con le previsioni degli strumenti urbanistici generali.

Il Comune di Crodo individua nelle **Norme Tecniche di Attuazione (16 giugno 2011)** come procedere per l'esistente, ma non produce una cartografia mirata in cui siano riconoscibili i singoli edifici; è presente la sola differenziazione di zone nelle tavole D2 "uso del suolo" e "E2 "uso del suolo e classificazione geologica". Qui si possono ritrovare le indicazioni per "zone di completamento e conservazione", "edifici di valore storico culturale" e "centro storico".

Vinone e Cascine Arse rientrano però in "zona agricola".

Art.31 "Definizione degli interventi"

b) interventi di manutenzione straordinaria, le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni di uso;

d) interventi di ristrutturazione edilizia, quelli rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, la eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti.

Nel caso studio gli interventi saranno così differenziati: manutenzione straordinaria per gli edifici 1, 2, 3, 4, 6 e 7, poiché ospiteranno attività che necessitano l'adeguamento igienico-sanitario, inserimento e/o sostituzioni di travi del solaio, ancoraggi e/o catene nella copertura, iniezioni di calce alle murature. Riassetto delle murature e allineamento delle beole della copertura.

La ristrutturazione edilizia sarà invece necessaria per l'edificio 5, poiché parzialmente crollato.

(Per i permessi di costruire, di agibilità e disposizioni di carattere generale si rimanda al Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380).

Nel **Regolamento edilizio di Crodo (20 ottobre 2016)** è previsto che la forma originaria dei fabbricati debba essere mantenuta. Non è permesso un aumento in volume e in caso di intervento questo deve distinguersi dalla preesistenza, evitando costruzioni in stile. Il discorso vale per tutti gli edifici, non solo quelli degni di conservazione.

Si legge:

Art. 32 "Inserimento ambientale delle costruzioni"

Tutte le costruzioni devono essere inserite armonicamente nel contesto ambientale. I fabbricati di nuova costruzione, o soggetti a ricostruzione o a recupero, devono armonizzare nelle linee, nei materiali di rivestimento, nelle tinteggiature e nelle coperture con gli edifici circostanti, in particolare con quelli costituenti matrice ambientale, anche senza essere necessariamente simili a questi, nonché inserirsi convenientemente nell'ambiente urbano o naturale rispettandone le caratteristiche peculiari.

L'Autorità comunale, sentito il parere della Commissione Edilizia, in sede di rilascio degli atti di assenso all'edificazione, ha facoltà di prescrivere, con congrua motivazione, soluzioni progettuali specifiche e di imporre direttive intese ad ottenere specifici risultati di inserimento ambientale.

Nel progetto la forma esterna degli edifici 1,2,3,4,6 e 7 non viene mutata e la ricostruzione dell'edificio 5 avviene riproponendo la superficie lorda di pavimento originario mantenendo lo sviluppo preesistente in pianta.

(Il piano del colore non esiste per il Comune di Crodo e neanche per il Comune di Baceno, ad esso contiguo. L'unico esempio prossimo alla zona di progetto e consultabile è "Linee guida, indirizzi tecnici e prescrizioni per gli interventi di recupero e di nuova costruzione nel comune di Premia" in cui si legge: "le pareti intonacate in modo tradizionale dovranno conservare la colorazione propria del materiale costituente. Si vieta l'impiego di colori sgargianti in quanto incongrui rispetto al contesto ambientale. È obbligatorio l'utilizzo di colori naturali: l'intonaco avrà il proprio colore naturale o sarà addizionato con minerali finemente macinati".)

La messa in sicurezza degli edifici è di competenza del proprietario e l'autorità comunale subentra in eventi di natura eccezionale.

Il proprietario dell'immobile è sempre tenuto a una manutenzione costante: se, ad esempio, un rudere fosse pericolante, il possessore sarebbe richiamato dall'Autorità comunale a effettuare una celere messa in sicurezza, come indicato nell'articolo seguente:

Art. 33 "Decoro e manutenzione delle costruzioni e delle aree private"

Le costruzioni, le singole parti delle stesse e le aree di pertinenza debbono essere mantenute efficienti, per quanto attiene alla sicurezza, all'estetica, al decoro, all'igiene.

Il proprietario ha l'obbligo di eseguire i lavori di manutenzione, di riparazione e di ripristino necessari, nonché quelli di intonacatura e ritinteggiatura delle costruzioni deterioratesi.

Ove le condizioni delle costruzioni e delle singole parti delle stesse o lo stato delle aree siano degradati tanto da arrecare pregiudizio all'ambiente o alla sicurezza ed alla salute delle persone, l'Autorità comunale ha facoltà di ingiungere, entro un termine prestabilito, al proprietario o al possessore dell'immobile l'esecuzione dei lavori necessari per rimuovere ogni inconveniente.

Il progetto non altererà il sito.

Per quanto riguarda la copertura degli edifici 5 e 6 la pendenza tipica del luogo verrà mantenuta e anche l'utilizzo del legno per le parti strutturali.

Il manto di copertura sarà invece ligneo per installare un sistema fotovoltaico, il quale è invece vietato sui tetti in *piode* e a terra dal Regolamento Edilizio di Crodo per non creare un elemento di disturbo visivo nel paesaggio. Il chiaroscuro tipico delle aperture si manterrà adottando finestre ad anta singola e utilizzando scuretti interni. Questi ultimi non danno infatti un'immagine di abbandono di un edificio nel caso un edificio fosse chiuso per la maggior parte dell'anno, così come potrebbe accadere agli edifici di Cascine Arse destinati all'attività agrituristica quando sono chiusi per determinati periodi dell'anno.

L'edificio 6 è ormai alterato da una erronea riqualificazione con malta cementizia sulle pareti, precludendo così una corretta aerazione dei locali; non a caso il fieno stoccato al suo interno ha subito marcescenze. Per queste ragioni si procederà alla rimozione dello strato di malta restituendo le aperture originarie e intonacando totalmente l'edificio.

III.3 La progettazione degli spazi interni: attività previste e regolamentazione igienica

I sette edifici in esame, come già menzionato, sorgono in un'area classificata “zone agricole, prati, prati-pascoli, boschi” come indicato nelle tavole del **Piano Regolatore Comunale di Crodo**: tavola E2 “uso del suolo e classificazione geologica” e tavola D3 “uso del suolo” con riferimento all'art. 33 delle **Norme Tecniche di Attuazione (16 giugno 2011)**, e nella classe geologica II (**Relazione geologica**). Non si necessita di cambi di destinazioni d'uso rimanendo in funzione agricola.

Per quanto riguarda la **regolamentazione igienica**, questa è difficilmente compatibile con le caratteristiche del costruito rurale, poiché sono enunciate indipendentemente dal contesto e dalle condizioni di utilizzo di edifici costruiti prima dell'epoca industriale.

Le altezze interne dei locali originari non superano 1.8 m e le aperture difficilmente si estendevano per 1/10 della superficie di pavimento.

Il riuso prevede a volte dunque un aumento della superficie di apertura, rischiando la compromissione delle pareti perimetrali. Si può pensare allora a destinare parte della superficie interna a locali non soggetti al vincolo di luce naturale e ricambio d'aria, in modo da non compromettere il modello originario né sprecare spazio.

Le altezze minime previste possono invece non essere applicate se l'edificio è considerabile come meritevole di conservazione. In caso contrario si può abbassare il piano di calpestio, tenendo sempre presente che le fondazioni tradizionali difficilmente superano i 50 centimetri di profondità. Un'altra pratica è l'utilizzo di soppalchi, richiedenti 2 m di altezza tra soppalco e il piano sovrastante e 2.20 m quello sottostante.

La criticità principale in questo caso è collegata alle destinazioni d'uso agricole, richiedenti 2.7 m di altezza per ambienti destinati a lavorazioni (se i lavoratori sono meno di cinque, **Allegato IV, Punto 1.2.1.1 – art.36/a, c.3** del Regolamento Edilizio della Città di Torino. La superficie interna dei luoghi di lavoro non deve essere inferiore a mq. 9, art.36/b, c.4 del Regolamento Edilizio della Città di Torino), 2.4 m per i depositi e 2 m per locali “non definiti da normativa”. Premettendo che in presenza di un solaio ligneo con travi a vista l'altezza interna del locale si misura sotto assito e non sotto trave, gli edifici oggetto d'esame presentano 1.80 m e 2 m al piano terreno (i riferimenti sono **ASL: regolamentazione di igiene del comune di Crodo** con riferimento alla regolamentazione di Torino e disposizioni in merito alla sicurezza sul lavoro: **Allegato IV, 1.2 – D.Lgs 81/08**).

Il riutilizzo delle acque reflue non è necessario, dal momento che gli edifici sono raggiunti da impianti per l'irrigazione e l'acqua potabile, installate negli ultimi anni per servire un altro proprietario. Un ulteriore approvvigionamento di acqua a scopo agricolo potrebbe derivare dal torrente Alfenza previa richiesta.

Riferimenti

Art. 1 D.M. Sanità 9 giugno 1999, pubblicato sulla G.U. del 25 giugno 1999

Art. 36 “altezza interna dei locali abitativi”, Regolamento edilizio del Comune di Crodo (20 ottobre 2016)

Art.28 DPR 27/04/68 n. 338, “Aree per attività agricole (E) - Interventi su edifici esistenti”.

Acque reflue:

Legge “Galli” (36/1994) e la L.R. del Piemonte a essa seguente (13/1997): obbligo per i Comuni montani di rifornirsi da un “gestore unico” di diritto privato.

D. Lgs. 152/2006, art. 148, comma 1.

Riutilizzo delle acque reflue:

Art. 6 della Legge “Galli”, sostituito dall'art. 26, comma 2, del D.L.vo 11 maggio 1999, n. 152.

Risparmio idrico:

Art. 5 della Legge “Galli”, modificato ed integrato dall'art. 25, commi 2 e 3, del D.L.vo 11 maggio 1999, n. 152.

Usi agricoli delle acque:

Art. 28 della Legge “Galli”.

III.3.i Definizione delle attività agrituristiche e loro requisiti normativi

Le attività previste a Vinone comprendono laboratori, depositi e ricovero attrezzi, e a Cascine Arse le attività ricettive (cucina, camere), la vendita e una sala polifunzionale.

Cascine Arse sarà quindi il nucleo di attività di “ospitalità rurale familiare”, ovvero l'attività agrituristiche definita dalla legge 20 febbraio 2006, n. 96 “Disciplina dell'agriturismo”:

Art. 2

1. Per attività agrituristiche si intendono le attività di ricezione e ospitalità esercitate dagli imprenditori agricoli di cui all'articolo 2135 del codice civile, anche nella forma di società di capitali o di persone, oppure associati fra loro, attraverso l'utilizzazione della propria azienda in rapporto di connessione con le attività di coltivazione del fondo, di silvicoltura e di allevamento di animali.

2. Possono essere addetti allo svolgimento dell'attività agrituristiche l'imprenditore agricolo e i suoi familiari ai sensi dell'articolo 230-bis del codice civile, nonché i lavoratori dipendenti a tempo determinato, indeterminato e parziale.

3. Rientrano fra le attività agrituristiche:

a) dare ospitalità in alloggi o in spazi aperti destinati alla sosta di campeggiatori;

b) somministrare pasti e bevande costituiti prevalentemente da prodotti propri e da prodotti di aziende agricole della zona, ivi compresi i prodotti a carattere alcolico e superalcolico, con preferenza per i prodotti tipici e caratterizzati dai marchi DOP, IGP, IGT, DOC e DOCG o compresi nell'elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali, secondo le modalità indicate nell'articolo 4, comma 4;

c) organizzare degustazioni di prodotti aziendali, ivi inclusa la mescita di vini, alla quale si applica la legge 27 luglio 1999, n. 268;

d) organizzare, anche all'esterno dei beni fondiari nella disponibilità dell'impresa, attività ricreative, culturali, didattiche, di pratica sportiva, nonché escursionistiche e di ippoturismo, anche per mezzo di convenzioni con gli enti locali, finalizzate alla valorizzazione del territorio e del patrimonio rurale.

[...]

Sono considerati di propria produzione i cibi e le bevande prodotti, lavorati e trasformati nell'azienda agricola nonché quelli ricavati da materie prime dell'azienda agricola e ottenuti attraverso lavorazioni esterne.

Art. 3

Le regioni disciplinano gli interventi per il recupero del patrimonio edilizio esistente ad uso dell'imprenditore agricolo ai fini dell'esercizio di attività agrituristiche, nel rispetto delle specifiche caratteristiche tipologiche e architettoniche, nonché delle caratteristiche paesaggistico-ambientali dei luoghi.

I locali utilizzati ad uso agrituristico sono assimilabili ad ogni effetto alle abitazioni rurali.

Inoltre:

Decreto del Presidente della Giunta regionale 13 febbraio 2017, n. 5/R

Art. 13 comma 4

Le aziende agricole che svolgono l'attività di "ospitalità rurale familiare" possono offrire, anche disgiuntamente, i seguenti servizi svolti esclusivamente nella parte abitativa del fabbricato rurale che coincide con l'abitazione del titolare dell'attività:

- ospitalità in camere;
- preparazione e somministrazione di alimenti e bevande e degustazione.

Il nucleo di Cascine Arse può quindi prendere vita ospitando camere, accogliendo attività multidisciplinari all'interno delle strutture e vendendo cibi e bevande prodotti a Vinone.

Anche qui si evidenzia il necessario mantenimento delle caratteristiche tipologiche e architettoniche per il patrimonio edilizio esistente.

Coesiste inoltre l'intercambiabilità tra utilizzo agrituristico e abitazione.

“Per i veicoli degli ospiti, [occorre disporre di] un parcheggio per un numero di posti auto pari ad almeno la metà del numero delle camere” (**Art. 13 comma 4 del Decreto del Presidente della Giunta regionale 13 febbraio 2017, n. 5/R**). Ciò non può trovare riscontro in un luogo montano non raggiungibile in automobile e dunque si usufruisce del recente parcheggio pubblico davanti alla chiesa di San Giulio, sito nell'ultimo tratto di strada carrabile.

III.3.ii Vendita dei prodotti

L'edificio 6 sarà dedicato alla vendita di quanto prodotto a Vinone e rientrante tra le attività permesse in un agriturismo (vincolo che le produzioni siano del 51% proprie).

La vendita al dettaglio e sue agevolazioni sono normate dalla **D.Lgs 228/2001**:

Art. 4

Gli imprenditori agricoli, singoli o associati, iscritti nel registro delle imprese di cui all'art. 8 della legge 29 dicembre 1993, n. 580, possono vendere direttamente al

dettaglio, in tutto il territorio della Repubblica, i prodotti provenienti in misura

prevalente dalle rispettive aziende, osservate le disposizioni vigenti in materia di igiene e sanità.

[...]

La presente disciplina si applica anche nel caso di vendita di prodotti derivati,

ottenuti a seguito di attività di manipolazione o trasformazione dei prodotti agricoli e

zootecnici, finalizzate al completo sfruttamento del ciclo produttivo dell'impresa.

III.3.iii Ricettivo

Legge regionale 14 luglio 1988, n. 34 “norme igienico-sanitarie delle strutture ricettive”.

Art. 4 comma 2

Deve essere garantita un'altezza minima interna utile dei locali di metri 2,70, riducibile a metri 2,40 per i vani accessori.

Art. 6 comma 2

Le pareti dei posti di cottura dovranno essere rivestite fino a due metri di altezza di materiale lavabile ed impermeabile.

Art. 7 comma 3

Le pareti dei servizi igienico-sanitari devono essere rivestite fino a due metri di altezza di materiale lavabile ed impermeabile.

Art. 7 comma 4

Le unità abitative devono essere dotate di un servizio igienico-sanitario ogni 8 posti letto.

Per quanto riguarda la superficie minima delle camere si tiene conto:

Art.2 comma 2

Per le strutture ubicate ad altitudine superiore a 700 metri, le superfici minime sono ridotte a 12 mq per le camere con due posti letto; per ogni posto letto in più la superficie minima delle camere a due posti letto deve essere aumentata di mq. 4. Ciascuna camera da letto non può essere dotata di più di 4 posti letto.

Art.2 comma 3

In deroga ai limiti di superficie è consentito aggiungere un posto letto nelle camere, nel caso in cui venga utilizzato da una persona di età inferiore a 15 anni.

Per la dimensione della cucina domestica e il superamento delle barriere architettoniche:

Legge regionale n. 2 del 23 febbraio 2015 ("Nuove disposizioni in materia di agriturismo").

Art. 9 comma 7

Nei comuni montani, in deroga a quanto disposto dall'articolo 6, comma 3 della L.R. 2/2015 per attività effettuate esclusivamente con carattere di stagionalità, l'uso della cucina domestica può essere autorizzato per la preparazione e per la somministrazione di pasti fino ad un massimo di venti posti.

Art. 8 comma 5

Gli spazi comuni destinati all'attività devono essere accessibili anche ricorrendo ad opere provvisorie e dotati di servizi igienici per disabili; le strutture agrituristiche con un numero superiore a dieci posti letto devono essere dotate di almeno una camera accessibile e di servizio igienico per disabili;

L'edificio 5 avrà tre camere con tre posti letto ciascuna (2p + 1p<15 anni) e un servizio sanitario attrezzato per disabili a ogni piano.

L'edificio 6 ospiterà una cucina per servire massimo 20 posti; poiché per l'inserimento della cucina occorre che non ci siano barriere architettoniche, verrà inserita una piattaforma mobile per accedere al piano superiore mentre il piano inferiore si trova livello del terreno.

Il wc è stato studiato con dimensioni tali da permettere l'utilizzo alle persone disabili e prevede inoltre uno spazio per un eventuale fasciatoio.

Per l'abbattimento delle barriere architettoniche in fase di progettazione sono state considerate anche:

Legge 13/89;

D.M. 236/1989 (regolamento di attuazione 13/89);

Le soglie delle entrate di progetto non superano infatti i 2,5cm di dislivello, i percorsi interni sono stati resi accessibili con la carrozzina, con misure e ingombri che rispettano le prescrizioni da manuale, le porte interne dotate di sistema a scorrimento.

Per la somministrazione dei pasti si applica anche il **Decreto della Presidente della Giunta Regionale 3 marzo 2008, n. 2/R:**

Art. 3

- Sistemi alternativi di allontanamento e contemporaneo abbattimento fumi di cottura possono essere eccezionalmente accettati con specifica certificazione di idoneità dell'impianto e fatto salvo il rispetto dei regolamenti comunali.

-Tutti i locali devono possedere areoilluminazione naturale pari almeno a un 1/8 della superficie del pavimento

È prevista una cappa elettrica con filtri a carbone attivo per evitare di inserire canne fumarie alterando la forma dell'edificio 6.

III.III.iv Lavorazioni alimentari

Le pareti devono essere “lisce”, “facili da pulire e ove necessario da disinfettare”, di “materiale resistente, non assorbente” (anzi, “impermeabile”), “lavabile e non tossico”, solido e chiaro. Altezza del rivestimento almeno fino a due metri.

(I riferimenti sono ASL: regolamentazione di igiene del comune di Crodo con riferimento alla regolamentazione di Torino e disposizioni in merito alla sicurezza sul lavoro: Allegato IV, 1.2 – D.Lgs 81/08).

Bisogna inoltre evitare particelle provenienti dal soffitto:

Regolamento (CE) n. 852/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004
(sull'igiene dei prodotti alimentari)

Cap. II

I soffitti (o, quando non ci sono soffitti, la superficie interna del tetto) e le attrezzature sopraelevate devono essere costruiti e predisposti in modo da evitare l'accumulo di sporcizia e ridurre la condensa, la formazione di muffa indesiderabile e la caduta di particelle.

A seconda dei locali, nel progetto si opta per l'inserimento di un diaframma che separa il locale dalla caduta di particelle proveniente dalla copertura, l'utilizzo di una struttura in pallet e calcepeglia intonacata e chiusa alla sommità, e un nuovo tetto (edifici 5 e 6).

III.3.v Rimesse

L'altezza deve essere inferiore ai 2.20m e il rapporto aero-illuminante deve essere 1/30 (i riferimenti sono ASL: regolamentazione di igiene del comune di Crodo con riferimento alla regolamentazione di Torino e “disposizioni in merito alla sicurezza sul lavoro”: Allegato IV, 1.2 – D.Lgs 81/08).

III.3.vi Serramenti

Art. 53 del Regolamento edilizio di Crodo

1. Le porte di accesso alle costruzioni dalle strade e dagli spazi pubblici o di uso pubblico devono essere dotate di serramenti che si aprono verso l'interno o a scorrimento, senza invadere gli spazi medesimi, fatta eccezione per i serramenti la cui apertura è prescritta verso l'esterno da norme di sicurezza; in tal caso saranno posti arretrati rispetto allo spazio pubblico ove possibile.
2. I serramenti delle finestre prospicienti spazi pubblici o di uso pubblico possono aprire verso l'esterno solo se siti ad un'altezza di 4.00 m dal piano del marciapiede o ad un'altezza di 5.00 m dal piano stradale, per le strade prive di marciapiedi; in nessun caso l'apertura delle ante deve invadere il sedime stradale impegnato dal transito dei veicoli.
3. In sede di rilascio degli atti di assenso edilizio, l'Autorità comunale, sentita la Commissione Edilizia, può imporre la realizzazione dei serramenti con specifici materiali e coloriture.
4. I serramenti esistenti che non rispondono ai requisiti di cui al comma 2 sono mantenuti nella situazione di fatto; nel caso di interventi di trasformazione dei fabbricati che implicano il rifacimento dei prospetti, è richiesto l'adeguamento alle norme regolamentari.

I serramenti saranno posizionati a 2/3 dello spessore della parete e gli accessi sono studiati con apertura verso l'interno; in alcuni casi sono a scorrimento sempre dall'interno per l'inserimento delle serrature.

Tutte le finestre si apriranno verso l'interno ove specificato il telaio mobile (l'edificio 2 e 5 comprendono finestre basculanti con apertura dall'interno).

Gli ingombri degli infissi sono specificati nei disegni architettonici e il loro dimensionamento è studiato in funzione del rapporto aeroilluminante per ciascuna attività. Come già menzionato, tutti gli infissi saranno realizzati con una struttura indipendente e reversibile da inserire nei vani esistenti.

III.3.vii Soppalchi interni

Art. 55 del Regolamento edilizio di Crodo

1. È definita "soppalco" la superficie ottenuta mediante l'interposizione parziale di una struttura orizzontale in uno spazio delimitato da pareti quando la superficie soprastante e quella sottostante alla struttura menzionata non vengono chiuse per ricavare nuovi vani; la superficie netta del soppalco, anche se distribuita su più livelli, non può superare 2/3 della superficie netta del vano in cui esso è ricavato.
2. La realizzazione del soppalco è: a) soggetta alle ordinarie procedure autorizzative; b) consentita nel rispetto dei requisiti di illuminazione e ventilazione prescritti dalle leggi vigenti e, in caso di destinazione ad uso lavorativo, anche di tutte le specifiche norme che regolano l'attività esercitata.
3. È comunque richiesto il rispetto delle seguenti prescrizioni: a) la parte superiore del soppalco deve essere munita di balaustra di altezza non inferiore a 1,00 m; b) l'altezza tra il pavimento finito del soppalco ed il punto più basso del soffitto finito deve risultare non inferiore a 2,00 m; c) l'altezza tra il pavimento del locale e il punto più basso dell'intradosso della struttura del soppalco deve risultare non inferiore a 2,20 m.
4. Il soppalco non è conteggiato nel numero dei piani (N_p): come tale non ha effetto ai fini del computo del volume (V), anche se la superficie del suo piano di calpestio costituisce incremento della superficie utile lorda (S_{ul}).

La superficie netta del soppalco, anche se distribuita su più livelli, in certi casi può superare il 50% di quella del locale sottostante. Chiudendo il piano inferiore o quello superiore il vano è considerato a sé stante.

Nell'edificio 7 dunque è un vano a sé stante; è sfruttato il piano superiore originario.

III.4 Impianto fotovoltaico

Come già sottolineato più volte, l'impianto fotovoltaico non deve alterare la percezione visiva del paesaggio; si potrà inserirlo allora solo sulle coperture degli edifici 5 e 6, poiché non in piodè; questo vincolo è specificato dal Comune di Crodo.

È stato ipotizzato un impianto fotovoltaico connesso in rete, "in grid", dal momento che è possibile effettuare l'allaccio a una rete già esistente.

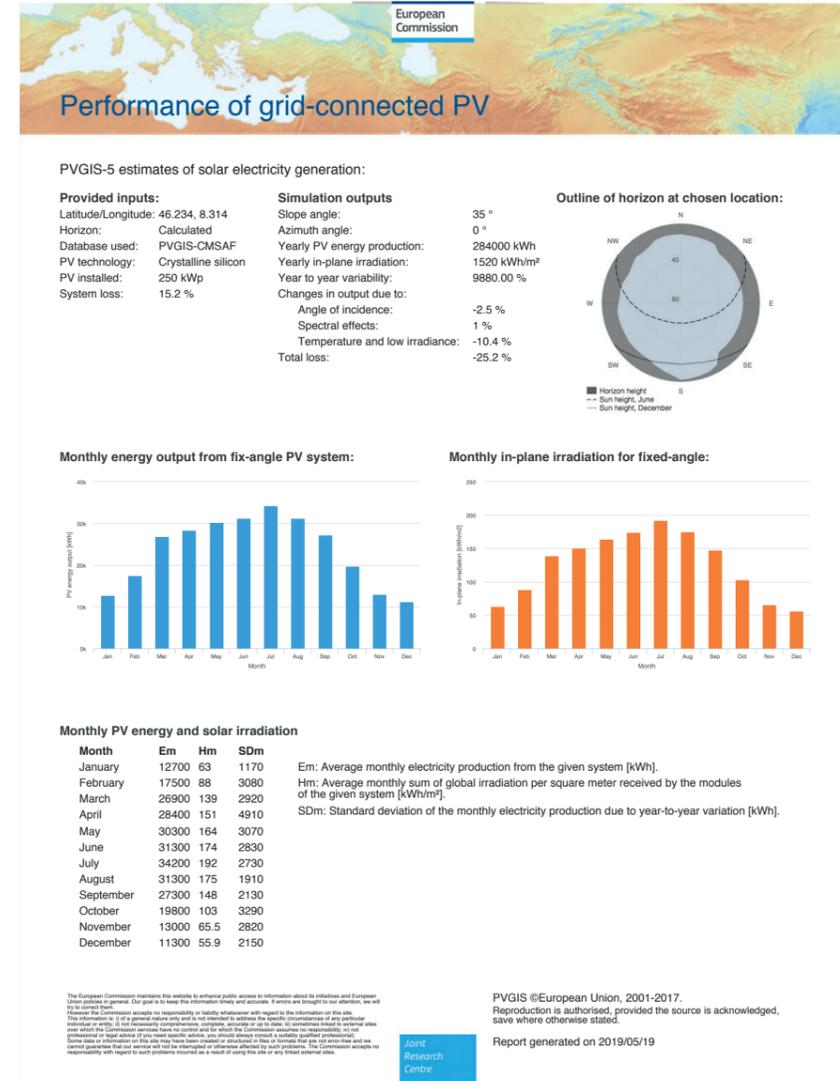
Riferimenti

Legge 10/91

D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 (attuazione della direttiva europea 2002/91/CE);

D. Lgs. 29 dicembre 2006, n.311 (disposizioni integrative del D.Lgs cui sopra);

DPR 2 aprile 2009 n.59



PANNELLI FOTOVOLTAICI										
	n° giorni g	irraggiamento globale Wh/mq gg	Wh/mq mese	Epv kWh/mq mese	Kpv	Apv	Wpv	fpv	Iref kW/mq	Eel_pv,out kWh
Gennaio	31	12700	393700	393,70	0	37,8	4,92	1	1	1451,65
Febbraio	28	17500	490000	490,00	0	37,8	4,92	1	1	1806,73
Marzo	31	26900	833900	833,90	0	37,8	4,92	1	1	3074,76
Aprile	30	28400	852000	852,00	0	37,8	4,92	1	1	3141,49
Maggio	31	30300	939300	939,30	0	37,8	4,92	1	1	3463,39
Giugno	30	31300	939000	939,00	0	37,8	4,92	1	1	3462,28
Luglio	31	34200	1060200	1060,20	0	37,8	4,92	1	1	3909,17
Agosto	31	31300	970300	970,30	0	37,8	4,92	1	1	3577,69
Settembre	30	27300	819000	819,00	0	37,8	4,92	1	1	3019,82
Ottobre	31	19800	613800	613,80	0	37,8	4,92	1	1	2263,20
Novembre	30	13000	390000	390,00	0	37,8	4,92	1	1	1438,01
Dicembre	31	11300	350300	350,30	0	37,8	4,92	1	1	1291,63

Rapporto S/K		
S	115,29	mq
K	50,00	mq/kW
Potenza elettrica	2,31	kW P minimi richiesti
Pannello da 250 Wp		Modello Sharp
Numero pannelli	9,22	
Numero pannelli effettivi	10,00	
Area pannello	1,64	mq
Area totale pannelli	16,40	mq

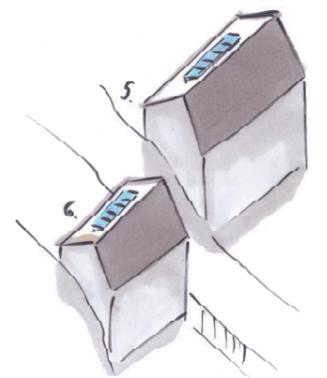
Consumi	n	kW	h	kWh tot
aspirapolvere	-	0,70	2	1,40
caricatore	12	0,02	1	0,28
forno	1	1,80	1	1,80
frigo	14	0,10	24	33,60
lampadina	15	0,04	5	3,00
montascale	2	1,00	1	2,00
phon	2	0,50	2	1,50
piastra induzione	1	1,30	3	3,90
stufetta	6	1,00	4	24,00

estate 47,46 inverno 71,46

6.1 DETERMINAZIONE ENERGIA CEDUTA ALLA RETE					
	n° giorni gg	Eel_pv,out kWh	Eausiliari kWh	Erete kWh	Fabbisogno kWh
Gennaio	31	1451,65	2215,26	763,61	71,46
Febbraio	28	1806,73	2000,88	194,15	71,46
Marzo	31	3074,76	2215,26	-859,50	71,46
Aprile	30	3141,49	2143,80	-997,69	71,46
Maggio	31	3463,39	1471,26	-1992,13	47,46
Giugno	30	3462,28	1423,80	-2038,48	47,46
Luglio	31	3909,17	1471,26	-2437,91	47,46
Agosto	31	3577,69	1471,26	-2106,43	47,46
Settembre	30	3019,82	1423,80	-1596,02	47,46
Ottobre	31	2263,20	2215,26	-47,94	71,46
Novembre	30	1438,01	2143,80	705,79	71,46
Dicembre	31	1291,63	2215,26	923,63	71,46
Totale				-12076,09	

Energia Autoconsumata 138%

inv 11765,11 12969,99
est 17432,34 7261,38



IV. Impatto ambientale

La strategia progettuale di questa tesi ha preso in considerazione l'energia incorporata e l'effetto serra. La prima intesa come energia impiegata lungo il processo di trasformazione e lavorazione delle materie prime al prodotto finito ed il secondo come valore sintetico della verifica di CO₂: l'“embodied carbon” espresso in kg di CO₂ equivalente (Global warming potential; Protocollo di Kyoto, 1997).

Vengono presi come riferimento gli impatti ambientali delle materie prime dalla loro estrazione sino al cancello della fabbrica, ovvero l'estrazione delle materie prime e loro trattamento (fase A1), il trasporto alla fabbrica (A2), e la produzione (A3), il trasporto al produttore, al rivenditore e al cantiere (A4), sino alla costruzione e installazione (A5). Questo approccio è stato effettuato relativamente al complesso architettonico, tenendo conto quindi dei soli materiali costruttivi e degli infissi; di conseguenza non è stato approfondito il consumo energetico durante la fase di utilizzo (B). A completare l'analisi tabellare svolta è stato effettuato anche uno schema riassuntivo di riciclo, riutilizzo, compostabile e combustibile dei materiali utilizzati in fase di dismissione (“end of life scenarios”, fine vita, fase C).

Norme di riferimento:

- BS EN 15804:2012+A1:2013; DD ISO/TS 14048:2002
- UNI EN ISO 14040: 2006 Gestione ambientale, Valutazione del ciclo di vita, Principi di riferimento.
- UNI EN ISO 14044: 2006 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida
- UNI EN ISO 14045: 2012 Gestione ambientale - Valutazione dell'eco-efficienza di un sistema di prodotto - Principi, requisiti e linee guida

Le banche dati adottate, nei casi in cui non c'è stata trasparenza di informazioni primarie da parte dei produttori, sono state il database elaborato da *Bau-book* (creato insieme a "Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, IBO) e IFC.

Per i prezzi sono stati utilizzati quelli forniti direttamente dai produttori/fornitori (oscurati i nomi nella versione online della tesi per il trattamento dei dati sensibili) e quelli ricavati da *Prezzi informativi dell'edilizia. Nuove costruzioni. Agosto 2018* e dall'*Allegato B - Elenco Prezzi Unitari, Torino, Regione Piemonte, 2019*.

Lo scopo della valutazione è stata di tipo comparativo. C'è stata una selezione dei materiali non solo per quanto riguarda le loro specifiche qualità, ma anche tenendo presente il ciclo di vita di ciascun prodotto finito. A tal fine sono stati previsti due approcci: quello low-tech, volto al rispetto dell'ambiente con tecniche costruttive solitamente tradizionali, e quello sostenibile, volto a contenere i consumi di risorse e a considerarne l'inquinamento (dall'estrazione della materia prima al prodotto finito).

Una criticità riscontrata è stata la difficoltà nel reperire informazioni trasparenti sulla effettiva origine dei prodotti. Un esempio sono i pannelli truciolari e gli OSB le cui materie prime sovente provengono da uno Stato, ma i cui prodotti finiti vengono poi confezionati nello stabilimento di un'altra nazione, cosicché è menzionato solo il luogo d'origine della materia prima di quest'ultimo. Facendo poi una comparazione qualitativa, emerge come i truciolari e gli OSB siano molto più economici del legno massello, però questo ha un impatto ambientale minore in termini di emissione di CO₂ e non contiene colle o resine sintetiche inquinanti. Si ha quindi un costo maggiore, ma un "embodied carbon" negativo (i valori negativi di CO₂ indicano il suo assorbimento in fase di crescita della vegetazione).

Esiste poi un dibattito irrisolto sull'ecologicità dei prodotti: ovvero quando si possa parlare di naturalità o riciclabilità di questi e quale sia la durabilità e il decadimento prestazionale nel tempo. È scarsamente analizzata persino la non tossicità dei prodotti riciclati.

Non basta considerare il legno come materiale naturale visto che si porta dietro le tematiche di consumo del suolo, dell'acqua e l'uso di fertilizzanti, pesticidi ed erbicidi¹.

È necessario dunque ponderare la scelta di un materiale rispetto a un altro (come un legno se certificato FSC) sia sulla base della provenienza geografica sia considerando gli eventuali trattamenti critici per il compostaggio (ad esempio i trattamenti antiparassitari per il legno).

“Ne deriva che non esistono materiali, componenti, tecniche costruttive eco-compatibili in senso assoluto, - in quanto- l'eco-compatibilità dipende dalla specifica applicazione d'uso: infatti, per realizzare una valutazione del ciclo di vita di un prodotto occorre conoscere anche la sua fase d'uso e il ruolo del componente all'interno dell'edificio”².

¹ Lavagna M., *Life cycle assessment in edilizia: progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Milano, U. Hoepli, 2008, pp. 147-148

² *Ivi*, cit., p. 150

In questa analisi è emerso che il criterio che più va a influire sui calcoli dell'impatto ambientale è la localizzazione sia delle materie prime sia del produttore.

L'energia incorporata del trasporto dovrebbe attestarsi sul 3%; qui ha influito la posizione del cantiere distante dai produttori (attestandosi sul 4-5% e in un caso 7,34%).

A seconda della quantità di legno impiegata si riscontrano valori di CO₂ negativi che vanno ad azzerare o addirittura dare risultato negativo nel bilancio di tutti i materiali, come nel caso degli edifici 2, 4, 5, 6 e 7.

L'edificio 5 presenta un impatto ambientale del trasporto del 3,94% poiché va in parte ricostruito. La scelta dei materiali ha portato a un GWP100 totale di -15069,85 kg CO₂eq nei quali figurano valori negativi di paglia (10% del materiale utilizzato) e legno (74% del materiale utilizzato). L'edificio 5 risulta inoltre riciclabile al 100%.

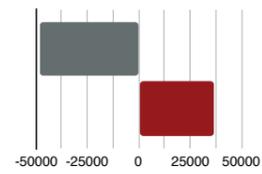
Sembrerà un'assurdità ma la parte più difficile in veste di tesista è stato proprio riuscire ad avere informazioni trasparenti sulla provenienza dei materiali (come già illustrato in precedenza). Problematico è stato anche l'aspetto dei costi che variano sia per la quantità richiesta dei prodotti sia per il tipo di partita iva (fattori superati il più delle volte presentandomi direttamente in sede o alle esposizioni).

A completezza dei calcoli effettuati sono stati inseriti dei diagrammi di dismissione di ciascun materiale impiegato nei quali si è cercato di rientrare il più possibile nel riciclo.

Gli stessi moduli in pallet sono facilmente riciclabili, ma soprattutto sono ideati per essere smontati e riutilizzati in altri spazi.

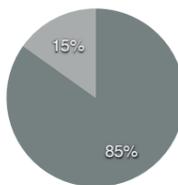
Edifici 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	GWP tot + GWP trasporto	MJ tot + MJ trasporto
Abete	-43049,00	686288,09
Acciaio	3006,31	48149,08
Argilla	285,30	9811,75
Bentonite	3024,21	35002,44
Calce	17168,38	199785,00
Canna comune e palustre	-1174,66	3897,63
Cellulosa	635,22	11501,87
Cemento	711,88	7550,38
Cemento armato	1580,86	16063,40
Compensato	-92,47	4133,76
Corda in poliestere	78,80	2476,31
Carta vel. uso ind.	-1,58	90,22
EPDM membrana	107,99	3546,90
Feltro in canapa	2,67	49,58
Impermeabilizzante in alluminio	7307,84	134694,79
Ottone	651,92	10643,73
Paglia	-3567,96	43960,15
PMMA Plexiglas	1040,40	17127,95
Sabbia	353,33	6872,16
Vetro semidoppio	495,32	6261,88

GWP	-47885,68	36450,42
-----	-----------	----------

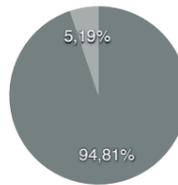


PENRT	PERT
9714,34	1735,8
EE	EE trasporto
1183092,98	64814,11
EC	EC trasporto
-14399,31	2964,06

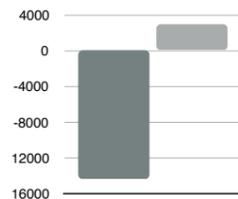
● PENRT ● PERT



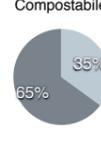
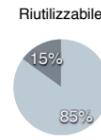
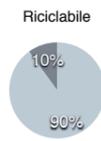
● EE ● EE trasporto



■ EC ■ EC trasporto

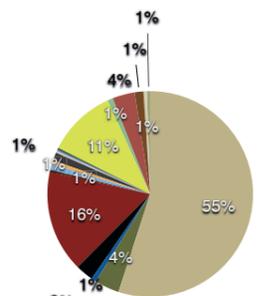
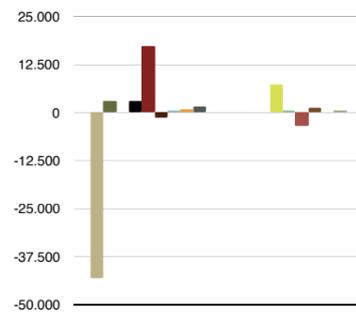


MATERIALI DA COSTRUZIONE	riciclabile	riutilizzabile	compostabile	combustibile
Abete	✓	✓	✓	✓
Acciaio	✓	✓	x	x
Argilla	✓	✓	✓	x
Bentonite	✓	x	x	x
Calce	✓	x	x	x
Canna palustre	✓	✓	✓	✓
Canniccio	✓	✓	✓	✓
Carta vel. uso ind.	✓	✓	✓	✓
Cellulosa	✓	✓	x	x
Cemento	x	x	x	x
Compensato	✓	✓	x	x
Corda in poliestere	✓	✓	x	x
EPDM membrana	✓ (EPDM)	✓	x	x
Feltro in canapa	✓	✓	x	x
Impermeabilizzante in alluminio	x	✓	x	x
Ottone	✓	✓	x	x
Paglia	✓	✓	✓	✓
PMMA Plexiglas	✓ (complesso)	✓	x	x
Sabbia	✓	✓	✓	x
Vetro semidoppio	✓	✓	x	x



● si ● no

- Abete
- Acciaio
- Argilla
- Bentonite
- Calce
- Canna comune e palustre
- Cellulosa
- Cemento
- Cemento armato
- Compensato
- Corda in poliestere
- Carta vel. uso ind.
- EPDM membrana
- Feltro in canapa
- Impermeabilizzante in alluminio
- Ottone
- Paglia
- PMMA Plexiglas
- Sabbia
- Vetro semidoppio



- Riciclo**
- Arundo donax e rami
 - Bobina in legno
 - Cassette in legno
 - Pallet
 - Pietrisco
 - Terra di scavo (Cob)
- Costo [€]**
159777,15

Bibliografia

Griffini E. A., *La casa rustica delle Alpi italiane*, in "Ingegneria 3:2" (marzo 1923), pp. 66-69

Pagano G., *Documenti di architettura rurale*, in "Casabella", n.95, novembre 1935, pp. 18-19

Pagano G., Daniel G., *Architettura rurale italiana*, Milano, Hoepli, 1936

Ridolfi M. et al., *Manuale dell'architetto*, C.N.R. - U.S.I.S., 1946

Cereghini M., *Costruire in montagna*, Milano, Edizione Del Milione, 1950

Aureggi O., *L'origine e la struttura urbanistica delle borgate alpine*, in Società piemontese di archeologia e belle arti (a cura di), "Società piemontese di archeologia e belle arti", Torino, Fratelli Bocca, 1960

Burkhardt W., *Considerazioni sulla struttura di un gruppo di borgate delle pendici della valle Antigorio*, in Società piemontese di archeologia e belle arti (a cura di), "Società piemontese di archeologia e belle arti", Torino, Fratelli Bocca, 1960

Sereni E., *Storia del paesaggio agrario italiano*, Bari, Laterza, 1962

Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 1 – Struttura della casa*, Basel, Krebs, 1976

Bertamini T., *Viceno e i suoi Statuti*, in "Oscellana" n.2 (aprile-giugno 1979)

Gschwend M., *La casa rurale nel Canton Ticino. Vol. 2 – Forme di casa e insediamenti*, Basel, Krebs, 1982

Doglio G., Unia G., *Abitare le Alpi*, Cuneo, L' Arciere, 1980

Conti G., Oneto G., *L'architettura tradizionale*, in Ferrari E., Pagani A. (a cura di), "Terra d'Ossola", Domodossola, Lions Club Domodossola, 1984

Daverio A., *Alagna Valsesia: censimento delle antiche case in legno*, Torino, Centro stampa della Giunta regionale, 1985

Castellano A., *La casa rurale in Italia*, Milano, Electa, 1986, p. 93

Rizzi E., Zanzi L., *I Walser nella storia delle Alpi: un modello di civilizzazione e i suoi problemi metodologici*, Milano, Jaca book, 1988

Langé S., *L'eredità romanica: l'edilizia domestica in pietra dell'Europa Occidentale*, Milano, Jaca Book, 1989

Fontana E., *I Walser dalla Svizzera alle vallate del Rosa*, in Comitato scientifico C.A.I. Ligure -Piemontese -Valdostano, "Insediamenti umani e Architettura tradizionale delle Alpi", Atti dell' incontro di Sampeyre (Cn) 26-27 settembre 1992

Maurino R., Doglio G. (a cura di), *Recupero: come fare? Appunti sul problema della ristrutturazione della casa alpina*, 2. ed, Cuneo, L'Arciere, 1995

Montanari G. (a cura di), *La pietra e il legno: ricerche per il progetto del territorio montano: Moron (St. Vincent)*, Torino, Celid, 1995

Oliver P., *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997

De Rossi A. (a cura di), *Abitare le Alpi: il progetto del territorio alpino nelle esperienze didattiche e di ricerca del Dipartimento di progettazione architettonica del Politecnico di Torino*, Torino, CLUT, 1998

Agostini S., *Architettura rurale: la via del recupero: alternative di intervento sull'esistente*, Milano, Franco Angeli, 1999

Agostini S. (a cura di), *Strategie di valorizzazione del patrimonio rurale*, Milano, Franco Angeli, 2000

Bagliani D., *La montagna esplorata: progetto e formazione nel contesto alpino*, Aosta, Tip. La Vallée, 2000

F. Musso S. F., Franco G., *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*, Venezia, Marsilio, 2000

Valsesia T., Franco Restelli T., Zanzi L., *Walser: il fascino, il mistero*, Azzate (Varese), Macchione, 2000

Vale B., Vale R., *The New Autonomous House*, London, Thames & Hudson, 2000.

Bertamini T., *Cravegna: storia, fede, arte*, Ornavasso, Tipolitografia Saccardo, 2002

Mezzetti L., Pepe I., *Codice di igiene e sicurezza edilizia: raccolta completa della normativa in materia di igiene*

e sicurezza degli ambienti di vita e di lavoro : aggiornato al D.Lgs. n. 262/2002 e alla L. n. 284/2002, Napoli, Esselibri, 2003

Vivere tra le pietre, Locarno, Armando Dadò editore, 2004

Bertozzi P., Ghini A., Guardigli L. (a cura di), *Le forme della tradizione in architettura: esperienze a confronto*, Milano, Franco Angeli, 2005

Borsotto P., Olivier M. (a cura di), *Metodologie per il recupero degli spazi pubblici negli insediamenti storici: Progetto Culturalp, Conoscenza e miglioramento dei centri storici e dei paesaggi culturali del territorio alpino*, coordinato da Regione Piemonte, Savigliano, L'Artistica, 2005

Dematteis L., *Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbano*, Ivrea, Priuli & Verlucca, 2005

Courgey S., Oliva J., *La conception bioclimatique: des maisons economes et confortables en neuf et en rehabilitation*, Mens, Terre vivante, 2006

Fassi A., Maina L., *L'isolamento ecoefficiente: guida all'uso dei materiali naturali*, Milano, Edizione Ambiente, 2006

Lanzardo D., Panero F. (a cura di), *Le radici medievali dell'insediamento alpino*, i tascabili di Palazzo Lascaris n.26, Torino, maggio 2006

Bocco A., Cavaglia G., *Flessibile come di pietra: tattiche di sopravvivenza e pratiche di costruzione nei villaggi montani*, Torino, Celid, 2008

Lavagna M., *Life cycle assessment in edilizia: progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilita ambientale*, Milano, U. Hoepli, 2008

Simonis G., *Costruire sulle alpi: storia e attualità delle tecniche costruttive alpine*, Verbania, Tararà, 2. ed., 2008

Wienke U., *Manuale di bioedilizia*, 4. ed. aggiornata e ampliata, Roma, Dei, 2008

Berge B., *Ecology of materials*, translated by Butters C., Henley F., 2. ed., Oxford, Elsevier Architectural Press, 2009

Friedman Y., *L'architettura di sopravvivenza: una filosofia della povertà*; trad. di Fassino G., Torino, Bollati Boringhieri, 2009

Agostini S., *Progettare in area agricola: regole e strumenti giuridici per l'edilizia rurale e per l'impresa agricola*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2011

Paludi G., Zeppetella P. (a cura di), *Valorizzare le risorse della montagna: l'esperienza del progetto CAPACities*, Savigliano, L'Artistica Editrice, 2011

Paludi G., Zeppetella P. (a cura di), *Valorizzare le risorse della valle Ossola: borgate, energia: analisi e proposte del progetto CAPACities*, Savigliano, L'Artistica editrice, 2011

Rizzi E., *Storia e antropologia delle popolazioni alpine: il caso dei Walser*, in "Mundus 7-8" (2011-2014)

Simonis G., *Costruire con la pietra*, Verbania, Tararà, 2012

Zevi L., *Il nuovissimo manuale dell'architetto*, Roma, Mancosu, 2012

Aspesi G. M., Cataldi G., *Casa alpina in tronchi/Blockbau: varianti locali ed evoluzione tipologica*, Scarmagno, Priuli & Verlucca, 2013

Bertorello A. R., Cavaglia G. (a cura di), *Immagini, parole, architettura : frammenti di conoscenze ed esperienze della cultura Walser a Formazza*, Trofarello, Stamperia Artistica Nazionale, 2013

Neufert E., *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*, 9. ed., Milano, Hoepli, 2013

Sabatino M., *Orgoglio della modestia: architettura moderna italiana e tradizione vernacolare*, Milano, Angeli, 2013

Rizzi E., Zanzi L., *Storia dell'Ossola*, Domodossola, Grossi, 2014

Tronconi O., *L'architettura montana*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2014

Berta M., Corrado F., De Rossi A., Dini R., *Architettura e territorio alpino*, Regione Piemonte, 2015, Torino

Mileto C., Vegas F., García Soriano L., V. Cristini, *Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future*, Boca Raton, CRC press, 2015

Del Curto D., Dini R., Menini G., *Alpi e Architettura. Patrimonio, progetto, sviluppo locale*, Milano-Udine, Mimesis, 2016

Friedman Y., *Utopie realizzabili*; trad. di Spero S., Macerata, Quodlibet, 2016

Harries K. A., Sharma B., *Nonconventional and Vernacular Construction Materials*, Sawston, Woodhead Publishing, 2016

Musso S. F., *Recupero e restauro degli edifici storici: guida pratica al rilievo e alla diagnostica*, 4. ed., Roma, EPC Libri, 2016

Zanzi L., Rizzi E., *Le Alpi, architettura e civilizzazione: la casa alpina nei Grigioni, Ticino, Vallese e Walser*, Domodossola, Fondazione Enrico Monti, 2016

Benjamin D. (a cura di), *Embodied Energy and Design: Making Architecture Between Metrics and Narratives*, Zurich, Lars Muller Publishers, 2017

Prezzi informativi dell'edilizia. Nuove costruzioni. Agosto 2018, Roma, Dei, 2018

Allegato B - Elenco Prezzi Unitari, Torino, Regione Piemonte, 2019

RISORSE ONLINE

<http://www.archiviodistatotorino.beniculturali.it/>

<https://webgis.arpa.piemonte.it>

<http://www.comune.crodo.vb.it>

<https://www.gallaghiemonti.it/manuale-gal/>

<http://www.geoportale.piemonte.it>

<https://map.geo.admin.ch>

<http://www.provincia.verbano-cusio-ossola.it>

<https://www.regione.piemonte.it>

<http://www.sistemapiemonte.it>

Comune di Ostana Manuale delle linee guida e degli indirizzi tecnici per gli interventi di recupero ex-novo, PSR 2007-2013 Misura 322 "Sviluppo e rinnovamento villaggi alpini":
http://www.uncem.piemonte.it/upload/148_10/Manuale_Ostana_LOW.pdf

Manuale GAL: "Introduzione al territorio, analisi storica ed evolutiva degli insediamenti":
http://www.gallaghiemonti.it/wp-content/uploads/2017/04/manuale_di_restauero.pdf

Battaglio N., Bocco A., "Linee guida, indirizzi tecnici e prescrizioni per gli interventi di recupero e di nuova costruzione nel comune di Premia", City srl, 2007

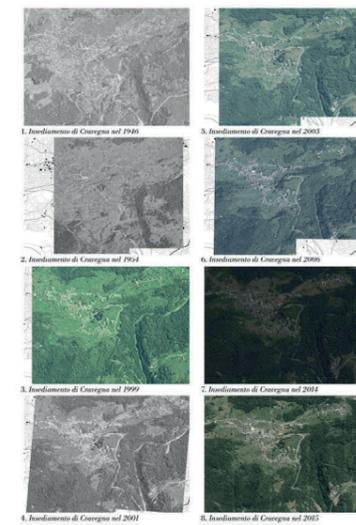
PARTE PRIMA: ANALISI STORICO-CRITICA

STRUTTURA DELLA TESI

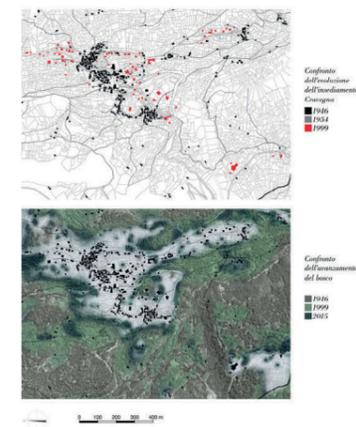
I. Introduzione e insediamento



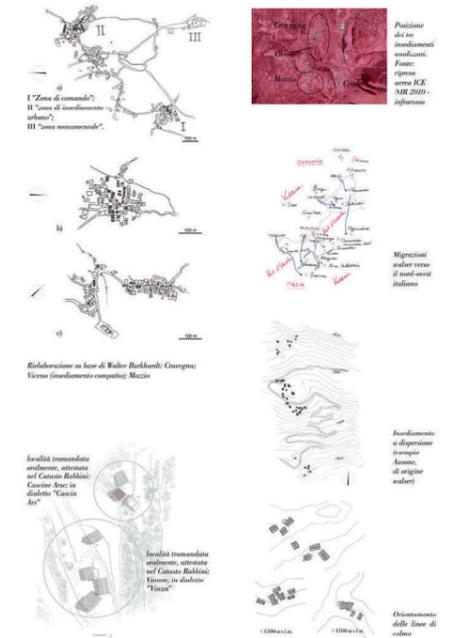
I.1 Introduzione



Fonte: figg. 1-6 cartina map.geo.admin.ch; fig. 7 googleEarth; fig. 8 cartina ICA



I.2 Insediamento



II. Rilievo e tipologie costruttive

II.1 Architettura vernacolare



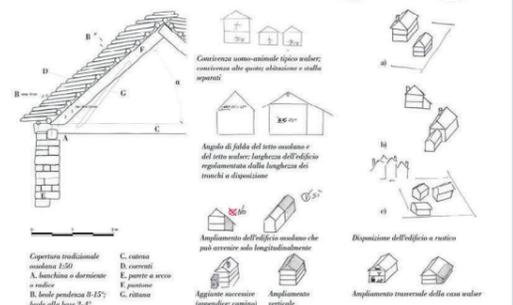
II.2 Metodologia

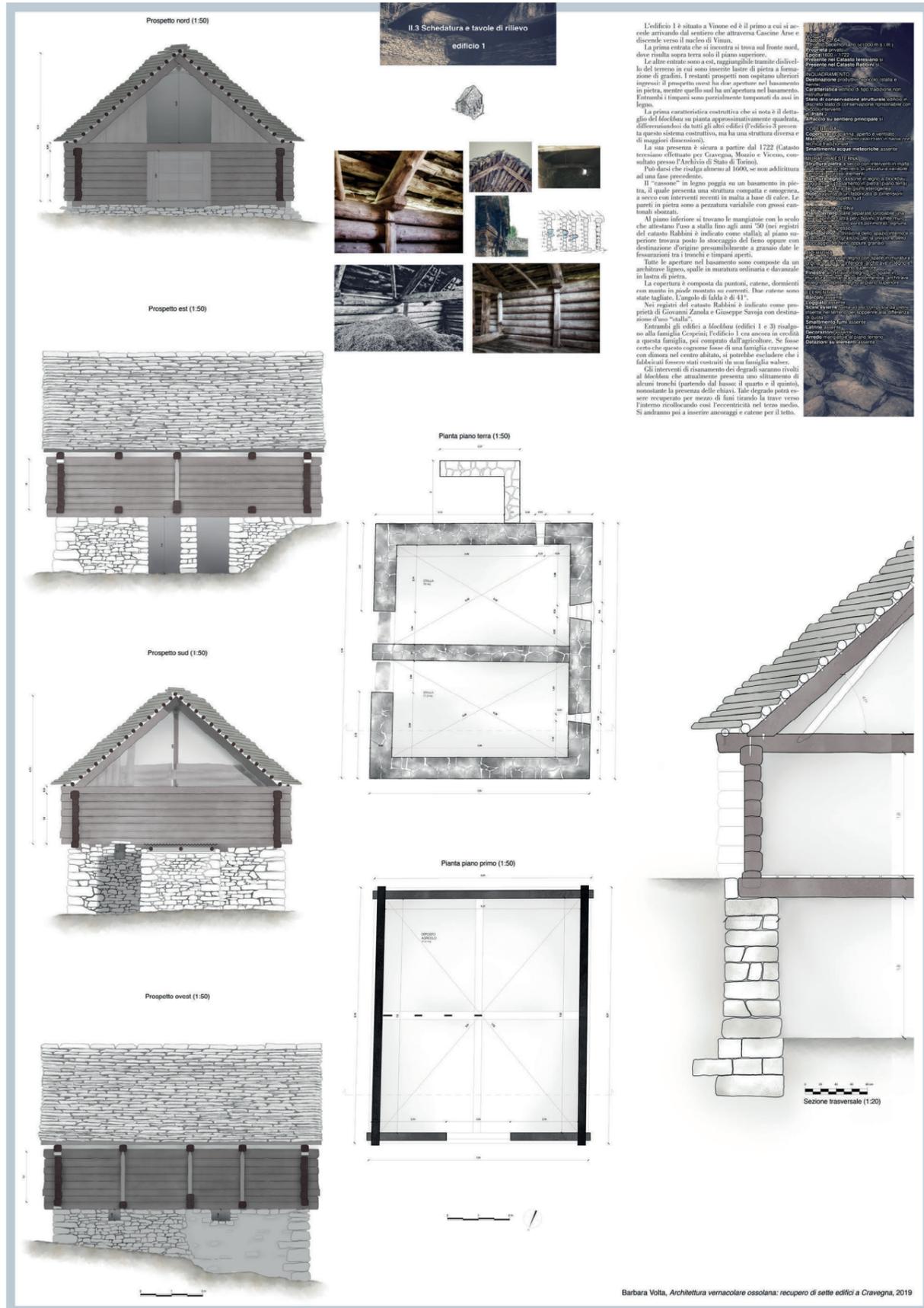
II.3 Schedatura e tavole di rilievo



II.4 Tipologie costruttive riscontrate nel caso studio

II.4.1 Edificio agricolo-tipo Ossolano
II.4.1.1 Edificio ossolano con l'introduzione del sistema blockbau





Il 3 Schedatura e tavole di rilievo edificio 3

Pianta piano terra (1:50)
Pianta piano primo (1:50)
Sezione trasversale (1:20)

Prospetto sud-est (1:50)
Prospetto sud-ovest (1:50)
Prospetto nord-est (1:50)
Prospetto nord-ovest (1:50)

Figura 14
Schedatura e tavole di rilievo per l'edificio 3, sito a Craveggia, 2019. L'edificio è stato realizzato tra il 1800 e il 1822, con interventi successivi nel 1904 e 1922. La struttura è in muratura granitica con copertura a falda di 33°. Il prospetto sud-ovest è il più accettato dal proprietario, con accessi inferiori in pietra e superiore in legno. Il piano superiore è stato probabilmente destinato allo stoccaggio del fieno fino agli anni '50. I timpani sono aperti in entrambi i prospetti più alti. È interessante notare anche qui il lottismo al piano superiore, poggiato su un basamento in pietra. Le pareti longitudinali si prolungano creando uno spazio esterno coperto, riservando gli accessi e le scale. Potrebbe risalire tra il 1800 e il 1822 (anno del catasto terratenuto in cui è rappresentata la forma più piccola) la struttura originaria, mentre potrebbe essere avvenuto un ampliamento tra il 1822 e il 1904 (anno del catasto Rabbiani in cui è rappresentata una forma di maggiori dimensioni). Nei registri catastali del Rabbiani è diviso in due proprietà: Pietro Antonio Gaspari e Giuseppe Serenti la parte a nord-est, Mario Guglielmini la parte sud-ovest, Fantozzi stalla. La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti con manto in piodo montato su correnti. Manto in piodo a angolo di falda di 33°. Attualmente adibito a stalla al piano inferiore e fienale al piano superiore. Gli interventi di risanamento dei degradi saranno mirati alla sostituzione delle travi nel fronte nord-est, poiché il legno delle ultime due travi risulta eroso. Occorre inoltre sostituire un corrente del fronte nord-ovest esoso dall'infiltrazione dell'acqua causando un laceramento della copertura.

Barbara Volta, Architettura vernacolare oscolana: recupero di sette edifici a Craveggia, 2019

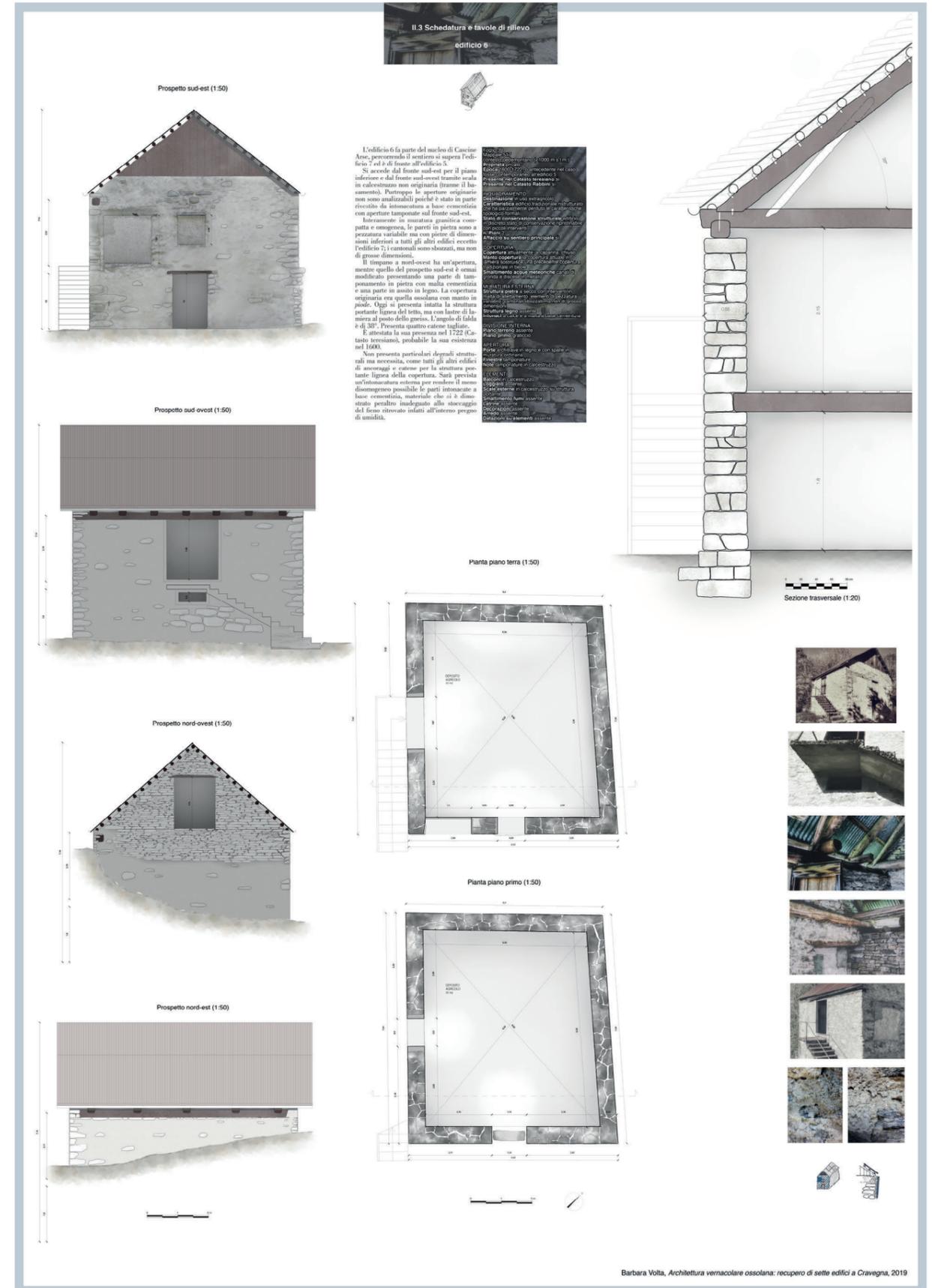
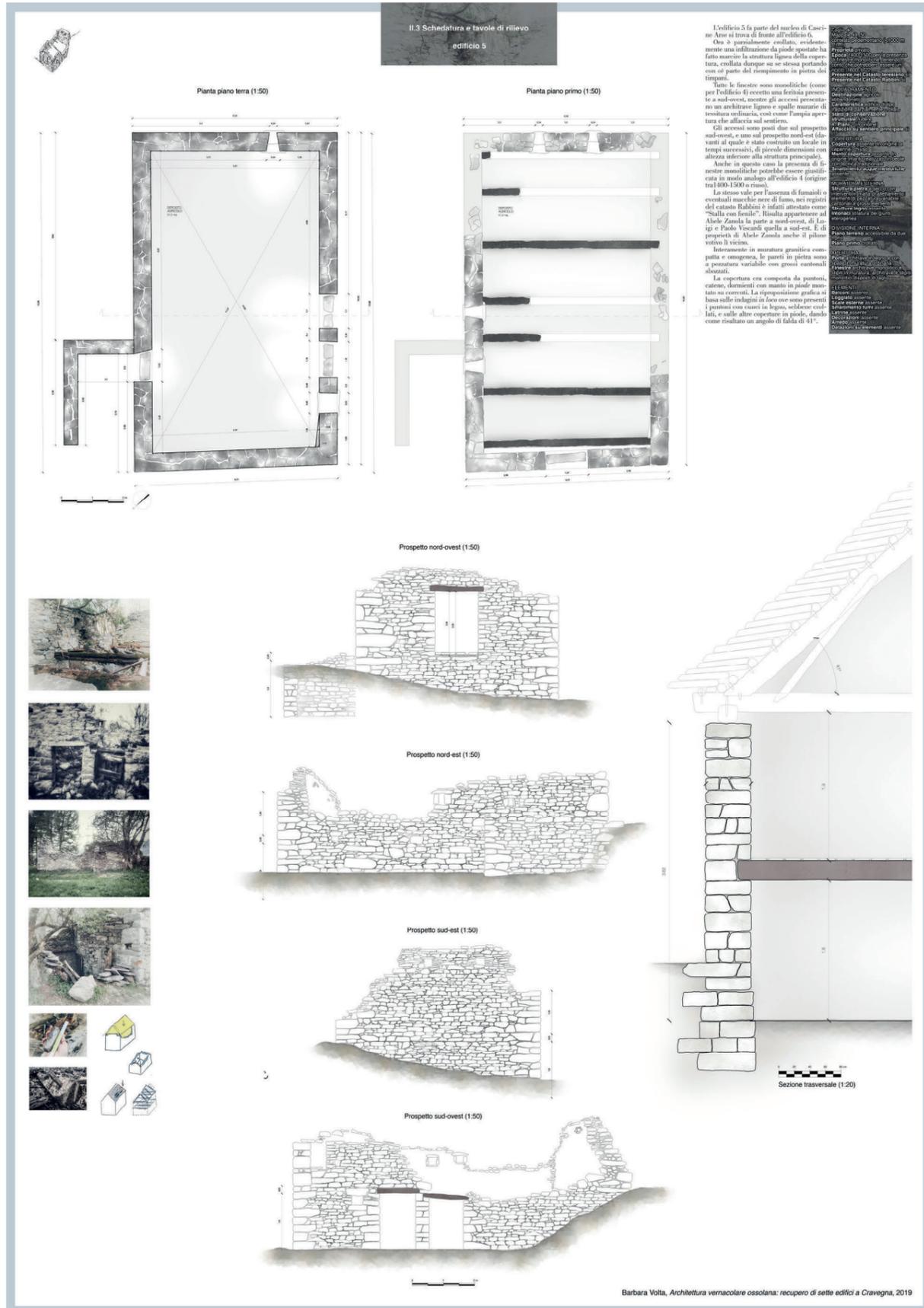
Il 3 Schedatura e tavole di rilievo edificio 4

Prospetto nord-ovest (1:50)
Prospetto nord-est (1:50)
Prospetto sud-est (1:50)
Prospetto sud-ovest (1:50)

Pianta piano terra (1:50)
Pianta piano primo (1:50)
Sezione trasversale (1:20)

Figura 15
Schedatura e tavole di rilievo per l'edificio 4, sito a Craveggia, 2019. L'edificio 4 è situato a Vinne, leggermente separato dagli edifici 1, 2 e 3. Si accede dal prospetto sud-ovest: due ingressi separati per il piano inferiore e uno al piano superiore mediante una scala in pietra. È estremamente interessante per le sue finestre a blocchi monolitici, presenti solo in questo edificio e nell'edificio 5. Data la presenza di finestre monolitiche la struttura potrebbe risalire al 1800-1820, essendo però costi che potrebbe trattarsi di un risanamento. Intrinsecamente in muratura granitica compatta e omogenea, i pavili in pietra sono a pendenza variabile con grossi cantonali sbarrati. Possono delle stalle separate al piano inferiore e fienale al piano superiore. Interessante notare, come per la parte ovest dell'edificio 2, che le teste delle travi sono a vista sul prospetto esterno sud-est, ma non a nord-ovest. Il prospetto sud-est può avere subito una suddivisione delle aperture, data la presenza all'interno di cavassi massi disposti come se fossero una spalla muraria in linea con la scala esterna (fig. 3). La copertura è composta da puntoni, catene, dormienti e manto in piodo montato su correnti. L'angolo di falda è di 31°. Nonostante non siano presenti fiammoli, non è da escludere che le aperture monolitiche potessero essere vie d'uscita per il fumo di un eventuale locale di cucina, anche se non ci sono rientranze nella muratura per soppellittelli. Nel 1722 è attestato come edificio a stalla. I proprietari erano, per la parte a nord-est, Elisabetta Savoia e Giacomo e Egidio Savaghi; per quella a sud-ovest Vincenzo Berti e Herminio e Felice Corti. Gli interventi di risanamento dei degradi consistevano in intonaci di calce n. 5 per le pareti a ovest, e nella sostituzione della catena che attualmente sta sporgendo su questo muro.

Barbara Volta, Architettura vernacolare oscolana: recupero di sette edifici a Craveggia, 2019



Il 3 Schedatura e tavole di rilievo edificio 7

L'edificio 7 è il primo di Cascine Arse che si incontra percorrendo il sentiero. Gli accessi sono solo sul fronte sud-est, uno al piano inferiore e due al piano superiore tramite due scale separate in pietra. Non presenta ulteriori aperture sugli altri prospetti, se non una minuscola feritoia e simpomo aperto a sud-est. Il prospetto nord-ovest è completamente tamponato. Le pareti in pietra sono a pezzatura variabile, ma con pietre di dimensioni inferiori a tutti gli altri edifici (eccetto il 6); i cantonali sono sfalsati ma non di grosse dimensioni. La muratura è interamente in pietra granitica con un tamponamento ligneo al piano superiore sul fronte sud-est. Come nell'edificio 3 le pareti longitudinali si prolungano creando uno spazio esterno coperto. È l'ultimo edificio costruito tra quelli in analisi, poiché non è presente nel Catasto terosiano ma solo nel Catasto Rabbinici del 1861. Nei registri del catasto Rabbinici la sua destinazione d'uso è indicata "stalla con fienile" (fenne l'edifico 7), di proprietà di Monaca Antonelli, e Luigi e Paolo Viscardi. La copertura è composta da panconi, canne, domicati con manto in pioda montato su correnti, coperta tradizionale ossolana, con un angolo di falda di 41°; presenta due catene tagliate. Il tavolato del solaio è parzialmente crollato, ma non presenta segni di degrado per infiltrazioni d'acqua.

Prospetto sud-est (1:50)

Prospetto sud-ovest (1:50)

Prospetto nord-ovest (1:50)

Prospetto nord-est (1:50)

Pianta piano terra (1:50)

Pianta piano primo (1:50)

Sezione trasversale (1:20)

Barbara Volta, Architettura vernacolare ossolana: recupero di sette edifici a Cravegna, 2019

STRUTTURA DELLA TESI

III. Analisi delle fonti scritte e iconografiche relative al caso studio

III.1 Fonti scritte: Statuti e Ordini di Cravegna

Statuti del Comune di Cravegna, 10 gennaio 1902.
 Negli Statuti i primi dieci articoli sono di carattere religioso (festività sconcesce [adfasam rarisiditern] e schiamazzi in chiesa e in cimitero; rispetto durante le liturgie; non suonare le campane senza un motivo e così via).
 Emerge dunque il ruolo della chiesa di San Giulio, sebbene gli Statuti rimangano un atto pubblico e democratico con la partecipazione dei consoli, condottieri e capifamiglia.
 Si passa poi alla regolamentazione della manutenzione della strada controllata dai consoli e al divieto di togliere o portare pietre e terra dalla strada (articolo 12). È, ovviamente presente il divieto di costruire muri o recintati altrui (articolo 14) e sono previste pene severe per chi ruba nelle cascine (arve e legname (articolo 19)).

Ordini del Comune di Cravegna, 1° maggio 1827, approvati il 1° giugno 1833 da Filippo IV re di Spagna e duca di Milano.
 In questo ordinamento hanno invece un ruolo cruciale i consoli e i condottieri di Cravegna.
 Al di là del cambio di potere da quello religioso a quello politico, le norme in merito alle proprietà, al bosco e al pascolo riprendono gli articoli degli Statuti quattrocenteschi.

III.2 Fonti iconografiche: i catasti e interpretazione dell'origine dei edifici in esame in parallelo con le fonti mute interpretabili in loco

Catasto terosiano: intersezione del sentiero degli (31, 34, 35 e 39)
 Sovraposizione del mappa del catasto terosiano con il Rabbinici
 Sovraposizione della base di GIOPortale con l'insediamento attuale degli in tamponamento
 Sovraposizione del catasto terosiano con il Rabbinici in base all'assetto planimetrico di 1861

III.3 Rielaborazione delle fonti: ipotesi toponomastiche

Basandosi sui racconti orali, sulle regolamentazioni dei terreni di Cravegna riportate negli Statuti e Ordini comunali, e sulla attività elencate nel catasto Rabbinici, si può ricostruire l'origine del toponimo Arse alla coltivazione della vite. Un toponimo, ovvero derivato da piante o tipico della toponomastica degli insediamenti rurali, nel catasto Rabbinici risulta che fosse destinato a "vicinanza buona parte dei terreni".
 Nella seconda ipotesi, "arse" significherebbe invece "secco, arido", "araghi" è il termine usato tutt'oggi in Ossola per indicare il taglio del secondo fieno.
 La seconda ipotesi, nata durante la consultazione di dizionari dialettali e chiedendo conferma agli abitanti del luogo se fosse utilizzato talora tale termine in agricoltura, è quella più credibile. Ottocento l'impiego del termine "arse" come sinonimo di "fienato" forse sarebbe troppo ricercato per una zona agricola come Ossolana.
 La seconda ipotesi, nata durante la consultazione di dizionari dialettali e chiedendo conferma agli abitanti del luogo se fosse utilizzato talora tale termine in agricoltura, è quella più credibile. Ottocento l'impiego del termine "arse" come sinonimo di "fienato" forse sarebbe troppo ricercato per una zona agricola come Ossolana.
 Cravegna invece ha un significato piuttosto semplice: deriva da "ara", "era", forme dialettali per "cava". Questo era il tipico animale da pascolo in queste zone (vedi "Crodo", "Lampione").

PARTE SECONDA: PROGETTO

I. Fasi del progetto e tavole

II. Adeguamento strutturale

III. Adeguamento normativo

- III.1 Vernacolare vs. preesistenze**
- III.2 Riqualificazione di Cascine Arse e Vinone; contesto ambientale**
- III.3 Vendita dei prodotti**
- III.4 Impianto fotovoltaico**
- III.5 Lavorazioni alimentari**
- III.6 Serramenti**
- III.7 Sopplacchi interni**
- III.8 Impianto fotovoltaico**

IV. Impatto ambientale

Barbara Volta, Architettura vernacolare ossolana: recupero di sette edifici a Cravegna, 2019

I. Fasi del progetto e tavole edificio 1

Prospetto nord (1:50)

Prospetto est (1:50)

Prospetto sud (1:50)

Prospetto ovest (1:50)

Pianta piano terra (1:50)

Pianta piano primo (1:50)

Sezione trasversale (1:20) STRATIGRAFIA

COPERTURA
 10mm becco
 20mm cartongesso
 20mm lana
 20mm pannello
 20mm cartongesso
 24mm impermeabilizzante in bitume
 20mm malta cementizia
 20mm malta cementizia
 20mm malta cementizia

BLOCCOBAU
 20mm lana
 Come riempimento interno
 tra blocchi

SOLAI
 20mm pavimento in legno con
 pannello
 20mm isolante
 20mm trave

MURATURA
 200mm pietra calcarea
 Iniezione di calce 10% e 10% del
 volume della muratura
 30mm intonaco a calce

SOLAI A TERRA
 20mm pasticcina
 20mm pietrisco
 20mm battente

MODULO per le lavorazioni (1:50)

Barbara Volta, Architettura vernacolare ossolana: recupero di sette edifici a Craveggia, 2019

I. Fasi del progetto e tavole edificio 1

L'edificio 1 ospiterà le lavorazioni dei prodotti freschi (frutta e verdura), in particolare la produzione di confettura.
 Per rispondere alle norme di igiene e sicurezza sul lavoro è previsto l'investimento di un modulo formato da pallet stivati in calcestruzzo, ancorati a rinforzi in legno, e intornati con parete, ovvero intornato a calce reso idroscopico con olio di lino, rendendo le pareti e il pavimento impermeabili all'acqua e facilmente pulibili. È possibile inserire a pavimento serpentine per il riscaldamento.
 Sopra tale modulo, rinforzato con controventi in canna comune, sarà possibile ottenere un eventuale piccolo deposito.

Verifica a flessione del solaio:
 $f_{l,mod} = \frac{M_{max}}{I_{mod}} = 3,370 \text{ (cm}^2)$

Verifica a flessione del puntone:
 $f_{l,mod} = \frac{M_{max}}{I_{mod}} = 11,208 \text{ (cm}^2)$

Verifica all'ultima trave del bloccobau:
 $f_{l,mod} = \frac{M_{max}}{I_{mod}} = 1,848 \text{ (cm}^2)$

Verifica eccentricità - sezione parabolica:
 $e = 1,13 \text{ (cm)}$

Verifica a compressione delle tendine:
 $\sigma_1 = -1,1 \text{ (N/mm}^2) = -2,370 \text{ (N/mm}^2) = -0,66 \text{ (N/mm}^2)$
 $\sigma_2 < f_{t,mod}$

Stato di fatto

Stato di progetto

Barbara Volta, Architettura vernacolare ossolana: recupero di sette edifici a Craveggia, 2019

