Redina Mazelli, Alessandra Renzulli | relatore Andrea Bocco | Politecnico di Torino | Febbraio 2019

Progettazione e realizzazione pratica del recupero di piccoli edifici in pietra in Alta Langa

studenti: Redina Mazelli | Laurea Magistrale Architettura Costruzione Città
Alessandra Renzulli | Laurea Magistrale Architettura per il Progetto Sostenibile
relatore: Andrea Bocco
Politecnico di Torino | Febbraio 2019

Indice

Parte prima

01 pagine 12 - 37

Riguardo L'Alta Langa

1.1. Problematiche contemporanee
1.2. Architettura rurale

02 pagine 38 - 49

Il progetto territoriale

2.1. Un albergo del cammino
2.2. La normativa attuale
2.3. Il turismo in Alta Langa

03 pagine 50 - 63

Filosofia di progetto

3.1. Il recupero dei *ciabòt*
3.2. Una nuova funzione
3.3. I *ciabòt* autonomi

Inquadramento

Parte seconda

04 pagine 64 - 121

Prima dell'intervento

4.1. Il primo sopralluogo
4.2. Il rilievo
4.3. Il sopralluogo con i tecnici
4.4. L'indagine geologica e geotecnica
4.5. Gli scavi

05 pagine 122 - 131

Il progetto preliminare

5.1. Ipotesi di progetto

06 pagine 132 - 143

Il progetto definitivo

6.1. Il progetto municipale

07 pagine 144 - 147

Il cantiere 2018

7.1. I lavori effettuati

08 pagine 148 - 189

Gli impianti

8.1. Sistemi per il risparmio idrico
8.2. Sistema solare termico
8.3. Sistema fotovoltaico
8.4. Compost toilet
8.5. Trattamento delle acque refluee

09 pagine 190 - 195

Previsioni future

9.1. *Deck* previsto a ovest
9.2. Piano soppalcato

Il Lumassìn

Parte terza

10 pagine 200 - 225

Stato di fatto

10.1. Il rilievo

11 pagine 226 - 233

Idee progettuali

11.1. Ipotesi di progetto

Un altro *ciabòt*

Appendice

al capitolo 8

pagine 234 - 303

Riferimenti

pagine 304 - 309

"Progettazione e realizzazione pratica del recupero di piccoli edifici in pietra in Alta Langa" è un progetto realizzato in collaborazione con l'Associazione Parco Culturale Alta Langa. Come si evince dal titolo stesso, si è avuto l'opportunità di prender parte all'intero iter di recupero e di rifunzionalizzazione di un ciabòt, il "Lumassìn", locato a Castelletto Uzzone. Il ciabòt è una piccola unità edilizia a servizio del lavoro agricolo tipica della tradizione costruttiva dell'Alta Langa. La sua realizzazione è stata eseguita sotto la guida di esperti artigiani e con l'ausilio di volontari provenienti da tutto il mondo durante sei workshop formativi proposti dalla Banca del Fare. Oltre alla partecipazione attiva ai workshop estivi, il lavoro volto in collaborazione con l'associazione ha riguardato anche una fase di ricerca preliminare sul territorio e sull'architettura locale conclusasi con la progettazione e l'assistenza alla stesura dei permessi di costruzione.
Il volume quindi risulta suddiviso in tre parti: una prima d'inquadramento relativa al contesto territoriale e al progetto integrato in una scala più ampia, una seconda dedicata al Lumassìn dalle indagini preliminari fino al completamento del progetto stesso (include disegni definitivi e il dimensionamento degli impianti) e una terza che descrive la progettazione di un altro ciabòt a livello preliminare.

Al volume principale sono stati affiancati due allegati "I quaderni del Lumassìn volume I" e "I quaderni del Lumassìn volume II". "I quaderni del Lumassìn volume I" e "I quaderni del Lumassìn volume II" sono manuali tecnici in cui si riportano le metodologie di intervento e di autocostruzione effettuate e previste per la realizzazione dell'edificio. Entrambi prevedono la descrizione delle opere rispetto al materiale impiegato nella costruzione: pietra, legno e malta; solo nel volume II un'ulteriore sezione è stata dedicata alla descrizione relativa all'installazione degli impianti. Mentre nel volume I si esplica il come siano stati svolti i lavori durante i workshop, nel volume II il come si svolgeranno negli anni successivi.

Parte prima - Inquadramento

«Vedo solo colline e mi riempiono il cielo e la terra
con le linee sicure dei fianchi, lontane o vicine.»

Cesare Pavese, *Gente spaesata*, 1922

Pagina 8: Vista su Perletto dalla strada provinciale.

Foto: José Luis Reyes Mesias. Luglio 2018.

Fig.1. Inquadramento generale: Langa delle Valli Belbo, Borrmida e Uzzone

Fonte: Rielaborazione grafica di Fig. 1 in A. Ottavini, M. Pezzola, M. Picioneri, relatore A. Bocco, *Guida al recupero dei ciabòt in Alta Langa, Vol. 1,* Politecnico di Torino, Dicembre 2015, p. 8.

1. Riguardo
L'alta Langa

1.1. Problematiche contemporanee

Spopolamento dell'Alta Langa

Il territorio dell'Alta Langa ha subito, in quest'ultimo secolo, un fenomeno massiccio di spopolamento, facilmente deducibile da dati statistici (dati ISTAT, CSI Piemonte, IRES Piemonte)[1].
Vi si intrecciano diverse problematiche: dal declino del mondo rurale con la diffusione dell'industrializzazione, alla marginalizzazione territoriale ed economica, e fino ai problemi ecologici legati all'inquinamento secolare da scarichi industriali.
Il calo demografico più rilevante riguarda gli anni del boom economico ed è dovuto a flussi migratori della popolazione contadina verso i grandi centri industriali, alla ricerca di un posto di lavoro in fabbrica.
Le logiche industriali trasformarono non solo i settori economici, ma anche la società e i consumi. I nuovi modelli abitativi privilegiavano l'accessibilità dei grandi centri urbani: il saldo migratorio negativo è crescente anche dopo gli anni settanta.
I fenomeni dell'estensione degli insediamenti residenziali e dello sviluppo turistico in quelli anni non includono le valli dell'Alta Langa, isolate per mancanza di vie di comunicazione con i poli industriali[2].
Il collasso dell'attività agricola in Alta Langa è stato dovuto, oltre che alla diminuzione dell'occupazione agricola come conseguenza dello spopolamento delle campagne, agli effetti dell'inquinamento: Il 27 novembre 1987, il Consiglio dei Ministri riconobbe la valle Bormida come "area a elevato rischio di crisi ambientale", individuando come causa le emissioni dello stabilimento Acna di Cengio.

[1] *cfr.* R. Pavesi, S. Tonin, *Il territorio della riproduzione*, in S. Belforte (a cura di), *Oltre l'Acna: identità e risorse per la rinascita della Valle Bormida*. Franco Angeli, Milano, 1993, p. 127 - 148.

[2] *cfr.* P. Cornaglia, *Il patrimonio architettonico della Valle Bormida: memoria e conoscenza, ivi*, p. 84 - 110.

Pagina precedente: Strada provinciale di Prunetto. Località Serra.
Foto: José Luis Reyes Mesias. Agosto 2018.

«Hai mai visto Bormida? Ha l'acqua color del sangue raggrumato, perché porta via i rifiuti delle fabbriche di Cengio e sulle sue rive non cresce più un filo d'erba. Un'acqua più porca e avvelenata, che ti mette freddo nel midollo, specie a vederla di notte sotto la luna.»

Beppe Fenoglio, *Un giorno di fuoco*, Einaudi, 1988

Pagina precedente: A. Hellman, *Basta con l'Acna.* Strada Provinciale di Valle Bormida, Cengio.

Fonte: A. Hellman, *op. cit.*, p. 122.

L'Acna di Cengio: un secolo di inquinamento

«Per raggiungere il cantiere del ciabòt prendiamo il treno Torino - Savona e scendiamo alla stazione di Cengio. Da un lato dei due binari c'è un muro di contenimento in pietra al piede della collina, dall'altro il piccolo edificio con la biglietteria che dà sulla piazza centrale. Mentre aspettiamo il nostro passaggio, al bar della piazza un signore anziano ci chiede che ci facciamo lì. "Non vi ho viste prima, non siete di qua" - ci dice. Per noi che arriviamo da fuori, Cengio è un paesino come un altro: palazzine anonime con muri scrostati, case con cortili a ridosso della collina, la piazza con il parcheggio quasi vuoto e due-tre panchine, i vecchi seduti ai tavolini del bar. Il tempo sembra fermo. E invece a Cengio, fino a un paio di decenni fa, delle cose succedevano. A Cengio c'era la fabbrica dell'Acna.»

La lunga storia dell'Acna inizia il 26 marzo 1882 con una delibera comunale di Cengio che autorizza l'insediamento di un dinamitificio nella località Ponzano[1]. La guerra mondiale incentiva un'espansione enorme della fabbrica, che nel 1918 conta 6000 operai.
Nel periodo post bellico si indirizza verso la nuova industria dei colori: l'impianto è rilevato da Italgas che nel 1931, per peggioramento della situazione finanziaria, lo cede a Montecatini e a IG Farben. I dipendenti erano circa 700, ma riprende la produzione degli esplosivi: nel 1942 la fabbrica conta all'incirca 2400 dipendenti. Nel frattempo iniziano le denunce per inquinamento e un'esplosione nel 1939 causa la morte di cinque operai. Dopo gli anni settanta, con lo spostamento dell'innovazione tecnologica su altri fronti, l'azienda inizia a registrare perdite.
Le grandi manifestazioni iniziano il 12 maggio 1956, ma l'inquinamento e gli scandali continuano in parallelo. Nel 1987 viene fondata l'Associazione per la rinascita della Valle Bormida dall'unione di gruppi spontanei che mobilitano l'intera valle contro l'ACNA[2]. Alla fine degli anni '80 si inizia a parlarne a livello nazionale mediatico e governativo. Solo nel 1999, dopo 117 anni, lo stabilimento viene definitivamente chiuso.
La valle Bormida per un secolo intero era diventata il teatro "dell'ultima guerra civile italiana": una guerra tra l'inquinamento ambientale e il potere

[1] Per una cronologia delle vicende dell'Acna *cfr.* A. Hellman, *Cent'anni di veleno. Il caso Acna: l'ultima guerra civile italiana.* Stampa Alternativa, Viterbo, 2005 e *cfr.* P. P. Poggio, *Acna di Cengio: un secolo di produzioni politiche*, in S. Belforte, *op. cit.*, p. 195-199.

[2] Per una scheda cronologica della lotta per la chiusura dell'ACNA dell'Associazione per la rinascita della Valle Bormida *cfr.* R. Fontana, *Acna: Cronologia di un conflitto*, *ivi.*, p. 200 - 208.

politico e industriale, fatta di proteste, denunce, arresti, condanne, incidenti, morti. Guerra è anche tra operai che vogliono il loro posto di lavoro e contadini che non possono vendere il vino acido. Lo descrive Nuto Revelli ne *Il mondo dei vinti*: «Nel breve arco di un decennio l'industria ha distribuito nel Cuneese un largo benessere, ha favorito l'esodo sacrosanto dalle zone più depresse. Ma ha preteso e pretende contropartite enormi. L'industria umilia e spreme il mondo contadino. Nella Valle Bormida il fiume inquinato dalle industrie di Cengio è una serpe di melma schifosa che avvelena l'ambiente... Il ricatto che i padroni impongono è spietato, crudele: 'Volete i figli in fabbrica? Godetevi il veleno'»[3].

Ilvo Barbiero raggruppa Le cause dell'inquinamento in tre categorie: il tipo di sostanze utilizzate nei cicli di produzione, il tipo di processi impiegati e il contesto ambientale in cui è inserito lo stabilimento[4].

La storia dell'Acna, dopo la bonifica, è una storia chiusa, ma i danni causati dall'inquinamento di un'area di circa 1550 km^2 non sono quantificabili: danni alla salute della popolazione, anche quella non direttamente coinvolta nell'attività produttiva, e conseguenze gravi all'agricoltura, che hanno contribuito all'ulteriore marginalizzazione e spopolamento del territorio.

È impossibile parlare dell'Alta Langa e non menzionare l'Acna, com'è impossibile non ascoltarla ancora tra i racconti della popolazione locale. Tuttavia, la chiusura definitiva ha incentivato iniziative locali di promozione e valorizzazione del territorio, con particolare attenzione su progetti di valorizzazione del patrimonio architettonico e culturale esistente[5].

Scrive Bruno Bruna: «Ancora oggi, affacciandomi sul Bormida dalla "pontina" di Cortemilia, quasi mi sorprendo a scorgere la mia immagine riflessa nell'acqua limpida del fiume. Il fiume dei miei ricordi è nero e schiumoso. Così lo disegnavo a scuola. [...] Oggi mio figlio ha disegnato un fiume azzurro.»[6]

[3] N. Revelli, *Il mondo dei vinti: testimonianze di vita contadina. La pianura. La collina. La montagna. Le Langhe.* Einaudi, p. 29.

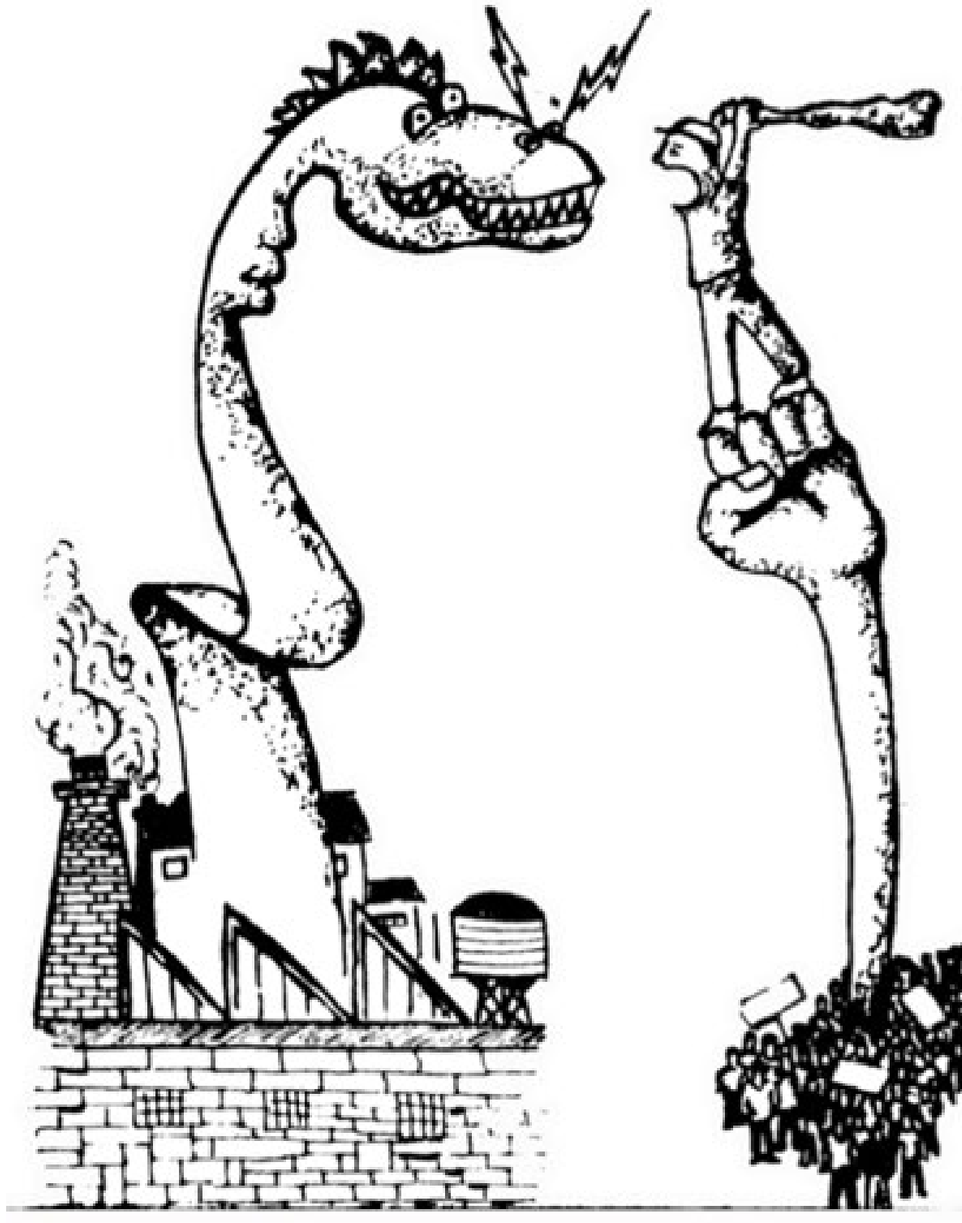
[3] *cfr.* I. Barbiero, *Chiusura o compatibilità ambientale: i costi dell'Acna,* in S. Belforte, *op. cit.*, p. 149-160.

[5] *cfr.* P. Cornaglia, *Il patrimonio architettonico della Valle Bormida: memoria e conoscenza, ivi*, p. 84 - 110.

[6] B. Bruna, *Il fiume azzuro,* in A. Hellman, *op. cit.,* p. 117.

Pagina seguente: Disegno tratto da *Gente e Fabbrica,* giornalino che nasce negli anni '70 per informare gli operai dell'Acna sui rischi alla salute e sulle iniziative sindacali.

Fonte: A. Hellman, *op. cit.,* copertina.



Pagina precedente: Cascina Crocetta, Castelletto Uzzone.
Foto: Luglio 2017.

1.2. Architettura rurale

«Quanto alla scelta dell'architettura classica, essa consiste nel trasformare il mondo per renderlo favorevole all'uomo, mentre quella dell'architettura di sopravvivenza consiste nel cercare di limitare le trasformazioni, conservando solo le più necessarie perché l'uomo sia in grado di sopravvivere in condizioni sufficientemente favorevoli (queste trasformazioni permettono l'adattamento dell'uomo e del suo ambiente a una "coesistenza pacifica")»

Yona Friedman, *L'architettura di sopravvivenza*. 2006

L'architettura tradizionale dell'Alta Langa presenta alcuni caratteri singolari sviluppati nel tempo e dettati da esigenze economiche, sociali e territoriali. Le forme sono figure geometriche semplici e le proporzioni sono elementari. Le tecniche costruttive sviluppate nel tempo e tramandate in generazioni da padre a figlio sono influenzati dall'uso prevalente della pietra di Langa, un'arenaria compatta che segna il paesaggio antropico: la si trova nei torri, nei castelli, nelle chiese ma anche in architetture minori. Il territorio collinare delle Langhe ha richiesto un'antropizzazione forte: per renderlo adatto alla coltivazione sono stati trasformati i pendii in terrazzamenti con la costruzione di muri di sostegno di pietra a secco. L'agricoltura, attività principale del territorio, ha richiesto anche la costruzione di cascine, casotti, forni, pozzi. Costruiti senza maestranze specifiche, ma frutto di uno sforzo collettivo di adattarsi al terreno e rispondere alle esigenze lavorative e di sopravvivenza, sono parte fondamentale dell'identità del luogo. Proprio a questo patrimonio, a queste "architetture senza architetto" vogliamo dedicare questa parte della tesi, facendo una carrellata delle tipologie principali, mentre i singoli componenti costruttivi sono stati descritti in dettaglio nel primo volume de I quaderni del Lumassìn.

Le cascine

La tipologia più rincorrente tra i beni culturali architettonici dell'Alta Langa, oltre ai beni ecclesiastici, riguarda le cascine.[1]
Questi edifici complessi, che nel corso dei secoli hanno subito cambiamenti, aggiunte e ristrutturazioni, sono frutto delle necessità strettamente legate alle attività agricole: accorpano attorno al cortile spesso aperto verso il sud stalle, fienili, granai, cantine seminterrate per la vinificazione, seccatoi per le castagne, forni, pozzi, e poi cucine, camere, portici e loggiati.
Le cascine dell'Alta Langa, localizzate solitamente nei fondovalle o a mezza costa. La loro costruzione segue le logiche collettive dell'economia rurale, con poche regole fisse: le stalle lontane dalle camere da letto, il seccatoio e il forno lontano dal fienile, le cantine nel piano seminterrato, il pozzo vicino all'abitazione e all'orto. I muri sono in pietra arenaria locale, originariamente quasi sempre intonacati. Al piano terra di solito c'è il portico e i locali sono voltati; al primo piano il loggiato e le camere con solai lignei e grandi aperture. I tetti in origine avevano una struttura lignea, ed erano ricoperti di lose di pietra (*ciape*).

A seconda degli schemi organizzativi, le cascine si possono classificare in: cascine in linea, cascine a L, cascine a C.[2]

[1] Interpretazione dei dati del censimento dei beni culturali architettonici e ambientali in Valle Bormida, promosso nell'ambito della ricerca sulla valle nel 1991 dal Dipartimento di scienze e tecniche per i processi di insediamento del Politecnico di Torino, a cura di Silvia Belforte e Paolo Cornaglia. Il censimento riporta 34 cascine nei 19 comuni oggetti d'indagine (Bergolo, Bosia, Camerana, Castelletto Uzzone, Castino, Cortemilia, Cravanzana, Feisoglio, Gorzegno, Gottasecca, Levice, Mombarcaro, Monesiglio, Niella Belbo, Perletto, Pezzolo Valle Uzzone, Prunetto, Saliceto, Torre Bormida), comprendendo anche nuclei rurali più complessi.

[2] *cfr.* M. Armellino, F. Poggio, S. Musso, *L'architettura rurale: tipi, forme e funzioni* in S. Belforte, *op. cit.*, p. 216 - 232.

Pagina precedente: Cascina Piangrana, Scaletta Uzzone, Castelletto. Visita guidata con Alberto Magnaghi e Anna Marson, proprietari e progettisti del recupero.
Foto: Andreas Panteromichelakis. Luglio 2018.

Cascine in linea

Le cascine in linea consistono in un unico volume di geometria semplice con setti trasversali. Di solito sono localizzate nei poderi di mezza costa.
L'abitazione è separata dai locali adibiti alle attività agricole (stalla, fienile, cantina): si differenzia per altezza e ha finiture più articolate. I corpi di fabbrica sono a singola cellula trasversale: mancano muri longitudinali interni. Il corpo scala è posizionato nella parte mediana del volume adibito ad abitazione e le rampe sono perpendicolari al fronte esterno. Le stanze del primo piano sono solitamente connesse da un ballatoio esterno, che può essere accessibile da una scala esterna o sfruttando il dislivello del terreno nel caso in cui l'edificio si sviluppi perpendicolarmente alle curve di livello.

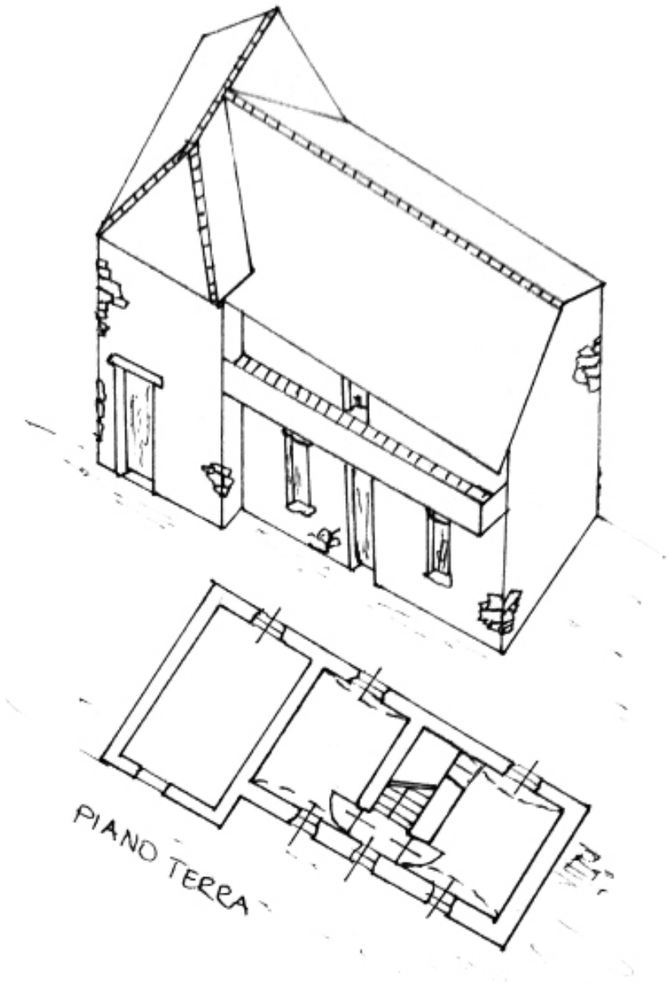


Fig.2. Cascina in linea. Assonometria e pianta piano terra.

Fonte: Rielaborazione di Fig. 7 in A. Ottavini, M. Pezzola, M. Picioneri, relatore A. Bocco, *op.cit,* Politecnico di Torino, Dicembre 2015, p.19.

Cascine a L

Le cascine a L hanno dimensioni più grandi e un schema distributivo più articolato.
Consistono in un corpo più lungo che si sviluppa parallelamente al declivio e un corpo perpendicolare adibito solitamente all'abitazione.
Questa disposizione sfrutta il dislivello per accedere al primo piano dell'abitazione, mentre il seminterrato viene adibito alle cantine.

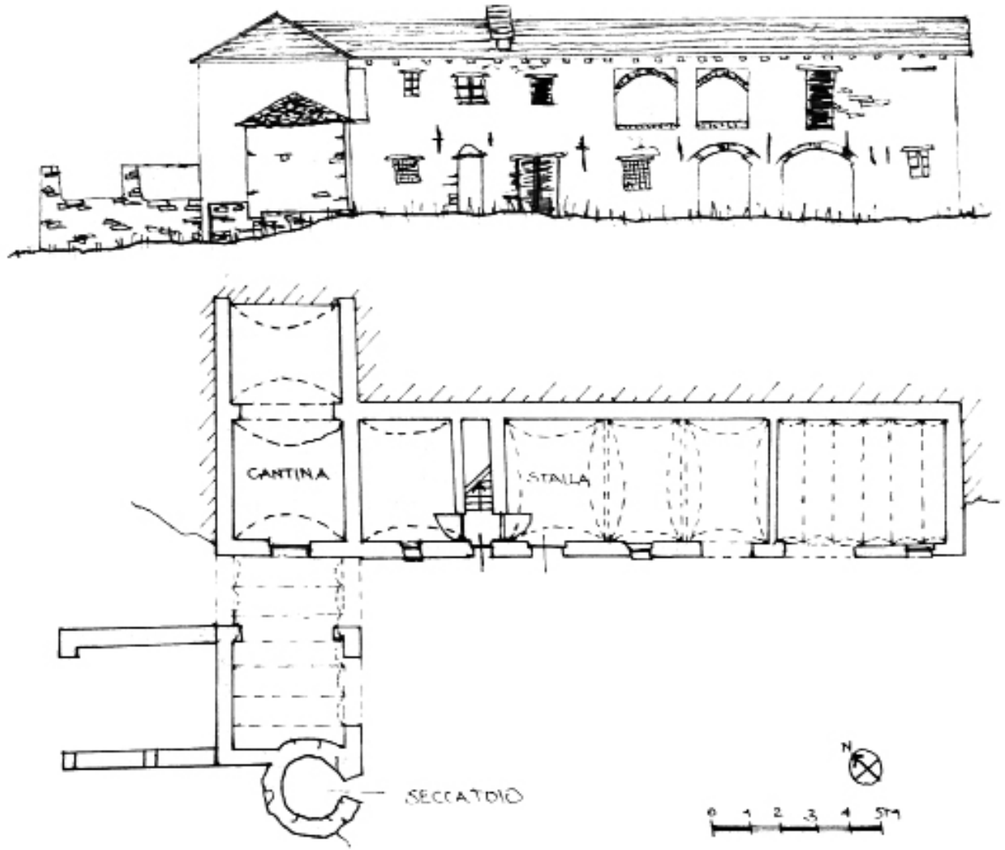
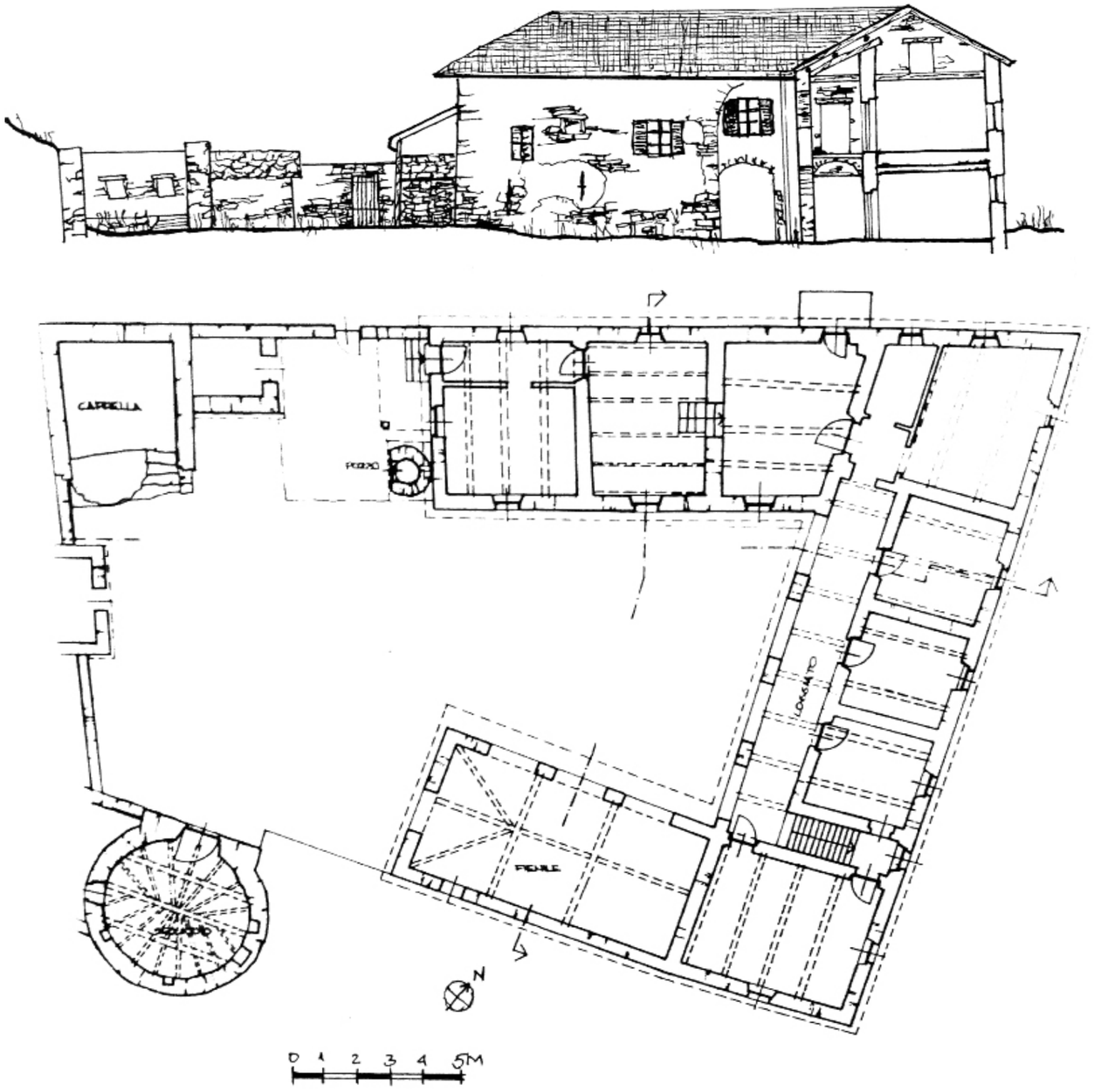


Fig.3. Cascina Racca, Cortemilia. Pianta piano terra e prospetto longitudinale.
Il piano terra, parzialmente contro terra, ospita locali a solai voltati adibiti a stalla, cucina, cantina e deposito. Al primo piano, stanze e fienile. Attaccato al lato corto, il seccatoio di castagne a pianta circolare.

Fonte: Rielaborazione di disegno tratto da L. Mamino, *op. cit.,* p. 67.



Cascine a C

Le cascine con impianto a C sono solitamente situate nei fondo valle. La complessità e la diversità dei corpi di fabbrica organizzati a C attorno all'ala centrale suggerisce che si tratti di ampliamenti e aggiunte successive a impianti originariamente in linea o a L.

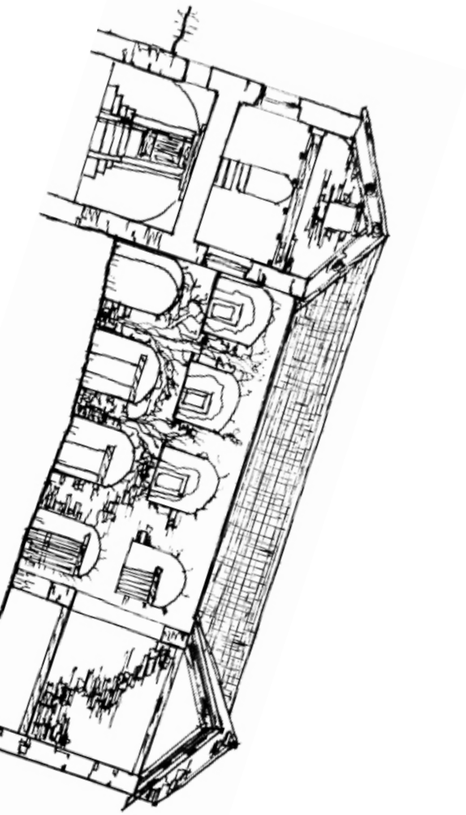


Fig.4. Cascina I Pozzarini, Pezzolo Valle Uzzone. La costruzione risale almeno al 1539, data incisa su una pietra dell'ingresso. Al pian terreno, parzialmente porticato, sono presenti i depositi, la stalla e la cucina con il pozzo attaccato all'ala sud; al primo piano i granai, il fienile e le stanze interconnesse con un loggiato aperto sul cortile. Oltre il cortile sono presenti una cappella e un seccatoio circolare.
Sezione sul cortile con prospetto dell'ala principale (di fianco), pianta del primo piano (pagina precedente, in basso) e sezione sul cortile con prospetto dell'ala sud (in alto).

Fonte: Rielaborazione di disegno tratto da L. Mamino, *op. cit.*, p. 64 - 65.

Brajon P., *Lo scau.* Acquerelli su carta. Cascina Crocetta, Castelletto Uzzone. Agosto, 2017.

I *ciabòt*

Il *ciabòt* (o *casòt*) è un piccolo edificio legato alle attività dei campi, caratteristico dell'Alta Langa; consiste in un'unica cellula sviluppata su uno o due piani posta in pendio, a mezzacosta o a fondo valle. La costruzione dell'edificio rurale è strettamente legato al territorio: il contadino stesso, utilizzando materiali quali pietra, malta e legno e tecniche tradizionali, costruiva l'edificio. La funzione a cui era destinato condizionava sia la sua posizione che la sua volumetria. I *ciabòt* si possono distinguere in: *ciabòt* legati all'attività silvicola (seccatoi), all'attività dei campi (stalle), ai vigneti (cantine) o utilizzati come deposito per attrezzi.

Ciabòt legati all'attività vinicola: le cantine.

Il territorio delle Langhe è caratterizzato dai vigneti. I *ciabòt* dediti al supporto dell'attività vinicola erano posti a mezzacosta, ovvero sulle linee dei terrazzamenti, in modo che il dislivello potesse garantire due accessi. Questi *ciabòt* venivano utilizzati come cantine e per questo hanno un rialzo in pietra per l'appoggio dei tini; talvolta servivano anche come deposito per gli attrezzi.

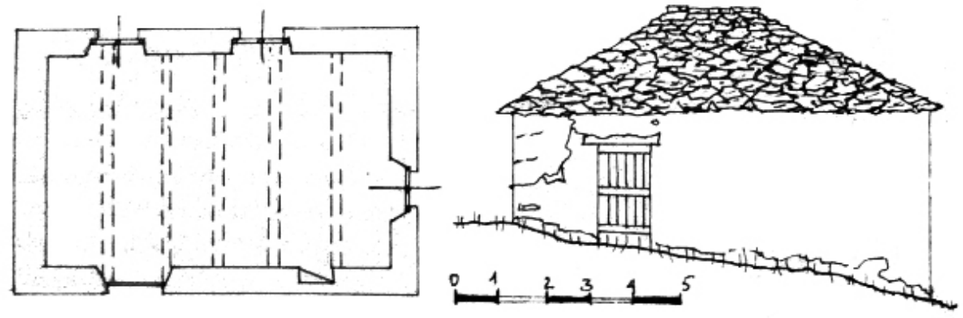


Fig.5. Casotto seminterrato di vinificazione. Pianta piano terra e prospetto dell'ingresso. Cascina Larè, Pezzolo Valle Uzzone.

Fonte: Rielaborazione di disegno tratto da L. Mamino, *op. cit.,* p. 55.

Ciabòt legati all'attività silvicola: i seccatoi (*scau*).

Essendo le castagne un prodotto tipico delle Langhe, i *ciabòt* a supporto del'attività silvicola svolgevano la funzione di essiccatoi. Questi solitamente si sviluppano su due piani: un piano terra in cui si accendeva il fuoco per tutto il periodo di essiccamento e un secondo piano in cui vi era un graticcio (*grâ*) in listelli di castagno, sul quale venivano poste le castagne. I listelli erano distanziati tra loro 3 - 5 cm così da permettere il passaggio dei fumi di combustione utili per l'essiccazione lenta e continua. Il manto di copertura in lastre di pietra arenaria (*ciape)* e le piccole aperture nelle pareti perimetrali permettevano la fuoriuscita del fumo. I *ciabòt* destinati all'essiccazione sono riconoscibili in quanto i fumi della combustione hanno annerito i muri in pietra e carbonizzato la superficie di parte degli elementi lignei presenti al loro interno.

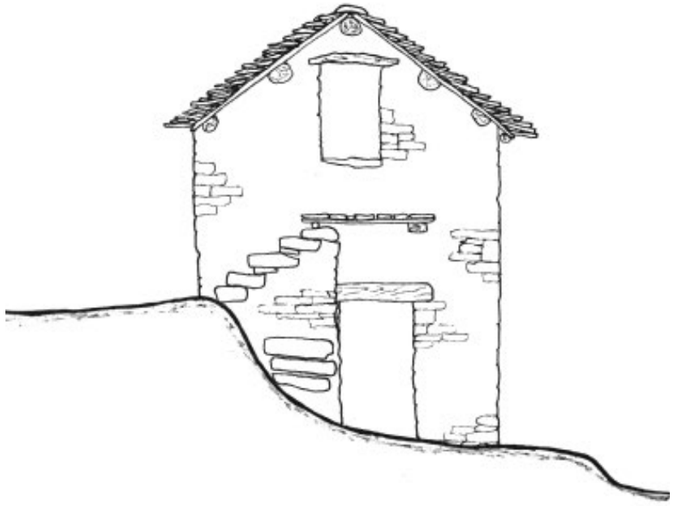


Fig.6. Lo *scau* di Cascina Crocetta, Castelletto Uzzone.

Rispetto ai seccatoi tradizionali, alcuni *scau* presentano una struttura più semplice e hanno la caratteristica di essere circolari in pianta. Tale forma facilita la movimentazione dei frutti posti sul *grâ* e la loro essiccazione. In tutto il territorio dell'Alta Langa sono ancora presenti quindici *scau* circolari. Le dimensioni in pianta variano da 4 a un massimo di 6 m di diametro, l'altezza varia da 4 a 8 m.

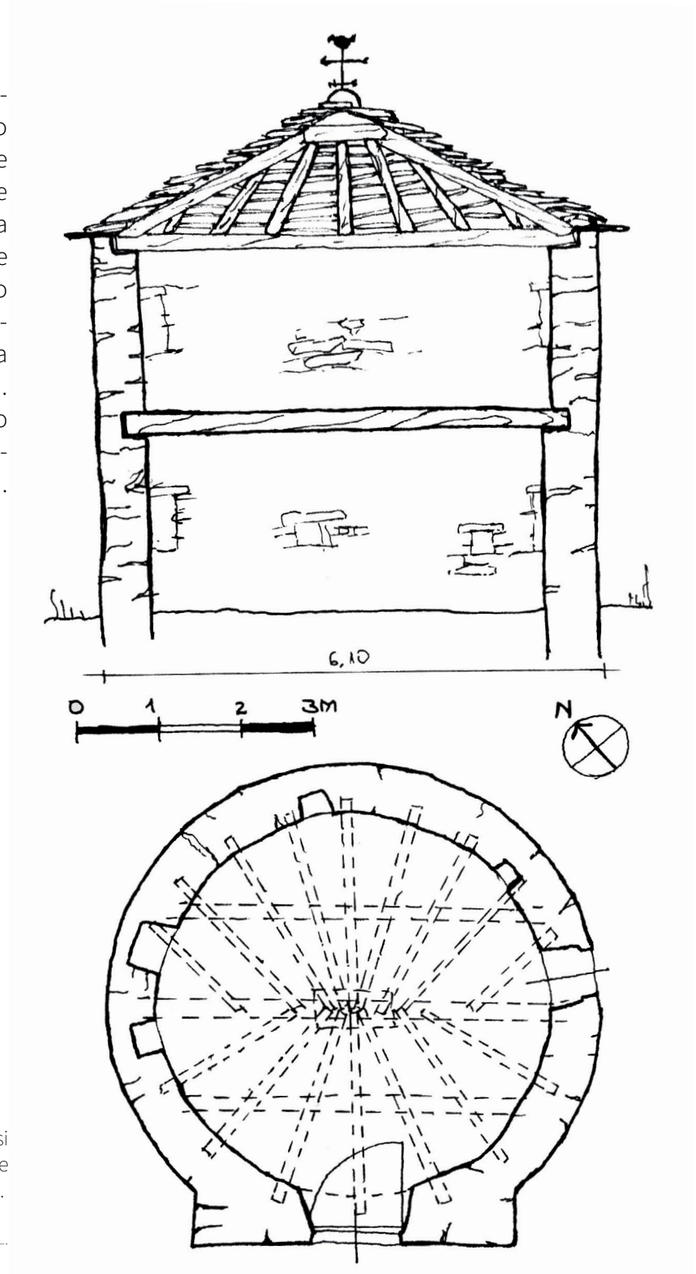
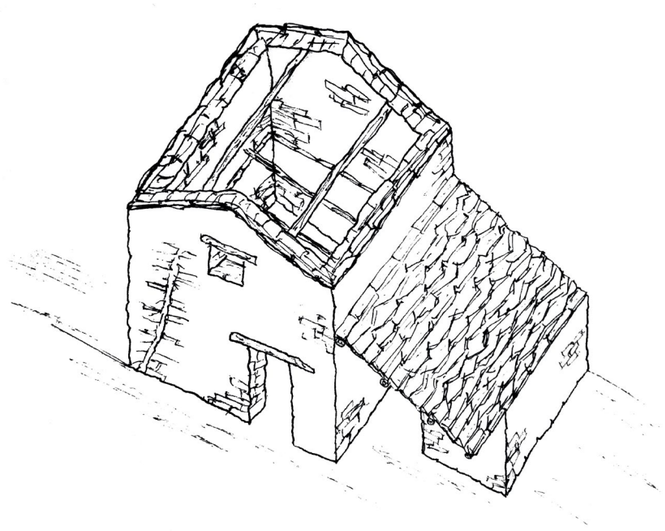


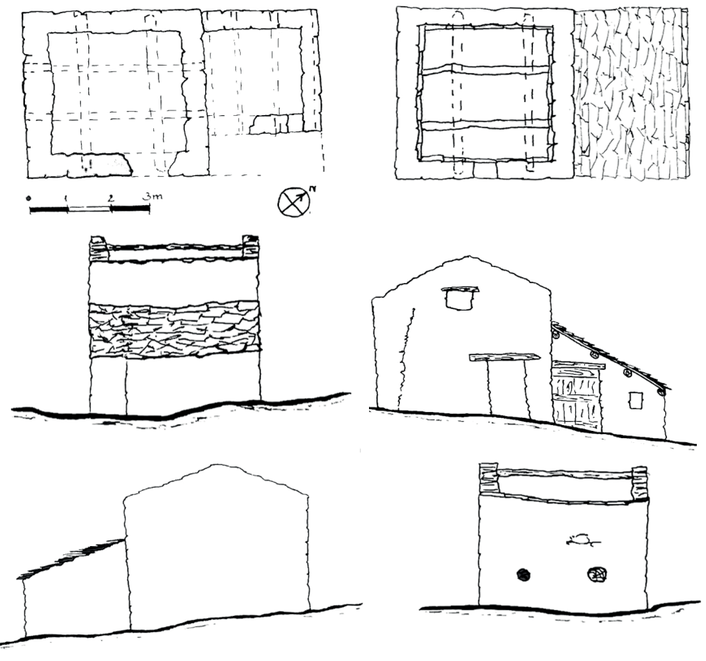
Fig 7. *Scau* a pianta circolare nei pressi di Cascina I Pozzarini, Pezzolo Valle Uzzone. Pianta piano terra e sezione.

Fonte: Rielaborazione di disegno tratto da L. Mamino, *op. cit.*, p. 83.

Ciabòt legati all'attività dei campi: le stalle.

L' attività dei campi esigeva l'ausilio della forza animale per arare e dissodare il terreno. Allontanandosi molto dai centri abitati, il contadino e gli animali trovavano in questi *ciabòt* luoghi in cui approvvigionarsi e sostare. Se la sosta durava più di un giorno, venivano utilizzati anche come abitazione temporanea. L'edificio prevede solitamente due piani: il piano terra era destinato al bestiame e il primo piano conteneva il foraggio. Si tratta di *ciabòt* posti a mezza costa in modo da garantire due accessi. Il secondo livello era raggiungibile per mezzo di una scala a pioli o sfruttando il dislivello del terreno. Durante le soste più lunghe, il contadino utilizzava questo piano per riposare. Spesso è presente un camino utilizzato per garantire comfort al contadino.





In alto: Fig 8. *Ciabòt* nei pressi di Casa Piano Soprano, Castelletto Uzzone (assonometria). Il volume principale a due piani suggerisce la funzione di residenza temporanea, mentre nell'ampliamento è presente una mangiatoia per gli animali.

In basso: Fig 9. Disegni del rilievo effettuato (piante e prospetti).

Ciabòt impiegati come deposito attrezzi

A questa tipologia appartengono tutti quei *ciabòt* con più semplice struttura, ovvero dotati di un solo piano (non necessitando di ampio volume). Data la loro semplicità strutturale risultano privi di orditura secondaria in copertura. Sono edifici non legati alle diverse attività dei campi e per questo potevano essere posizionati ovunque fossero necessari.

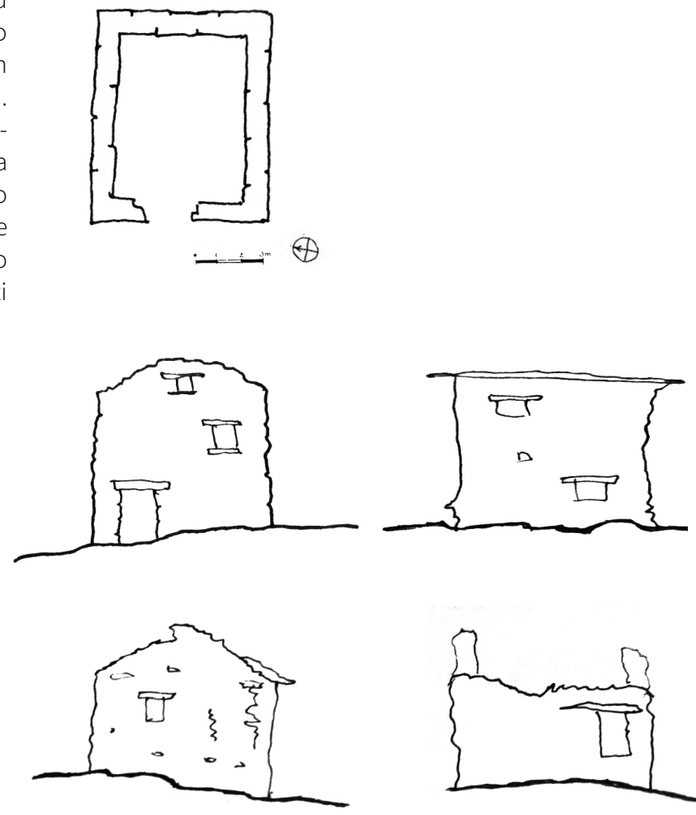


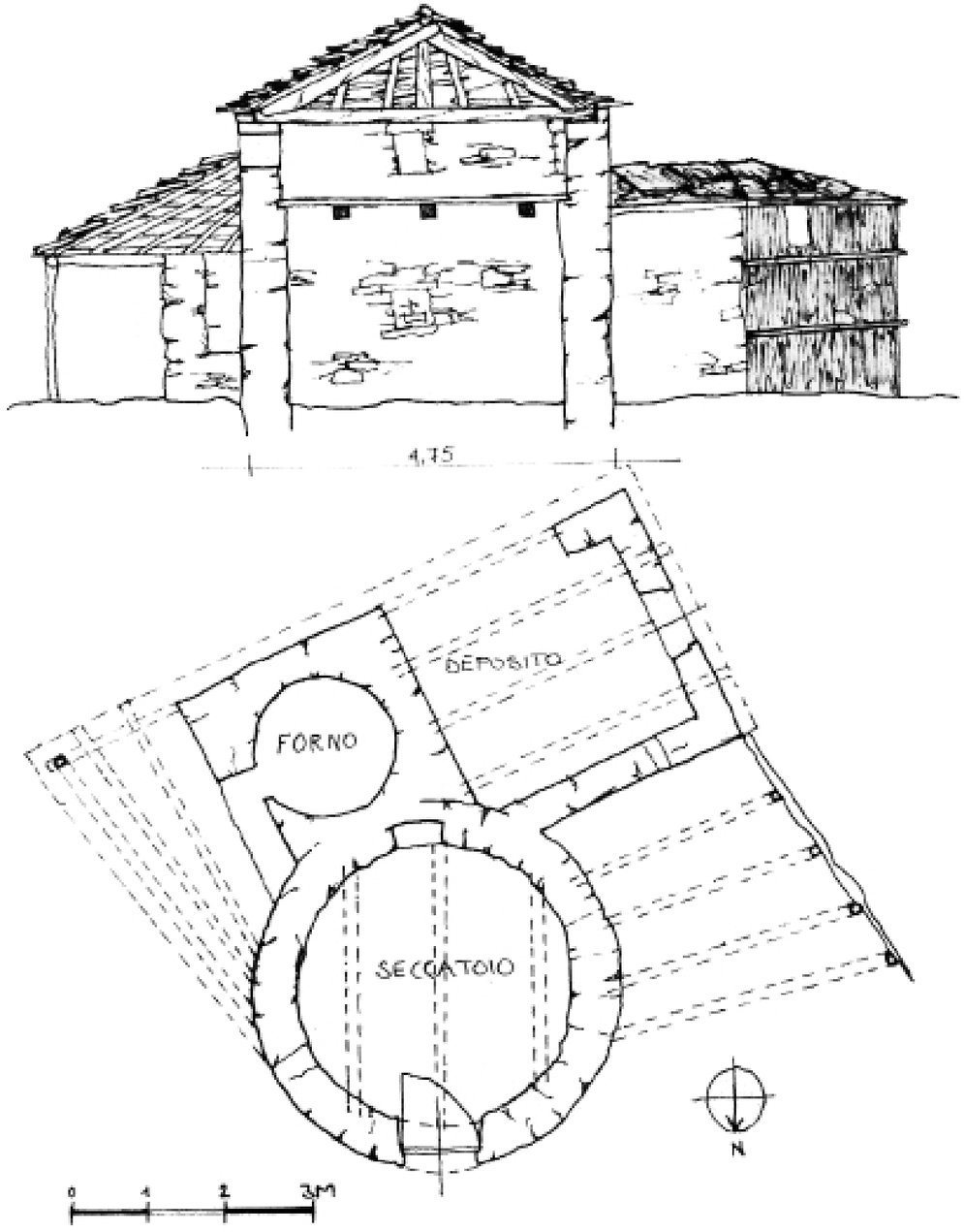
Fig 10. *Ciabòt* degradato a rudere a Bergolo (piante e prospetti).

Fonte: Rielaborazione grafica dei disegni tratti da A. Ottavini, M. Pezzola, M. Picioneri, relatore A. Bocco, *op. cit.*, p. 68 - 70.

I forni

Forno funzionante a pianta circolare inglobato nel portico del rustico (in alto). In basso, vista della bocca ad arco a sesto acuto: gli orizzontamenti sono grandi elementi lapidei monolitici con ricamo di mattoni in alto e in basso; lo sportello è metallico. Cascina Crocetta, Castelletto Uzzone.

I forni da pane facevano parte delle cascine e delle case di Langa ed erano costruiti con le stesse tecniche degli altri fabbricati (muri in pietra e manto di copertura in *ciape*). Sono riconoscibili dal camino e dall'apertura della bocca, solitamente chiusa da uno sportello. Di solito erano a pianta circolare, per favorire la distribuzione uniforme del calore, ma ne esistono anche di pianta rettangolare. Si costruivano come fabbricati isolati in prossimità delle case, oppure inglobati parzialmente nel portico del complesso. In alcuni casi erano abbinati ai seccatoi, posizionati solitamente lontano dal fienile.



Pagina seguente: Fig. 11. Forno da pane abbinato a seccatoio circolare con di fianco spazio adibito a deposito. Pianta e sezione. Cascina Valentin, Porcavio, Pezzolo Valle Uzzone.

Fonte: Rielaborazione di disegno tratto da L. Mamino, *op. cit.*, p. 88.

I pozzi

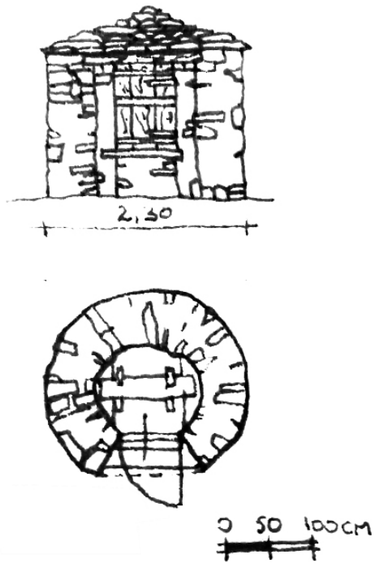


Fig. 12. Pozzo a pianta circolare di Cascina Larè, Pezzolo Valle Uzzone. I muri sono in pietra a vista e la porta a unica anta in legno; copertura con travetti lignei e manto in *ciape*. Prospetto (in alto) e pianta (in basso).

Fonte: Rielaborazione di disegno tratto da L. Mamino, *op. cit.*, p. 70.

I pozzi sono piccole costruzioni di servizio molto diffuse nel territorio delle Langhe. Sono necessari per reperire l'acqua in profondità. Solitamente si trovavano all'interno del cortile delle abitazioni, vicino alla cucina e all'orto. In alcuni casi si costruivano isolati, nei campi e nei terrazzamenti.
Sono di pianta circolare o quadrata, con apertura frontale, chiusa da una piccola porta in legno a unica anta per protezione e sicurezza, a eccezione di alcuni pozzi cilindrici con apertura dall'alto.

Pozzo adiacente ad abitazione con chiusura frontale a unica anta lignea (in alto) e copertura in *ciape* (in basso). Gorzegno.

Foto: Redina Mazelli. Luglio 2018.

2. Il progetto territoriale

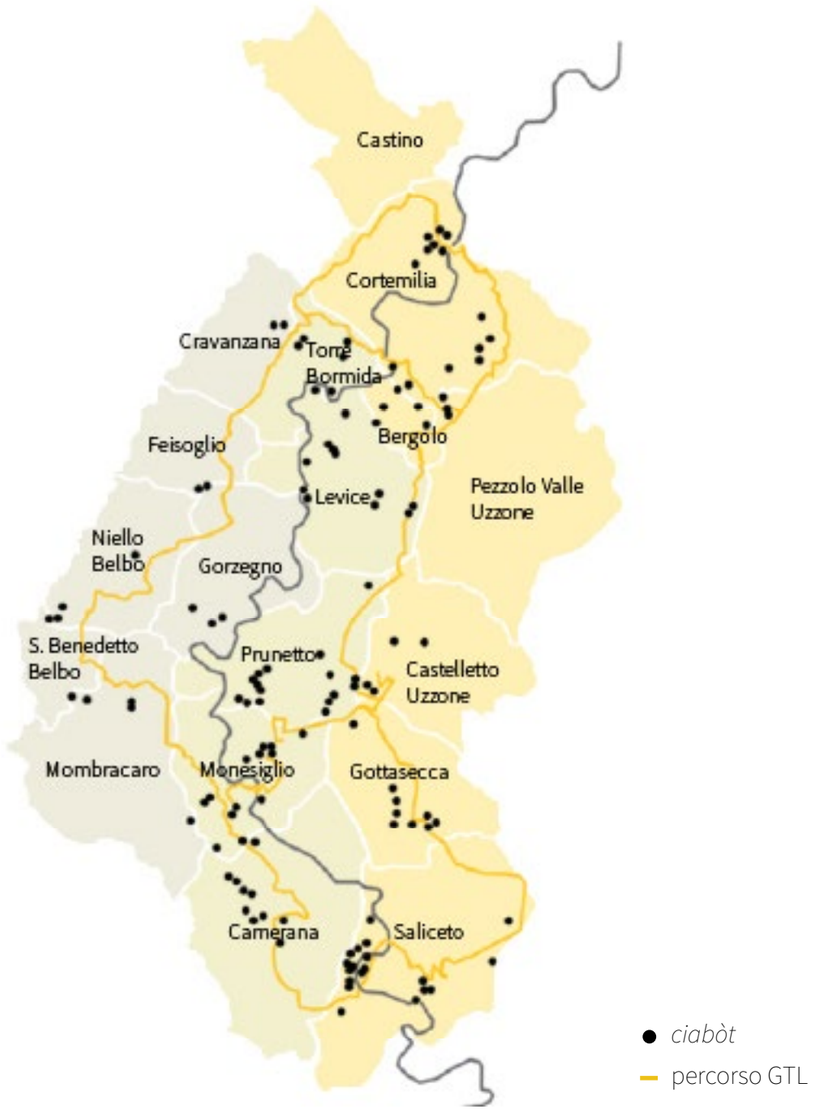


Fig. 13. Mappa del censimento dei *ciabòt* esistenti lungo il percorso della Grande Traversata delle Langhe, oggetto di tesi di Laurea Magistrale "Guida al recupero dei *ciabòt* in Alta Langa". Il censimento è stato redatto durante l'estate 2015 e mostra la grande presenza di questi edifici sul territorio.

Fonte: Rielaborazione grafica di Fig. 1 in A. Ottavini, M. Pezzola, M. Picioneri, relatore A. Bocco, *Guida al recupero dei ciabòt in Alta Langa, Vol. 2,* Politecnico di Torino, Dicembre 2015, p.4.

2.1. Un albergo del cammino

La tesi ha come oggetto la progettazione e la realizzazione pratica del recupero dei *ciabòt* in Alta Langa, una collaborazione con l'associazione Parco Culturale Alta Langa.
L'obiettivo dell'associazione è promuovere la conoscenza del territorio dell'Alta Langa e contrastare la sua marginalità incentivando attività turistiche e formative.
Uno dei progetti principali è la Banca del Fare: una scuola estiva dedicata ad architetti, artigiani e appassionati alle costruzioni e al saper fare tradizionale. I primi due anni (2016-2017) sono stati dedicati al recupero della Cascina Crocetta, sede della scuola, situata a Castelletto Uzzone. Lo scopo principale è il recupero dei *ciabòt*. Infatti, dall'estate 2018, il cantiere si è spostato fuori da Cascina Crocetta, a 600 m, per il recupero del primo *ciabòt*: il Lumassìn. La finalità è trasformarli in una struttura d'accoglienza diffusa per ospitare il turismo escursionistico che è in continua crescita in queste valli. Si chiamerà "I *ciabòt* d'Alta Langa", il primo albergo di cammino.
L'idea del albergo del cammino prende spunto dagli alberghi diffusi, un modello di ospitalità, che propone una struttura diffusa nei borghi storici con un nucleo centrale di servizi e spazi comuni per gli ospiti che

Allestimento dello *scau* recuperato di Cascina Crocetta per immaginare il prototipo dei *ciabòt* del futuro albergo del cammino.

Foto: José Luis Reyes Mesias

alloggiano in camere poco distanti. In sintesi, si tratta di recuperare e mettere in rete edifici esistenti, generando sviluppo turistico e contribuendo a limitare lo spopolamento dei borghi.
La differenza sostanziale è che nel caso degli alberghi diffusi è richiesto il concentramento delle strutture in un raggio percorribile a piedi (dai 200 ai 1000 m a seconda delle norme regionali) dal nucleo centrale; mentre l'albergo del cammino si estenderebbe lungo tutto il territorio dell'Alta Langa. Primo, perché il futuro utente immaginato è l'escursionista che cammina lungo i percorsi escursionistici e alloggia nei *ciabòt* lungo il cammino. Secondo, per rispettare la tipologia architettonica: i *ciabòt* si trovavano raramente nei borghi (possono far eccezione gli *scau* costruiti presso case e in cascine): per lo più erano edifici sparsi nei campi e nelle vigne. A causa di questa differenza è difficile inquadrare questa tipologia di ospitalità diffusa nelle normative attuali.

2.2. La normativa attuale

Trattandosi di una tipologia turistica innovativa, non esiste una normativa in materia. Si può tuttavia far riferimento alla normativa sugli alberghi diffusi. La Regione Piemonte definisce questa categoria nell'Articolo 6 (tipologie alberghiere), comma 1, lettera f), della Legge regionale n. 3 dell'11 marzo 2015 "Disposizioni regionali in materia di semplificazione" al Capo II - Semplificazioni in materia di turismo:
"albergo diffuso: esercizio ricettivo caratterizzato dalla centralizzazione in un unico stabile dell'ufficio ricevimento e delle sale di uso comune nonché dalla dislocazione delle unità abitative in uno o più stabili separati, integrate tra loro da servizi centralizzati, ed organizzate attraverso la valorizzazione di più immobili esistenti, purché coerente con il funzionamento unitario dell'esercizio alberghiero".
La Regione norma gli alberghi diffusi con il Regolamento regionale n.9 del 15 maggio 2017 intitolato "Caratteristiche e modalità di gestione delle aziende alberghiere nonché requisiti tecnico-edilizi ed igienico-sanitari occorrenti al loro funzionamento (Articolo 8 della legge regionale 11 marzo 2015, n. 3)" con l'Articolo 6 (Criteri di ubicazione ed utilizzo degli immobili dell'albergo diffuso).
Oltre a limitare la localizzazione della struttura ai borghi, nuclei e centri storici al comma 1, limita, al comma 3, la dislocazione delle camere o degli appartamenti al medesimo comune e in un raggio di mille metri dall'edificio principale, distanza calcolata misurando il percorso pedonale che collega i rispettivi ingressi principali.
Queste limitazioni presentano un vincolo per il futuro albergo di cammino, rispecchiando le differenze sostanziali tra le due tipologie. Tuttavia, il regolamento si può adottare temporaneamente per alcuni casi, come i due *ciabòt* oggetto di questa tesi, che si trovano rispettivamente a 600 e a 900 m dalla Cascina Crocetta, sede della scuola della "Banca del Fare", che nel futuro si prevede sia trasformata in una struttura ricettiva.

Pagina precedente: Fig.14. In alto: dalla tipologia convenzionale degli alberghi all'albergo diffuso (disegni interpretati dall'immagine del modello di albergo diffuso di Yasushi Watanabe, fonte: https://www.albergodiffuso.com). In basso: il modello l'albergo del cammino.

2.3. Il turismo in Alta Langa

L'albergo del cammino è una tipologia di struttura ricettiva innovativa; come tale è difficile prevederne l'utenza per mancanza di dati confrontabili su simili strutture. Si può comunque tener conto dei dati statistici forniti dall'Osservatorio Turistico Regionale del Piemonte secondo le direttive ISTAT. Dall'interpretazione di questi dati si possono ricavare gli arrivi e le presenze[1] negli esercizi ricettivi nel territorio, i periodi di affluenza maggiore, la provenienza dei turisti e la durata media del loro soggiorno.

Di seguito vengono riportati i dati dei rapporti statistici dell'Agenzia di Turismo Locale della Provincia di Cuneo e in particolare i dati del rapporto relativo all'anno 2017 pubblicato dall'ATL Langhe e Roero. Si deve tener conto comunque che il turismo in Alta Langa presenta alcune caratteristiche diverse legate allo sviluppo diseguale rispetto al territorio della Bassa Langa e del Roero, dove grande influenza sui dati ha il turismo enogastronomico, considerando anche il record di presenze nel mese di Fiera del Tartufo ad Alba.

[1] Con arrivi si intende il numero di clienti, italiani e stranieri, ospitati negli esercizi ricettivi nel periodo considerato; con presenze, il numero delle notti trascorse.

Dati relativi alla Provincia di Cuneo

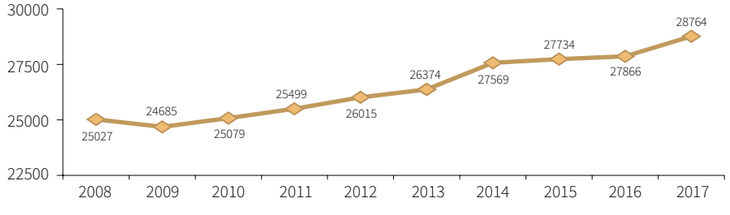


Diagramma 1. Trend dei posti letto nelle strutture ricettive della Provincia di Cuneo (dati statistici 2008-2017)

Fonte: Rielaborazione del grafico tratto dal Rapporto relativo all'anno 2015 dell'ATL della Provincia di Cuneo.

L'affluenza turistica nella Provincia di Cuneo e più bassa rispetto alla media regionale, come si evince anche dall'incidenza delle imprese turistiche sul totale. Nella zona del cuneese però negli ultimi decenni c'è stato un notevole incremento dell'attività turistico recettiva.

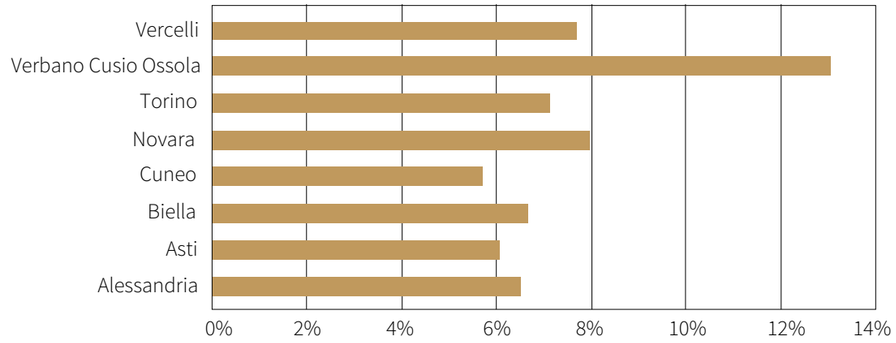


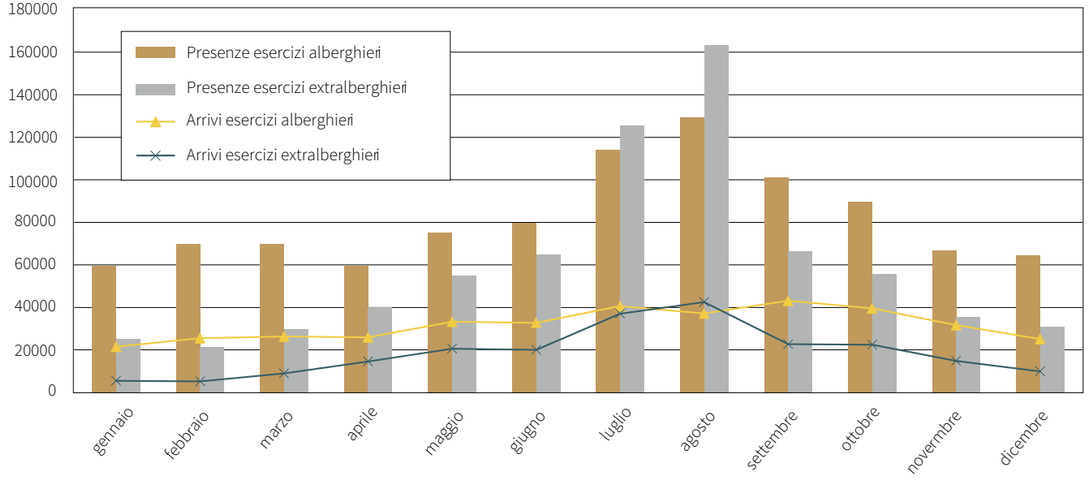
Diagramma 2. Incidenza percentuale delle imprese turistiche piemontese sul totale (anno 2015).

Fonte: Rielaborazione del grafico tratto dal Rapporto relativo all'anno 2015 dell'Osservatorio Turistico Regionale di Piemonte.

L'affluenza maggiore è durante i mesi di luglio e agosto (mesi durante i quali le presenze extralberghiere superano quelle alberghiere); si può comunque notare un'estensione dell'alta stagione da maggio a ottobre.
Il mercato è prevalentemente italiano (circa 60% degli arrivi). Il 3,30% degli ospiti stranieri provengono dall'America, 1,30% dall'Asia e solo 0,30% dall'Africa. Il restante maggioranza straniera proviene dall'Europa, prevalentemente da Francia, Svizzera e Germania.
La durata media del soggiorno è di 2,76 giorni.

Diagramma 3. Arrivi e presenze negli esercizi ricettivi della Provincia di Cuneo (anno 2015).

Fonte: Rielaborazione del grafico pubblicato dalla Camera di Commercio di Cuneo sui dati dell'Amministrazione Provinciale (Ufficio turismo-statistica).



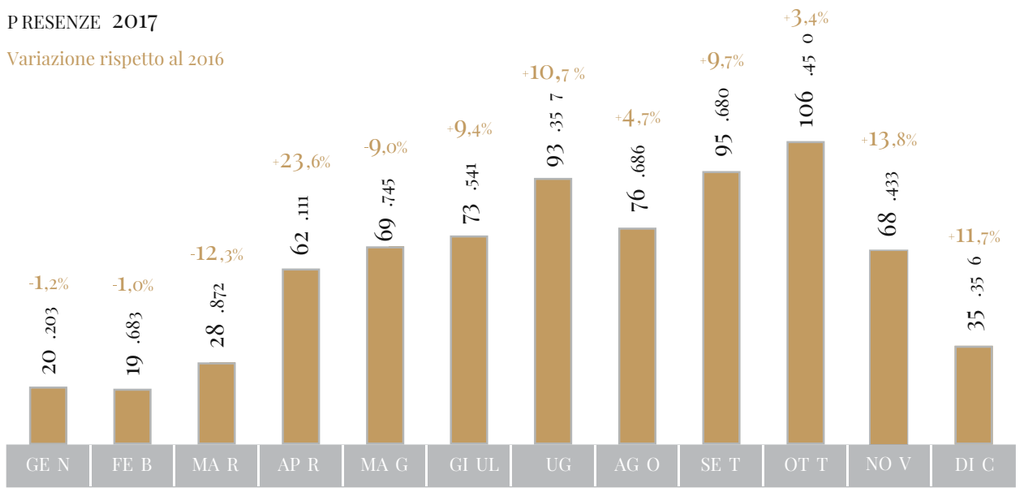
Dati relativi al territorio delle Langhe Roero

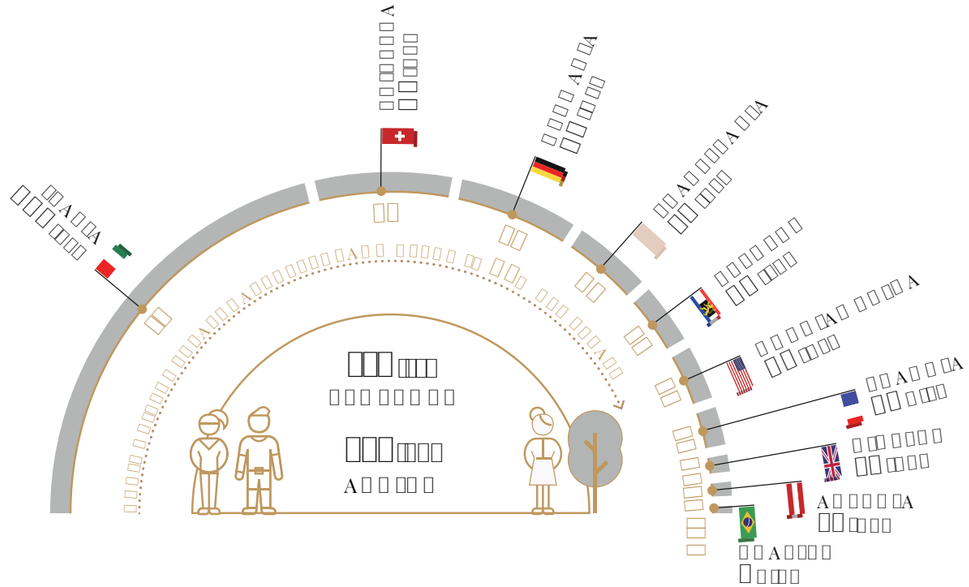
Il turismo nel territorio delle Langhe Roero è in crescita negli ultimi anni: nel 2017 gli arrivi (circa 339 mila turisti) superano di oltre sette punti percentuali quelli dell'anno precedente; le presenze (circa 750 pernottamenti) di sei. Il mercato italiano rappresenta il 38% del totale, il restante 62% è straniero, prevalentemente proveniente da Svizzera, Germania, Scandinavia, la regione Benelux, Nord America e Francia. A quest'ultimo mercato è da attribuire l'allungamento delle medie di permanenza (sopra le due notti e mezza di media nel 2017). Il record di presenze nel mese di Ottobre è legato alla Fiera di Tartufo; ciò nonostante, tra luglio e agosto si vendono più pernottamenti che tra ottobre e novembre.
Per rispondere alla domanda turistica, sono in crescita anche gli esercizi ricettivi: un totale di 792 con 11.402 posti letto nel 2017, nei confronto dei 765 esercizi ricettivi con un totale di 11.295 posti letto presenti nel territorio delle Langhe Roero nel 2016.

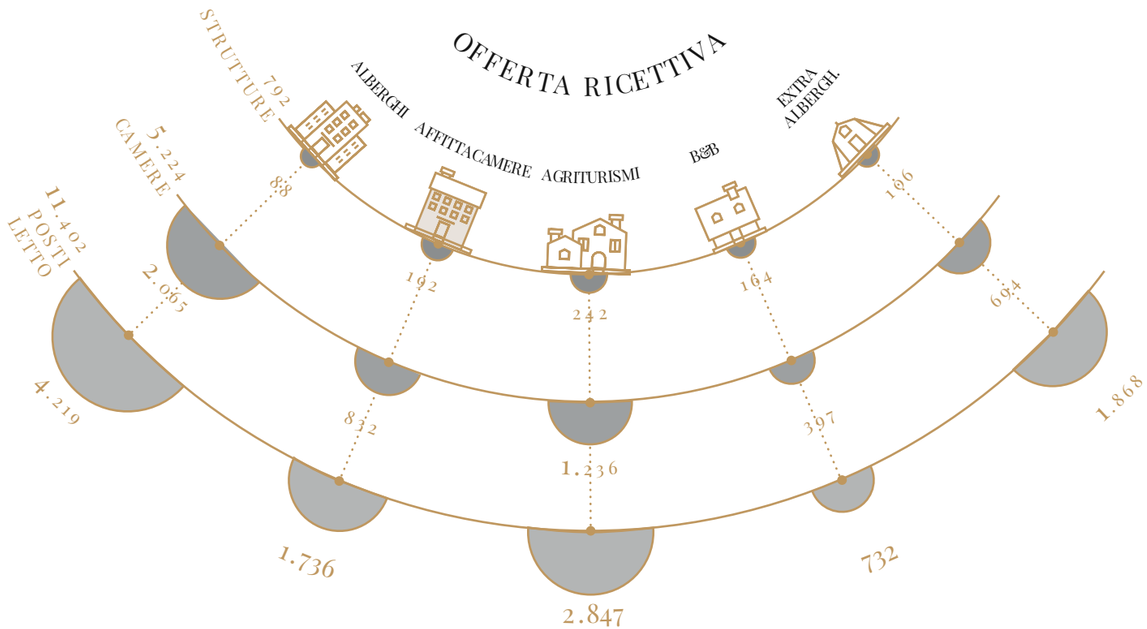
In basso: Diagramma 4. Presenze mensili nel 2017 e variazione rispetto all'anno precedente.

Pagina seguente:
In alto: Diagramma 5. Flussi turistici nel 2017.
In basso: Diagramma 6. Offerta ricettiva nel 2017.

Fonte: Rielaborazione dei grafici tratti dalla Relazione 2017 dell'ATL Langhe Roero (p. 23, 27, 28), disponibile dal Maggio 2018 in: https://www.langheroero.it).







Il turismo *outdoor*

Complementare al turismo enogastronomico e culturale, si presenta il settore del turismo *outdoor*, adatto alle caratteristiche del territorio delle Langhe Roero, e che unisce il piacere di godere il paesaggio collinare con le attività all'aperto. In effetti, la relazione annuale sul Sistema di Gestione per la Qualità (normata dalla UNI EN ISO 9001:2008, intitolata Sisitemi di Gestione per la Qualità - requisti) dell'anno 2017 prevede, tra gli Obbiettivi per la Qualità, l'impegno dell'ATL nell'identificazione delle Langhe Roero come meta ideale per il turismo *outdoor*.
Inoltre, la Misura 7.5.1 del Piano Strategico Regionale del Piemonte per lo sviluppo, la competitività e la sostenibilità dell'agricoltura e del mondo rurale riguarda investimenti di miglioramento delle infrastrutture turistiche e ricreative nell'ambito del Patrimonio escursionistico regionale. Attraverso questa Misura nel comparto di Langhe Roero sono in fase di realizzazione interventi che mirano all'adattamento dei percorsi escursionistici in percorsi cicloescursionistici. I percorsi interessati sono la GTL per l'Alta Langa, il BarToBar per la bassa Langa e il Roero Bike Tour (sentieri S1, S3 e S4) per il Roero. A livello locale è previsto il miglioramento della segnaletica, la predisposizione di aree di sosta e punti di informazione, così come l'installazione di colonnine di ricarica per biciclette elettriche e di strumenti per piccola manutenzione.
Oltre alla preservazione del paesaggio, il potenziamento della sentieristica può avere un'influenza positiva sulla promozione dell'identità locale del territorio, sulla diversificazione e destagionalizzazione dell'offerta turistica, e, di conseguenza, sulla crescita del flussi turistici e delle opportunità occupazionali nell'area.

Conclusioni

In base alle considerazioni precedenti sui dati statistici del turismo nel territorio del Langhe Roero, tenendo conto delle limitazioni di confronto che si presentano, si evince che puntare sul turismo escursionistico e ciclistico può essere, visto la compatibilità con il territorio e le misure regionali e locali di investimento attuale e futuro, un'alternativa sostenibile, contribuendo allo sviluppo dell'area e al contrasto allo spopolamento e alla marginalizzazione ulteriore.
Considerando la distribuzione mensile degli arrivi si è deciso di considerare come periodo di fruizione dei *ciabòt* del futuro Albergo di Cammino l'alta stagione, estesa da aprile a ottobre, tenendo in conto una possibile adattabilità nel futuro anche al periodo invernale. Altro dato importante da tener in considerazione è la permanenza media (circa 2-3 giorni), nonostante le variazioni che essa può presentare, data la tipologia di struttura ricettiva proposta.

Pagina precedente: Ciclisti sulla Grande Traservata delle Langhe.

In questa pagina: Carta dei sentieri della GTL. La carta aggiornata dell'anello sentieristico di circa 100 chilometri che attraversa 19 comuni delle Langhe, è stata arricchita di paline segnaletiche e informazioni utili agli escursionisti.

Fonte: Parco Culturale Alta Langa.

3. Filosofia di progetto

Prima di raccontare come è stato progettato e, in parte, realizzato il recupero del *ciabòt* oggetto della tesi, ci sembra importante raccontare il perché del recupero e dei principi che ci hanno guidato in questo percorso.
Nonostante l'eterogeneità di questi edifici, il progetto di un albergo del cammino diffuso sul territorio dell'Alta Langa richiede un ragionamento globale sulla filosofia di progetto, per dargli un forte carattere e per far sì che l'insieme funzioni.
Le domande che ci siamo poste e che pensiamo suscitino la curiosità di chi inizia la lettura di questa tesi sono:
Perché recuperare i *ciabòt*?
Perché una nuova funzione turistica è compatibile?
Perché progettare un *ciabòt* autosufficiente?
Di seguito cerchiamo di dare risposta a queste domande.

3.1. Il recupero dei *ciabòt*

Non intendiamo parlare del recupero degli edifici esistenti considerati dai più monumenti degni di conservazione, ma del recupero degli edifici parte dell'architettura spontanea. Di questo patrimonio fanno parte i *ciabòt*. Si tratta di edifici costruiti per rispondere alle esigenze della comunità, che traeva le sue capacità dall'esperienza. Si costruiva per la sopravvivenza quotidiana: servivano ripari quando si lavorava per più giorni nei campi, cantine nei vigneti, spazi per depositare gli attrezzi del lavoro... In Alta Langa c'è la pietra, e con la pietra si costruiva. Si trovava nei terreni durante l'aratura oppure nei letti dei fiumi. I blocchi più grandi si utilizzavano per le fondazioni e i muri, quelli meno regolari nei muri controterra. Non tutti gli elementi erano adatti a essere impiegati nella costruzione, e allora ci si adattava: gli elementi meno regolari si sbozzavano per costruire muri stabili; si lavoravano i blocchi di arenaria per ricavarne lastre piane e irregolari per il manto di copertura. Il legno dei castagneti si utilizzava per costruire i solai, la struttura del tetto, gli architravi e gli infissi. Ci si adattava anche al terreno: se c'era un pendio si sfruttava per l'accesso al piano superiore, così si evitava di costruire una scala interna. Le dimensioni erano quelle necessarie e la distribuzione interna efficiente: se c'era bisogno di depositare gli attrezzi bastava un piano senza molte aperture ma con nicchie che servivano come scaffali, se serviva una residenza temporanea il piano terra aveva un ingresso largo per gli animali e si dormiva al piano superiore, per le cantine era più adatto un piano seminterrato e così via. Venivano così costruiti edifici a scala umana in armonia con la natura, strettamente legati alla funzione che svolgevano e ben inseriti nel contesto culturale della comunità. Non potevano quindi prescindere dalla semplicità, frugalità, autenticità e durabilità: erano edifici sostenibili e sostenibilità è una parola che ci piace. La si usa ovunque, non sempre propriamente, e, come tutte le parole che vanno di moda, sembra qualcosa di innovativo e di *élite*. Invece è sempre stata lì, basta saper imparare dalle lezioni di questi costruttori anonimi e dai principi che li guidavano. Bisogna forse soffermarsi maggiormente a guardare il passato, non per nostalgia di un'epoca che non abbiamo vissuto, ma per revisionare in chiave contemporanea una tradizione che non appartiene a ieri, ma al domani.

3.2. Una nuova funzione

Recuperare non basta: in mancanza di una funzione adatta, il recupero è fine a sé stesso e l'edificio è destinato al degrado e all'abbandono, ancora una volta. Bisogna dare una nuova funzione compatibile e sostenibile.
Trasformare i *ciabòt* in una struttura ricettiva sparsa per incentivare lo sviluppo locale, dando al territorio una vocazione turistica, è di sicuro una sfida. L'albergo del cammino è un prototipo e il suo futuro utente poco prevedibile.
In base agli utenti si può pensare di due macrogruppi di strutture ricettive: *ciabòt* adatti a breve permanenze, idealmente di una sola notte, e *ciabòt* adatti a permanenze più lunghe, mediamente di un weekend.

Prima ipotesi

Nel primo caso si tratterebbe di escursionisti che, pianificando il loro percorso, prenotano i *ciabòt* per dormire una notte e riprendono il cammino l'indomani. Il *ciabòt* sostituisce così una semplice tenda da campeggio, offrendo la comodità di viaggiare più leggeri, un tetto e l'esperienza di passare la notte in edifici tradizionali locali. I servizi igienici possono essere localizzati in un ampliamento; la cucina può essere, se prevista, esterna. Servono pochi arredi: una scarpiera all'ingresso per lasciare le scarpe infangate, un armadietto per lo zaino, un *futon* per dormire, un piccolo tavolo e una sedia per far colazione prima di ripartire.
I consumi sarebbero bassi: basterebbero pochi pannelli fotovoltaici per l'elettricità e la raccolta dell'acqua piovana per farsi una doccia.
Per cercare di capire meglio le esigenze di questa categoria di utenti, in assenza di dati empirici, abbiamo scelto di utilizzare il metodo di *persona storytelling*. Invece di descrivere in modo generale una categoria, abbiamo immaginato le storie di personaggi prototipi (*personas*). Costruendo la loro storia, abbiamo definito le loro esigenze e immaginato possibili scenari.

Seconda ipotesi

Nel secondo caso si tratterebbe di una struttura ricettiva più convenzionale: la casetta affittata per qualche giorno mentre si cammina nei percorsi vicini o si visitano i paesini nei dintorni. Una permanenza più lunga implica esigenze maggiori: ai fini di assicurare un livello soddisfacente di comfort è preferibile avere i servizi e una cucina più fornita all'interno, la zona notte divisa dalla zona giorno, più spazio e più arredi. I consumi sarebbero più alti in quanto è più probabile che si svolgano più attività in casa e, nell'ipotesi di impiegare comunque sistemi autonomi, sarebbe necessario una progettazione più attenta e tener in conto un fattore di rischio.

Considerazioni

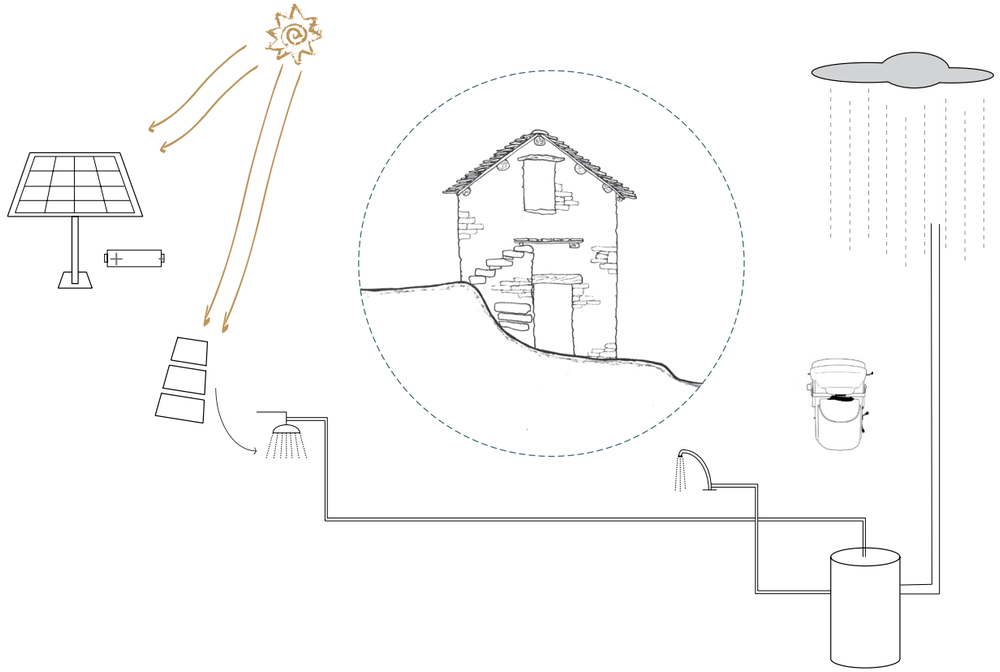
Prevedere il tipo di utenza futura è inaccurato, in mancanza di esperienze simili sia nel territorio che in una scala più ampia. Inoltre, la messa in rete di un grande numero di *ciabòt* lungo i sentieri escursionistici, che favorirebbe la presenza della prima tipologia di utenti, richiede tempo: l'albergo è previsto di iniziare la sua attività con i primi 4-5 *ciabòt*, mentre sarà in corso il recupero degli altri. In queste condizioni sarebbe adatto pensare a entrambe le tipologie descritte a seconda degli edifici esistenti: i *ciabòt* più piccoli, localizzati vicino ai percorsi sentieristici sono più adatti alla prima tipologia (ad esempio, il secondo *ciabòt* oggetto della tesi); il secondo caso è più adatto ai *ciabòt* più grandi e a doppio livello, localizzati vicino alle strade principali o ai borghi (il Lumassìn).

3.3. *CIABÒT* AUTONOMI

«Cercare di garantire alti standard di performance in sistemi altamente autonomi è molto costoso. Cercare di ridurre i costi in un alto livello di autonomia porta a bassi livelli di performance. Cercare di ridurre i costi in una performance alta porta a livelli più bassi di autonomia.»

Peter Harper, *Radical Tecnhology*. 1976

I *ciabòt* erano strutture autonome: sfruttavano le risorse del sito non solo per la costruzione ma anche durante il ciclo di vita. Questa caratteristica si vuole mantenere anche nel progetto del recupero. I motivi sono molteplici: da un lato l'autosufficienza vista da un punto di vista ideologico, dall'altro, i bassi costi economici e ambientali. I *ciabòt* si trovano spesso in contesti isolati dove le reti centrali mancano e l'allacciamento può risultare oneroso. In alternativa, un sistema che sfrutta i fonti rinnovabili può essere una scelta di minor impatto. Bisogna considerare con attenzione i rapporti tra efficienza, costi e autonomia. Inoltre, bisogna considerare non solo la costruzione, ma anche la fruizione dell'edificio nel suo ciclo di vita: la progettazione di impianti isolati alla rete e strettamente legata ai consumi. In una struttura ricettiva risulta più difficile prevedere e controllare il fabbisogno, in quanto dipende in una buona parte dal comportamento degli utenti.



Pagina precedente:
Fig.15. Schema concettuale di un *ciabòt* autosufficiente.

Suma Qamaña

«[...] capire di che cosa potete fare a meno è uno dei mezzi più efficaci per convincervi che siete liberi. [...] Proviamo a rinunciare a qualcosa, non per abbellire la nostra vita ma per ricordare a noi stessi quanto siamo attaccati a questo mondo moderno così come è, e come potremmo tuttavia farne a meno.»

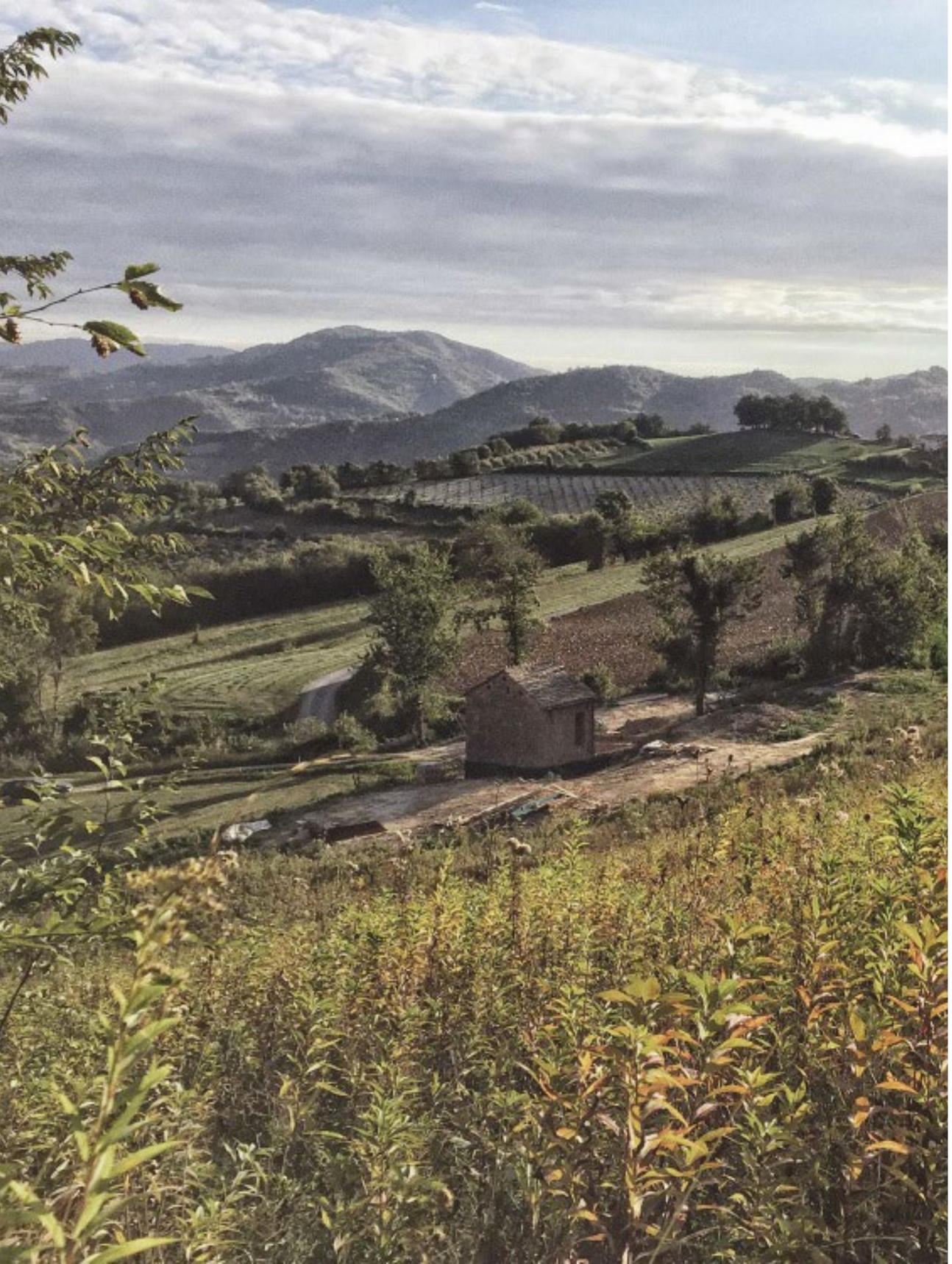
Ivan Illich, David Cayley, *La corruption du meilleur engendre le pire*

Un aspetto importante delle case autonome è lo stile di vita che richiedono, fatto di abitudini poco convenzionali: non tutto è sempre disponibile nelle quantità delle quali ci siamo abituati; bisogna essere attenti a ridurre i consumi e accontentarsi del necessario. Ciò può sembrare come una diminuzione del livello del comfort e, per l'immaginario collettivo attuale e per la logica consumista, minor benessere, questo perché impropriamente il "di più" si associa al "meglio". Benessere è una parola bella, ma come tante parole che vanno di moda, è usata e abusata quando e come conviene: più comunemente viene attribuita alla condizione di vita come livello di reddito, trascurando molti aspetti dell'esistenza e prediligendo l'aspetto quantitativo. Questo concetto è ormai così legato alla parola stessa che si dà l'impressione che il "benessere" sia un'invenzione delle culture occidentali post-industriali. Nel suo significato originario invece esiste, per esempio, nel vocabolario dei popoli indigeni dell'America Latina: corrisponde all'espressione *Suma Qamaña* della lingua *aymara* delle Ande, o al *Sumak kawsay* dei *quechuas*. Più propriamente *Suma Qamaña* si traduce benvivere: "*suma*" - buono, eccellente e "*qamaña*" - vivere, esistere, abitare ma anche convivere e accogliere. Fa referenza a una vita corretta e ben vissuta in comunità e in armonia: vivere nel senso umano, sociale e ambientale, come rapporto con sé, con gli altri e con l'ambiente. È possibile ridurre i consumi senza compromettere il benvivere? Può darsi che sia necessario.

Parlare di un certo stile di vita nella progettazione di una struttura ricettiva per turisti può rischiare di sembrare imponente. Dal altro lato, parlarne solo nel quadro di scelte personali, può essere, pur soddisfacente, limitativo, in quanto non parte di un progetto comunitario più ampio. Inquadrarne la tipologia degli utenti adatti può, se non risultare in abbassamenti significativi degli impatti ambientali, offrire un'esperienza particolare e sensibilizzante.

"Talvolta mi sembra di vivere in un quadro come *I mangiatori di patate* di Van Gogh, abbiamo elettricità limitata ormai da lunghe settimane, i pannelli non si caricano a sufficienza con questo tempo e la soluzione sono le candele. Quasi tutti i giorni non riusciamo neanche a caricare i computer per guardare un film, quindi passiamo le serate semplicemente chiacchierando davanti alla stufa di legna."

Foto e descrizione: Sofia Pighetti, Valchiusella, Ottobre 2018.



Parte seconda - Il Lumassìn

«La lumaca costruisce la delicata architettura della sua conchiglia aggiungendo una dopo l'altra delle spire sempre più grandi, poi cessa bruscamente e dà inizio ad avvolgimenti, questa volta decrescenti. Il fatto è che una sola, ulteriore spira più larga conferirebbe alla conchiglia una dimensione sedici volte maggiore. Invece di contribuire al benessere dell'animale, lo sovraccaricherebbe. Superato il punto limite di allargamento delle spire, i problemi della crescita eccessiva si moltiplicano in progressione geometrica, mentre le capacità biologiche della lumaca non possono, nel migliore dei casi, che seguire una progressione aritmetica.»

Ivan Illich, *Gender*, 1982

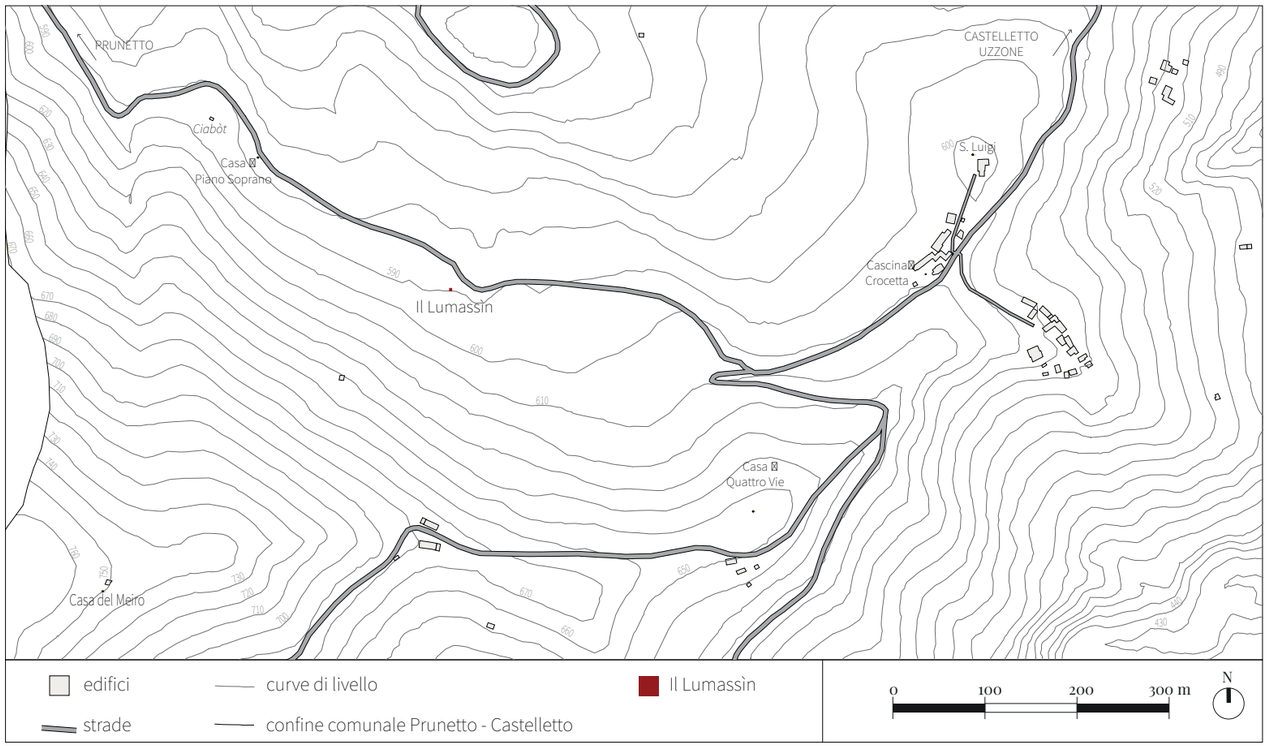


Foto pagina 60: Vista sul Lumassìn dal pendio sul lato sud-est.

Foto: Studio Ellisse Architetti. Settembre2018.

Fig.16. Inquadramento del Lumassìn nel Comune di Castelletto Uzzone.

Fonte: Rielaborazione grafica di Fig. 1 in A. Ottavini, M. Pezzola, M. Picioneri, relatore A. Bocco, *Guida al recupero dei ciabòt in Alta Langa, Vol. 1,* Politecnico di Torino, Dicembre 2015, p.8.

4. Lo stato prima dell'intervento

In basso: Primo sopralluogo al Lumassìn con gli architetti della Banca del Fare e Giovanni Bertola, artigiano maestro delle costruzioni locali in pietra e impresario edile che collabora con l'associazione dal 2016. Conversazioni a monte dell'edificio, lato sud- est.

Foto: Nadia Battaglio

Pagina seguente: Arrivando al *ciabòt* da Cascina Crocetta (in alto). Vista dal campo di fronte (in basso).

Foto: Redina Mazelli

4.1. Il primo sopralluogo

Data: 24 aprile 2018

Presenti:
Nadia Battaglio (architetto, tutor didattico Banca del Fare)
Lorenzo Serra (architetto, tutor didattico Banca del Fare)
Giovanni Bertola (artigiano e impresario edile)
Redina Mazelli (tesista)
Alessandra Renzulli (tesista)

Il primo sopralluogo è stato effettuato con lo scopo di conoscere l'accessibilità e lo stato dell'edificio per programmare il rilievo metrico.
Il luogo è facilmente raggiungibile dalla strada comunale di Castelletto Uzzone, e dista 600 m da Cascina Crocetta. Il *ciabòt* si presentava coperto in gran parte da vegetazione infestante, rendendo difficile la lettura dello stato di fatto. Il prospetto più leggibile era quello a nord, con un ingresso largo e basso e un'apertura al primo piano. A sud era presente un altro accesso al livello superiore. La copertura era crollata: ne rimanevano alcune travi lignee. Dall'interno si notavano deformazioni importanti dei muri (spanciamenti, fuoripiombo e lesioni).
Si è deciso che il rilievo metrico sarebbe stato effettuato dopo una prima pulizia della vegetazione infestante a carico dell'associazione.

Foto pagina a fianco:

1. Prospetto nord con l'ingresso principale largo e basso, che suggerisce che il piano terra fosse utilizzato per il bestiame. Al piano superiore è presente un'apertura con le spalle e l'architrave con pezzi lapidei monolitici: una soluzione poco frequente nei *ciabòt*.

2. Prospetto sud completamente coperto da vegetazione infestante. Si nota comunque il crollo del tetto e della parte superiore del muro.

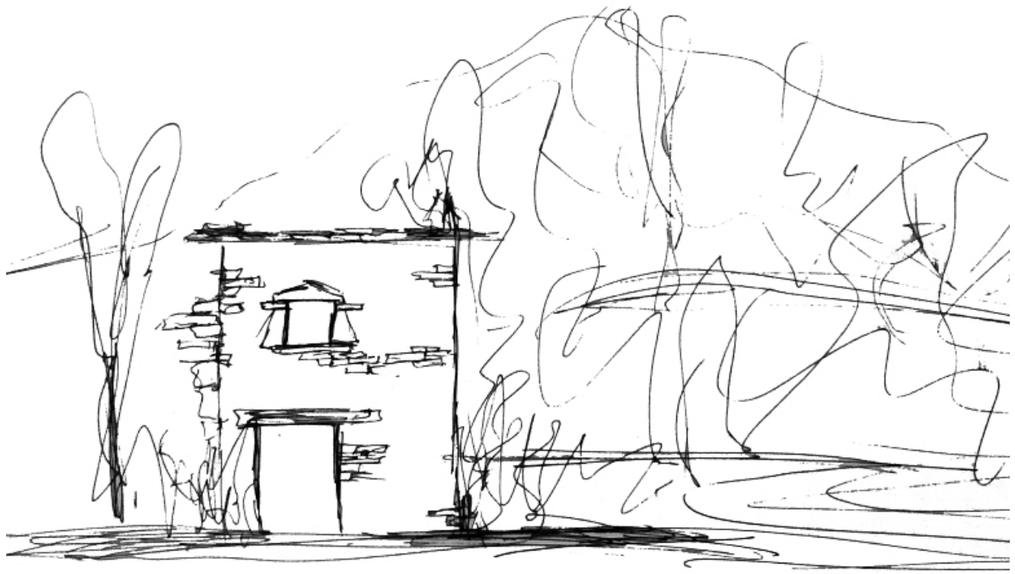
3. Vista dall'interno del muro est con una piccola apertura in alto. Si nota un'importante crepa verticale. Ne rimangono alcune travi della copertura e parti delle travi del solaio del sottotetto.

4. Vista dal basso di ciò che rimane dalla struttura di copertura: travi e travetti parzialmente rotti o spostati e alcune *ciape*.

5. Angolo sud-ovest visto dall'interno. Il muro a ovest presenta una deformazione di entità molto elevata: l'artigiano suggerisce già la demolizione e ricostruzione, almeno in parte. A sud si nota un altro accesso al livello superiore che probabilmente sfruttava il dislivello. È ancora presente una trave lignea del solaio intermedio.

Foto: Redina Mazelli e Alessandra Renzulli.

In basso: Fig. 17. Un primo schizzo.



In basso: Rilievo metrico del Lumassìn.

Foto: Nadia Battaglio

Pagina seguente: Rilevamento del lato ovest (in alto) e del architrave dell'ingresso principale (in basso).

Foto: Alessandra Renzulli (in alto) e Nadia Battaglio (in basso)

4.2. Il rilievo

Fase di campagna

Data: 18 maggio 2018

Presenti:
Nadia Battaglio (architetto, tutor didattico Banca del Fare)
Redina Mazelli (tesista)
Alessandra Renzulli (tesista)
Filipa Farreca (volontaria EVS)

La campagna di rilievo del Lumassìn è stata effettuata dopo la pulizia dell'edificio (rimozione della vegetazione infestante sui muri e dai sentieri attorno) da parte dell'associazione.
Dopo l'osservazione dell'edificio e l'articolazione di un piano di rilievo (scelta delle metodologie di rilievo delle misure e dei modi di annotazione) si è effettuato il rilievo fotografico (foto del contesto, dell'edificio e di dettaglio, evidenziando elementi particolari e fenomeni di degrado). Si è poi proceduto con la redazione degli schizzi per gli eidotipi come supporto per le annotazioni metriche delle misure prese successivamente.

Elenco foto:

Pagina 72, in alto: Vista del *ciabòt* dall'imbocco della pista di accesso sulla Strada provinciale Prunetto - Castelletto Uzzone.
In basso: Vista dal *ciabòt* delle colline in direzione nord-est.

Pagina 73: Prospetto nord.

Pagina 74, in alto: Prospetto est.
In basso: Prospetto sud.

Pagina 75: Prospetto ovest.

Pagina 76, in alto: Vista della parete nord dall'interno: nicchia e finestra presenti al livello superiore.
In basso: Vista dall'interno della parete sud. È ancora presente una trave del solaio dell'interpiano.

Pagina 77: Vista dall'interno dell'angolo sud-ovest con l'accesso al livello superiore a sud.

Pagina 78: Vista dall'interno della struttura del tetto crollato: ne rimangono alcune travi e poche *ciape*.

Foto: Redina Mazelli e Alessandra Renzulli.

Il rilievo è stato realizzato mediante l'utilizzo di strumenti semplici, quali flessometri a nastro metallico, bindella a nastro flessibile, staggia e livella a bolla.
Il rilevamento all'esterno è stato eseguito partendo dallo spigolo nord-ovest e procedendo in senso antiorario.
La misura delle lunghezze in pianta è stata effettuata con il metodo delle misure parziali, misurando il valore metrico delle singole parti e del totale per verifica.
Per prendere le misure in altezza si è partiti da un piano orizzontale (in rosso) passante da un punto prefissato dello spigolo nord-ovest. Le misure prese sono le distanze verticali da questo piano di riferimento al terreno (in basso) e al coronamento dell'edificio (in alto), oltre quelle dei davanzali, architravi, aperture. Per motivi pratici il piano di riferimento è stato cambiato per ogni lato. Per i nuovi piani di riferimento (in verde) è stata annotata la distanza dal piano iniziale.
Il rilevamento delle misure interne (in pianta) è stato effettuato con il metodo delle trilatazioni misurando ciascun lato e le due diagonali. Per motivi di sicurezza, il rilievo dell'interno non è dettagliato: in queste fase sono state prese solo le misure principali.

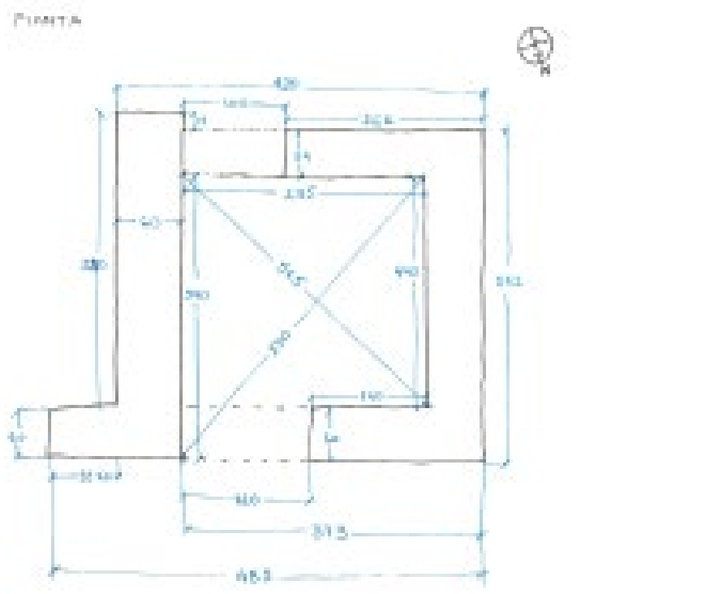
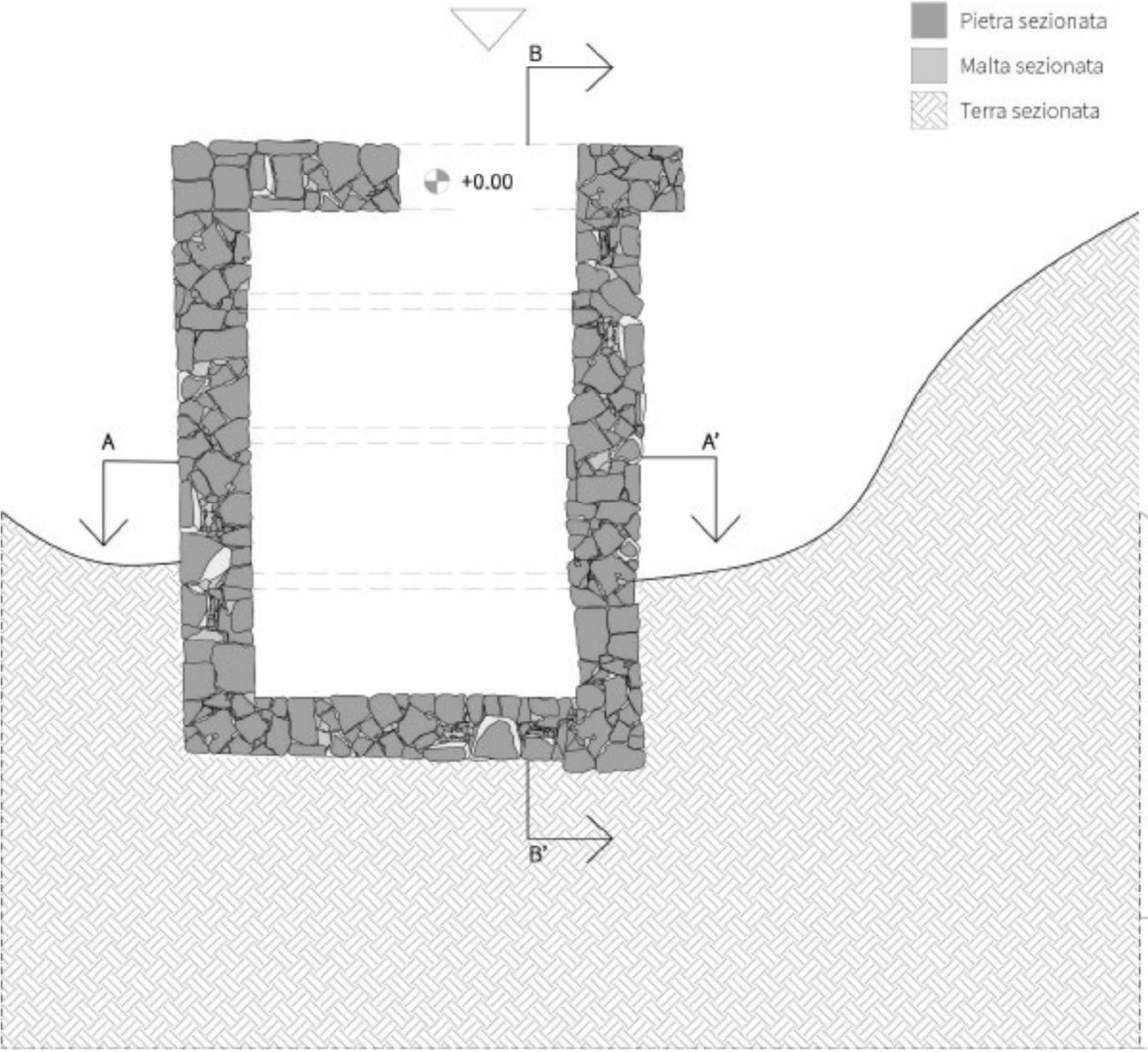


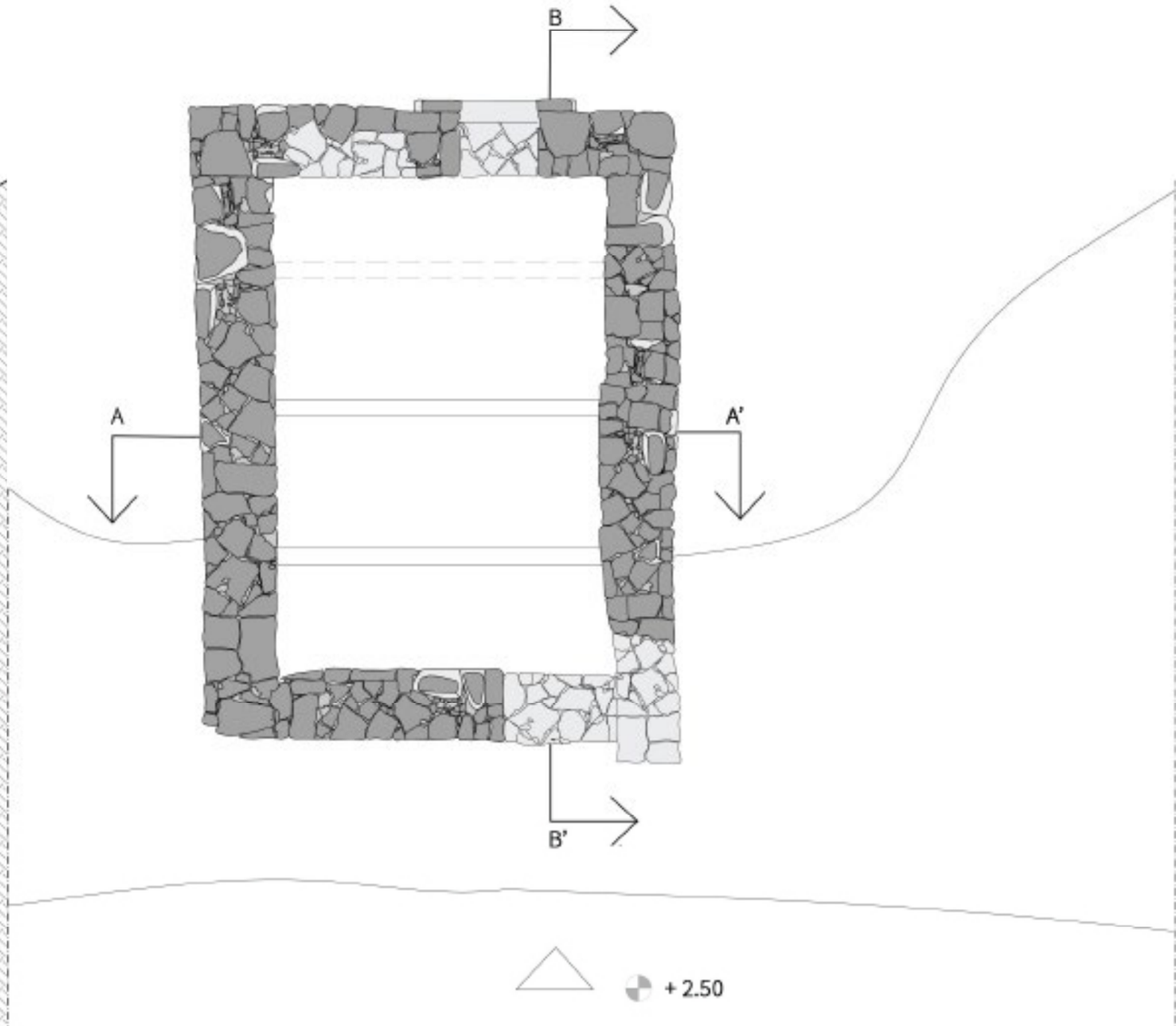
Fig. 18. Eidotipi del rilievo effettuato. In blu le misure prelevate in fase di campagna, in rosso il piano principale di riferimento e in verde piani secondari di riferimento.

La restituzione in scala 1:50

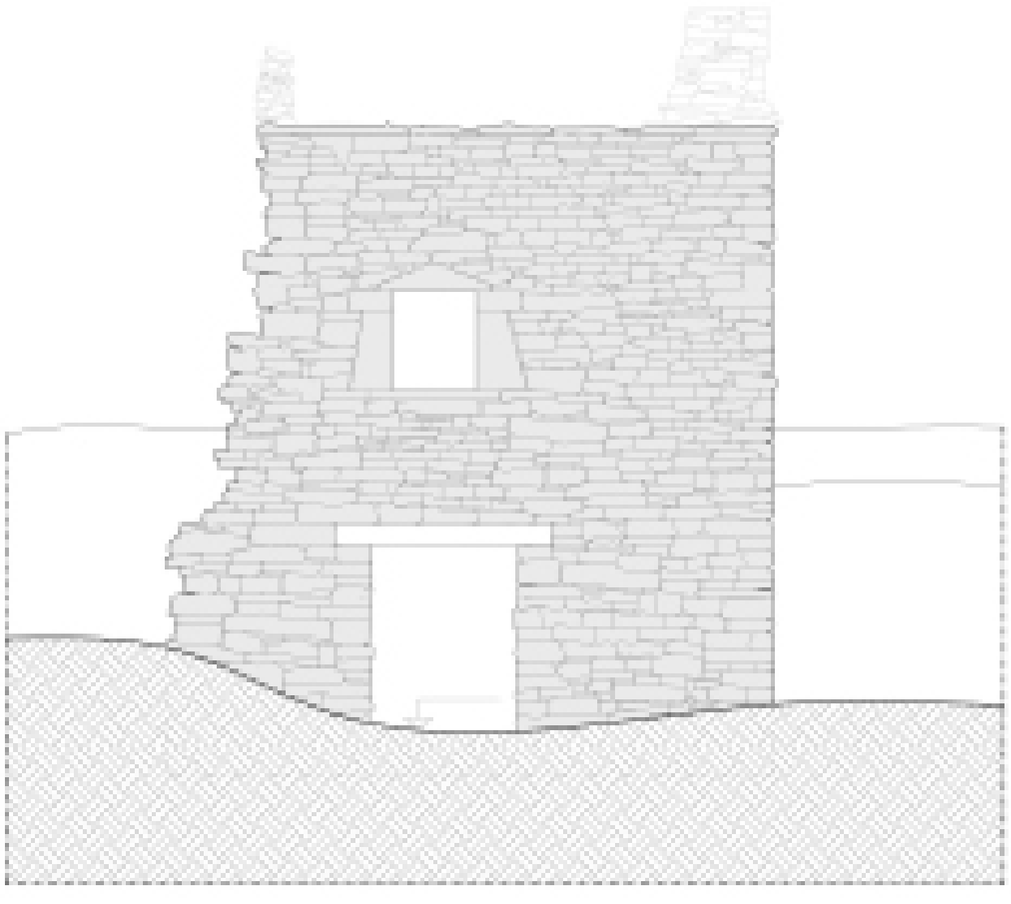
Pianta piano terra



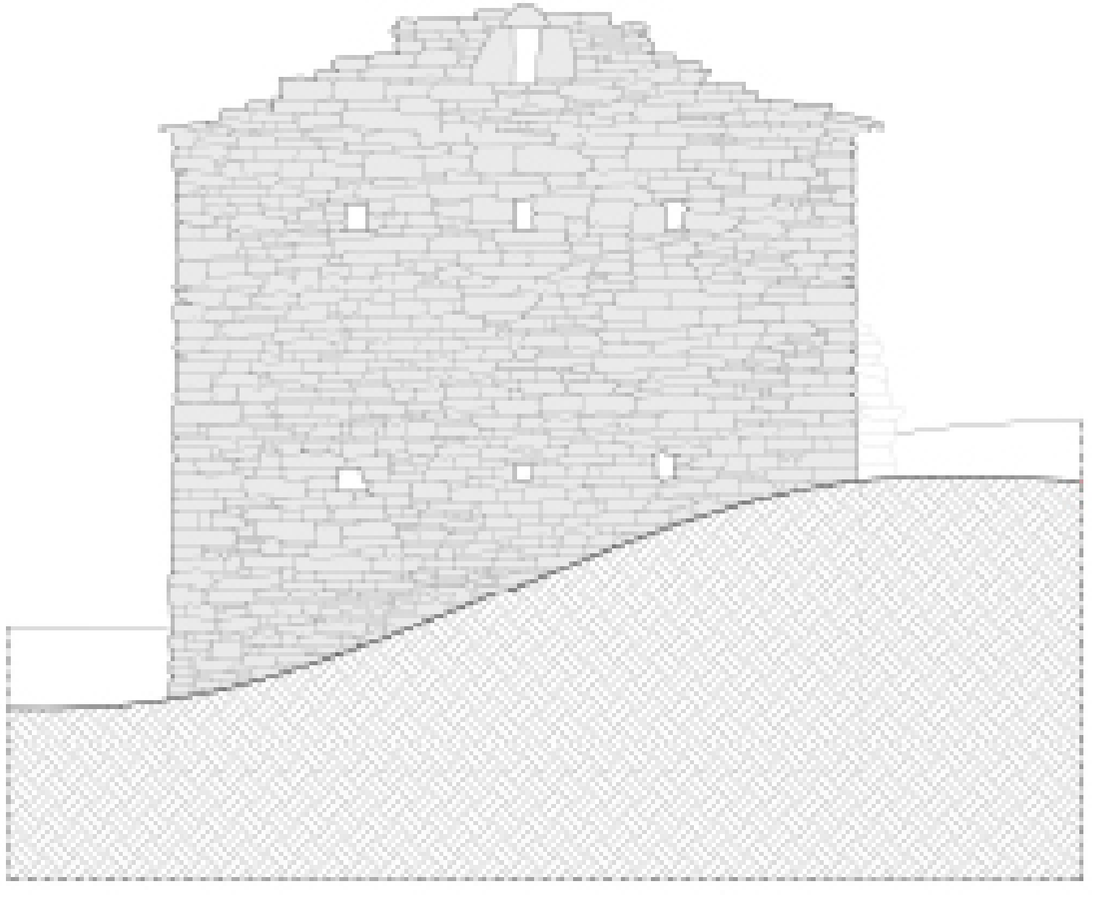
Pianta primo piano



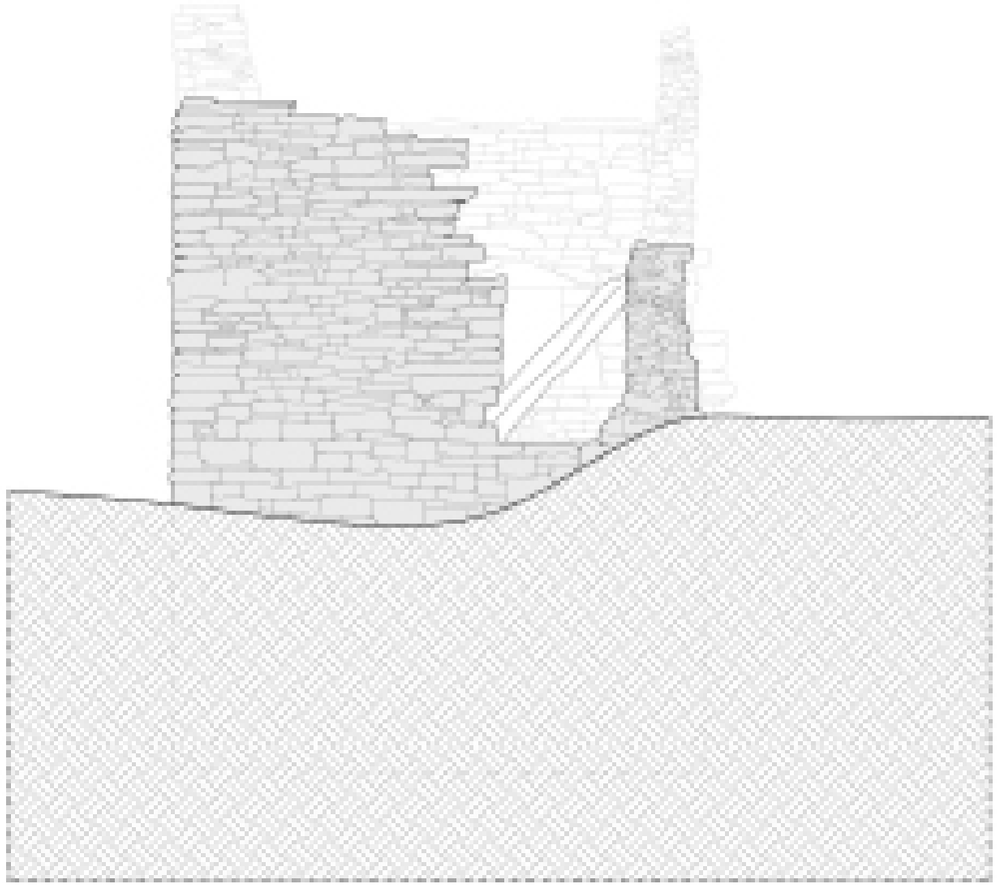
Prospetto nord



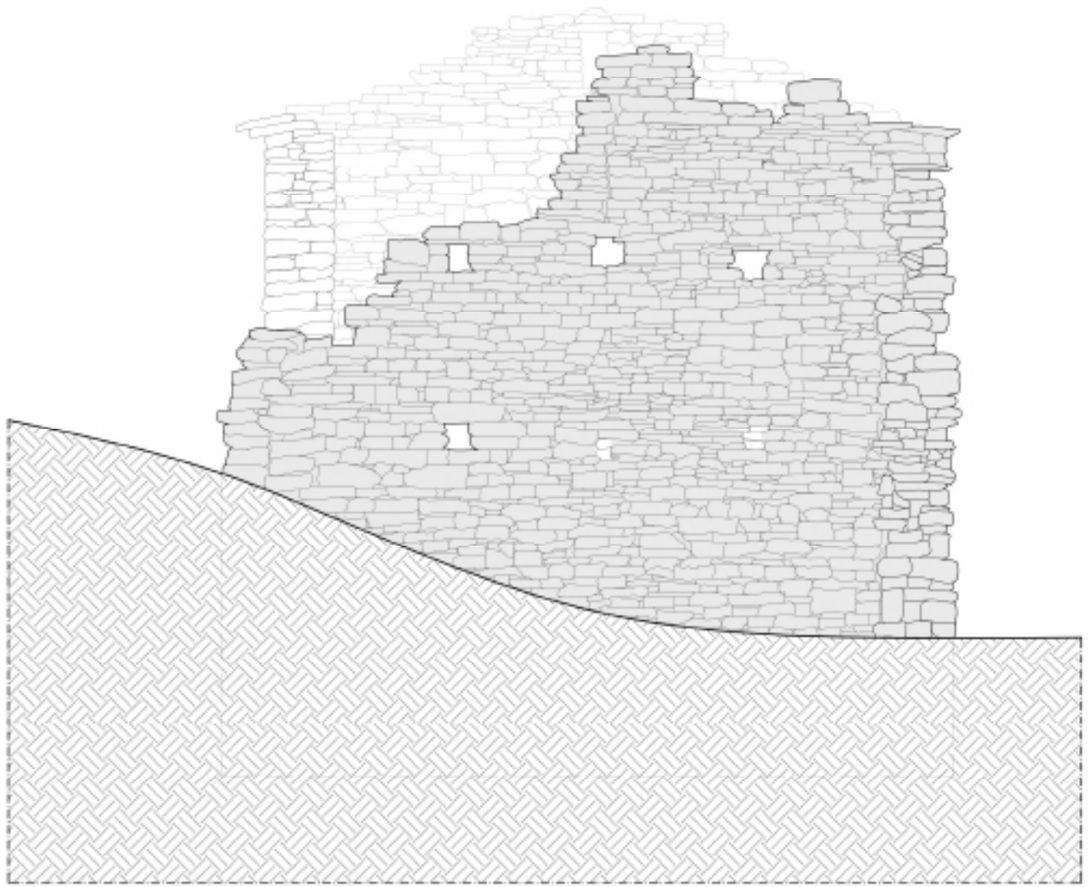
Prospetto est



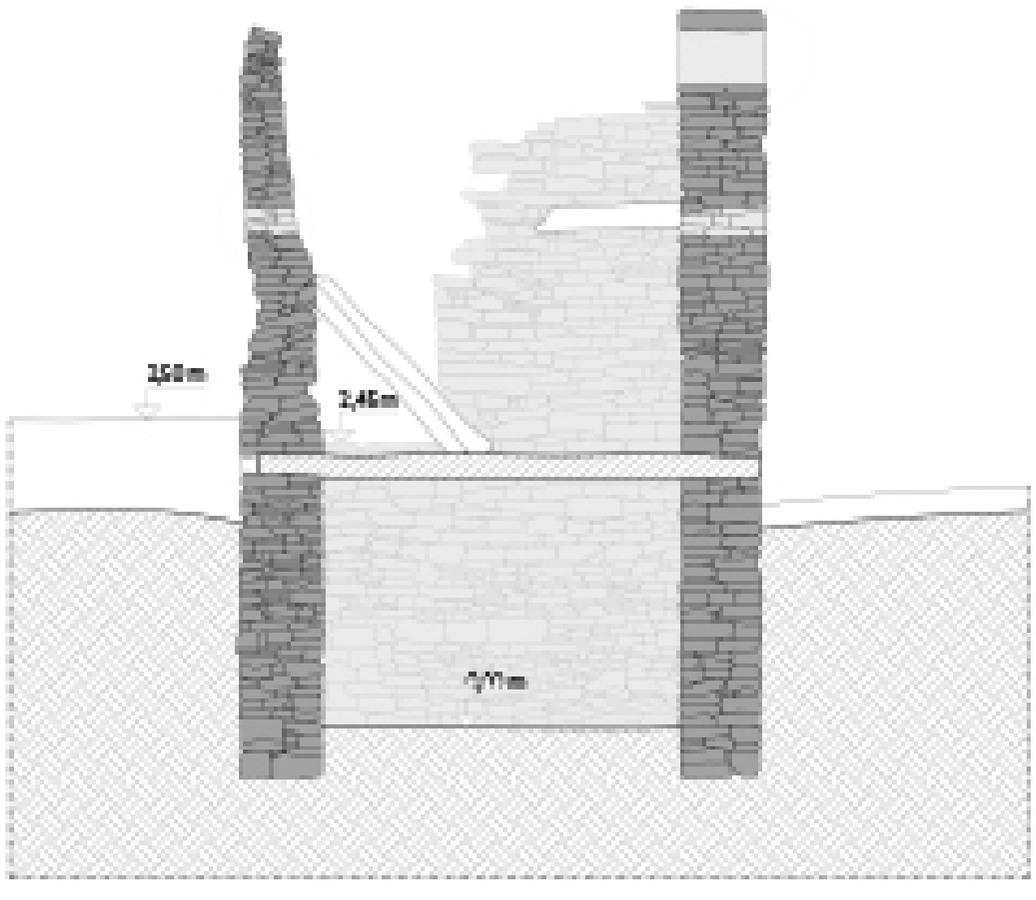
Prospetto sud



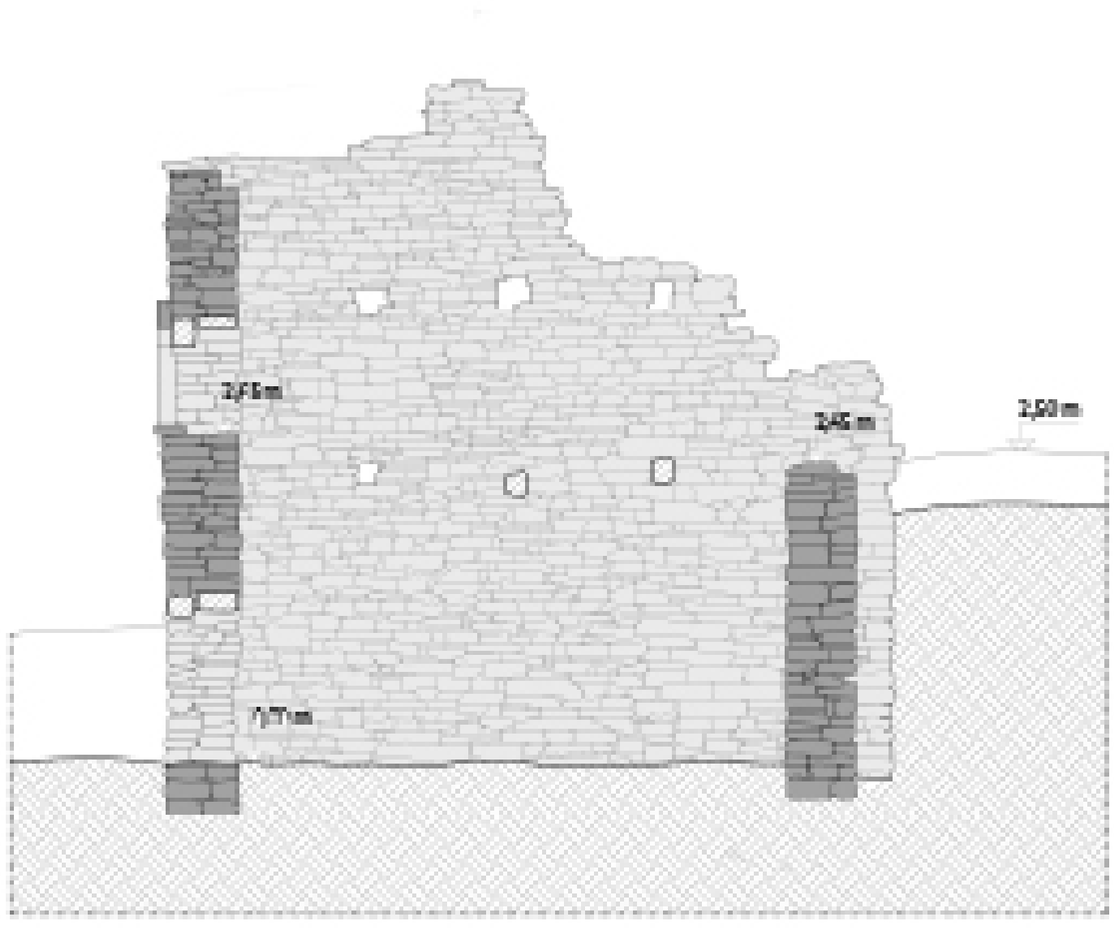
Prospetto ovest



Sezione A-A'



Sezione B-B'



Rilievo fotografico dello stato di conservazione del Lumassìn. Dettaglio del muro nord.

Foto: Alessandra Renzulli

L'analisi dello stato di conservazione

Insieme al rilievo metrico è stata effettuata e restituita graficamente un'analisi dello stato di conservazione del Lumassìn, seguendo le indicazioni della norma UNI11182:2006, intitolata "Beni culturali. Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione: termini e definizioni", che fornisce la descrizione dei termini utili a indicare le forme di alterazione e degrado visibili macroscopicamente, permettendo il rilevamento dello stato di conservazione delle superfici lapidei. La presente norma sostituisce le Raccomandazioni NorMal 1/88 "Alterazioni macroscopiche di materiali lapidei".
La normativa distingue l'alterazione, come modificazione del materiale che non indica necessariamente un peggioramento delle sue caratteristiche sotto il profilo conservativo, dalla degradazione, una modificazione che implica indica un peggioramento.
Di seguito vengono riportati le definizioni e la rappresentazione grafica (facendo riferimento alla normativa) delle alterazioni maggiormente riscontarti nel Lumassìn. Lo stato di conservazione è stato riportato graficamente sul rilievo metrico e documentato con rimandi fotografici di dettaglio alle pagine successive.

Definizioni e rappresentazione grafica

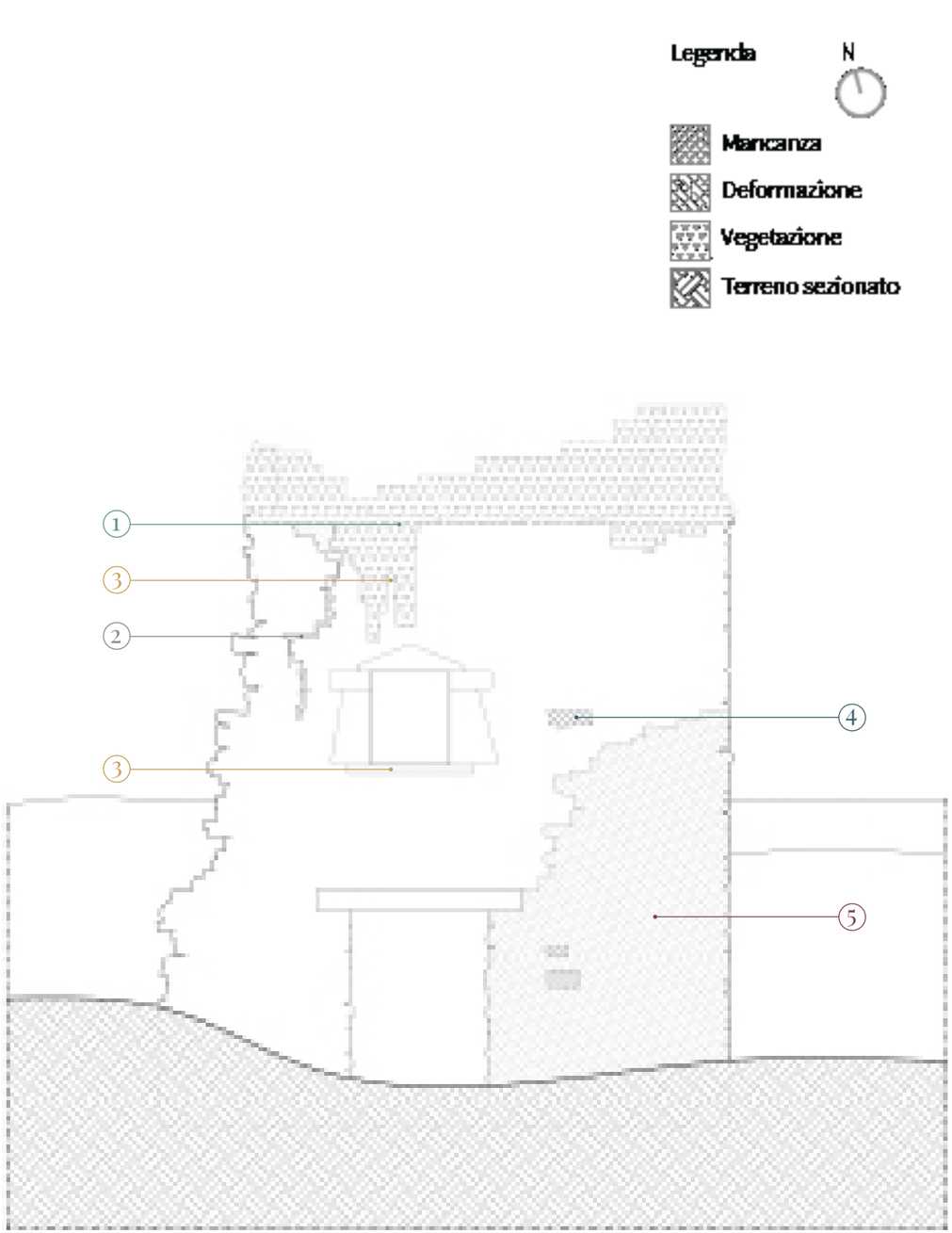
deformazione
variazione della sagoma o della forma che interessa l'intero spessore del materiale

fratturazione o fessurazione
soluzione di continuità nel materiale che implica lo spostamento reciproco delle parti

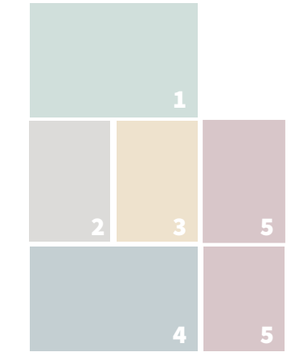
mancanza
perdita di elementi tridimensionali

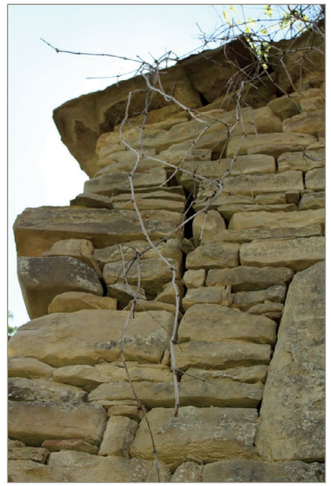
presenza di vegetazione
presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei

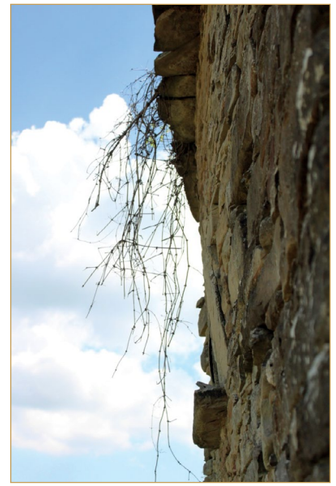
Prospetto nord
Scala 1:50

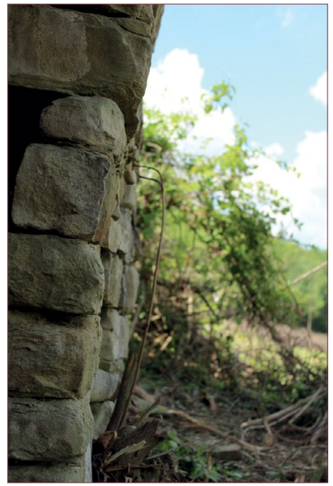


Rimandi fotografici di dettaglio

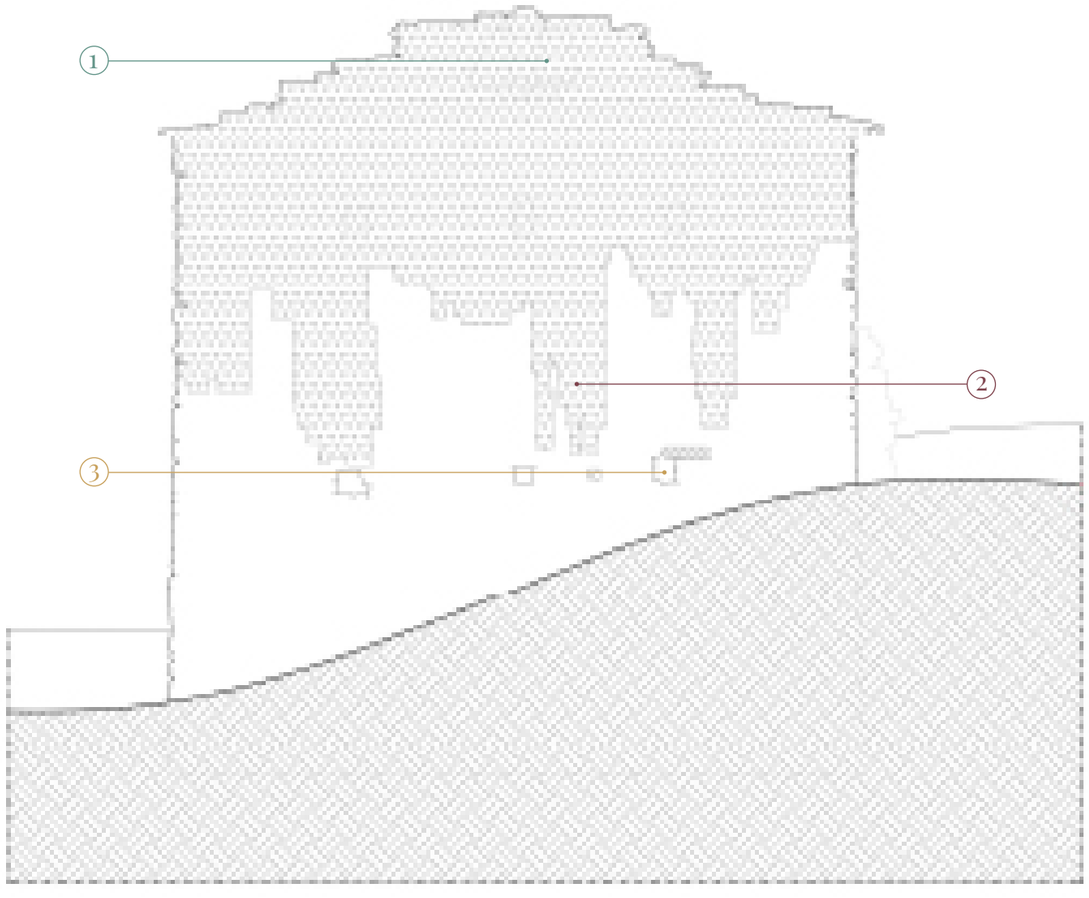




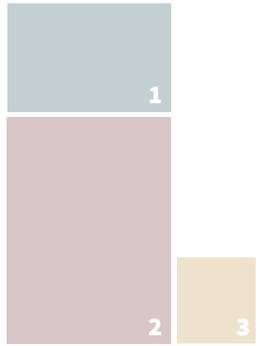




Prospetto est
Scala 1:50

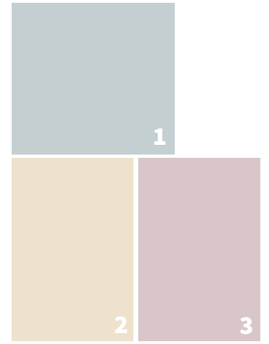


Rimandi fotografici di dettaglio

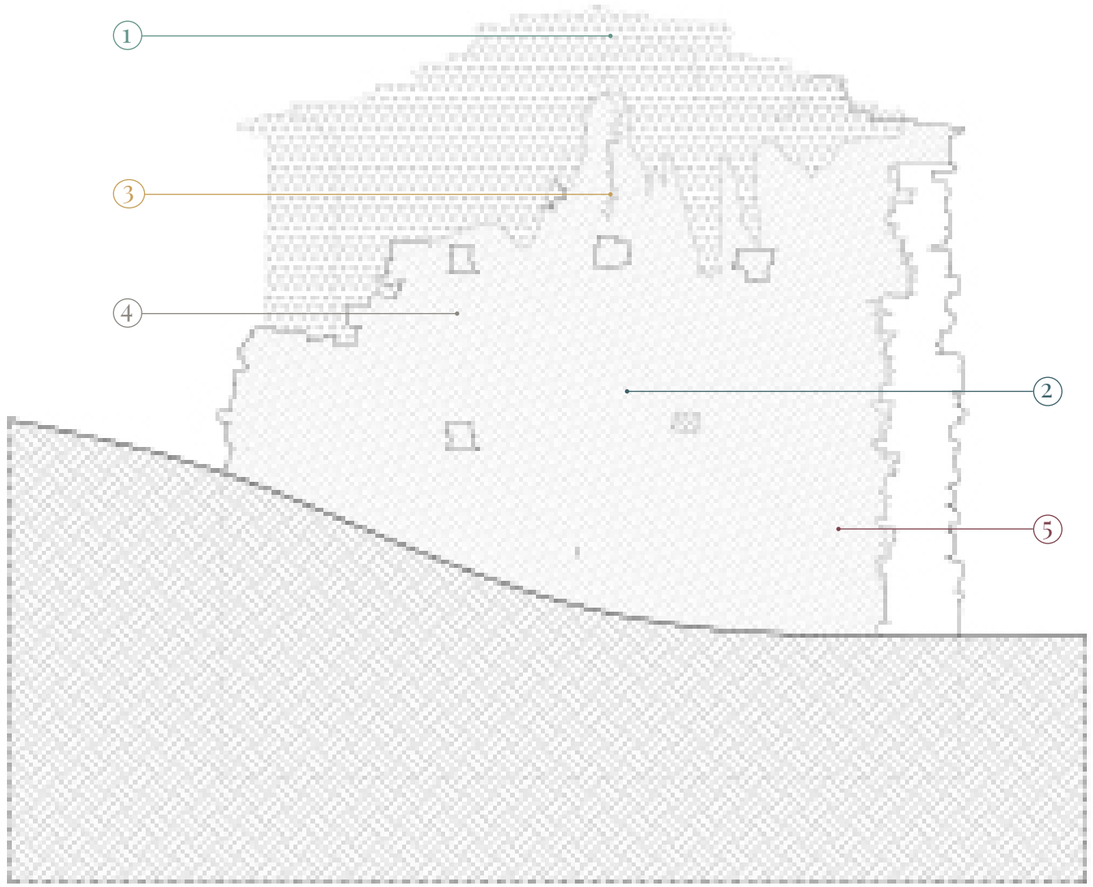


Prospetto sud
Scala 1:50

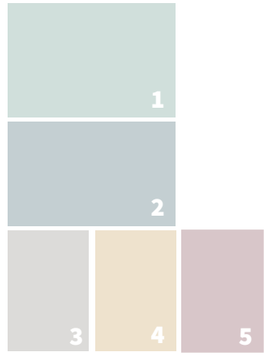
Rimandi fotografici di dettaglio



Prospetto ovest
Scala 1:50



Rimandi fotografici di dettaglio



Il nucleo originario

Pietre sporgenti in corrispondenza alla cantonale nord-ovest, probabilmente appartenenti alla parete nord del nucleo originario.

Foto: Redina Mazelli

Il muro nord del *ciabòt* presentava pietre sporgenti verso ovest mentre nel terreno sono stati trovati accumuli di pietre. Inoltre, il muro ovest presentava un cattivo ammorsamento nei cantonali, uno stato di degrado più avanzato e un aspetto diverso rispetto agli altri muri, suggerendo la costruzione da mani diverse. Queste osservazioni ci hanno fatto formulare l'ipotesi che originariamente si trattasse di un altro edificio del quale rimaneva il muro ovest, e che questo edificio fosse stato ampliato successivamente. Il Lumassìn è proprio questo ampliamento, mentre il nucleo originario è crollato oppure è stato demolito.

La funzione

Per formulare un'ipotesi sulla funzione del *ciabòt* abbiamo osservato diverse caratteristiche dell'edificio.
Il Lumassìn si sviluppa su due piani (del solaio intermedio rimaneva una trave ammalorata mentre si osservano sui muri le bucature per la posa delle altre) con un'altezza complessiva di 6,30 m al colmo, e ha una superficie di circa 13,5 m^2 netti. Presenta due accessi: uno a livello del pian terreno dal lato nord, largo e basso (circa 120 cm) e uno al secondo livello dal lato sud, più stretto e probabilmente più alto, anche se è stato difficile ricavarne le dimensioni originali a causa di un crollo parziale della sommità del muro.
La superficie relativamente grande, il doppio accesso e le caratteristiche delle aperture fanno pensare a una stalla/abitazione temporanea: il piano terra con l'accesso largo e basso era probabilmente destinato al bestiame mentre il primo piano ospitava i contadini durante le soste più lunghe.
Dal lato sud il terreno arrivava quasi alla soglia dell'accesso secondario, il che farebbe pensare a uno sfruttamento del dislivello per l'accesso al piano abitativo. Gli scavi effettuati prima dell'intervento hanno svelato la porzione rinterrata del muro sud, fatta di pietre pressoché regolari, dimostrando che non si trattasse di un muro originariamente costruito contro terra. Inoltre questa porzione presentava uno spanciamento di entità elevata, causato probabilmente dalle spinte orizzontali del terreno accumulato a monte dell'edificio dopo la costruzione. Il piano abitativo veniva probabilmente accesso da una scala a pioli.
Sul lato nord sono presenti una finestra di dimensioni 40 x 70 cm e una nicchia di dimensioni 80 x 170 cm del quale rimangono in parte le mensole lignee, suggerendo la funzione di un piccolo angolo cottura.
A un'altezza di 2 m dalle travi del solaio del interpiano si trovavano tracce del sottotetto (parti delle travi lignee e buccature sui muri), probabilmente utilizzato per contenere il foraggio e accessibile tramite una scala a pioli.

Lo stato di degrado

I muri del Lumassìn presentavano dissesti strutturali importanti (lesioni, fratture, fuoripiombo, spanciamenti, crolli parziali) e fenomeni di dissesto superficiale legati al deterioramento dei materiali impiegati (erosione, esfoliazione, fratture superficiali, mancanze, scagliature) e la presenza di patine biologiche e di vegetazione infestante. Il tetto e i solai erano crollati: ne rimanevano alcune travi ammalorati e alcune *ciape* del manto di copertura sui muri.

Le ipotesi sono state confermate dai ricordi degli abitanti del luogo che hanno visto il *ciabòt* quando ancora si utilizzava per scopi agricoli. Lo chiamavano «*lumassìn*» (dal piemontese lumachina) per la presenza delle lumache nel campo di fronte.

In basso: Approcciandosi al Lumassìn.

Pagina seguente: Giovanni Bertola, artigiano, osserva il crollo parziale del cantonale sud-ovest.

Foto: Alessandra Renzulli

4.3. Il Sopralluogo con i tecnici

Data: 29 maggio 2018

Presenti:
Nadia Battaglio (architetto, tutor didattico Banca del Fare)
Lorenzo Serra (architetto, tutor didattico Banca del Fare)
Giovanni Bertola (artigiano e impresario edile)
Dario Cavallotto (architetto strutturista)
Tecnico del Comune di Castelletto Uzzone
Giovanni Carlo Ghione (geologo)
Alessandra Renzulli (tesista)

Il sopralluogo è stato effettuato per capire in che modo si sarebbe dovuto intervenire sul Lumassìn. Argomento centrale è stato la messa in sicurezza dell'edificio e del contesto circostante. Per questo motivo sono state coinvolte diverse figure professionali: si è richiesta la presenza del geologo per le problematiche dell'edificio legate ai vincoli idrogeologici (approfondite attraverso una successiva indagine geotecnica e geologica del terreno), dello strutturista per quelle legate al consolidamento delle murature e per il dimensionamento delle travi atte a reggere il solaio intermedio e quello di copertura, del tecnico del comune di Castelletto Uzzone per quelle legate al cambio di destinazione d'uso (da agrario a residenziale) e la seguente stesura del permesso di costruire e, infine, dell'impresa edile per il montaggio dei ponteggi.

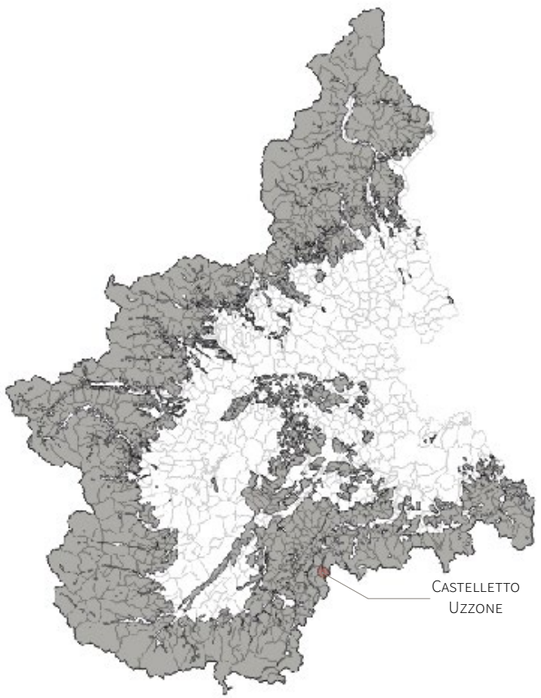
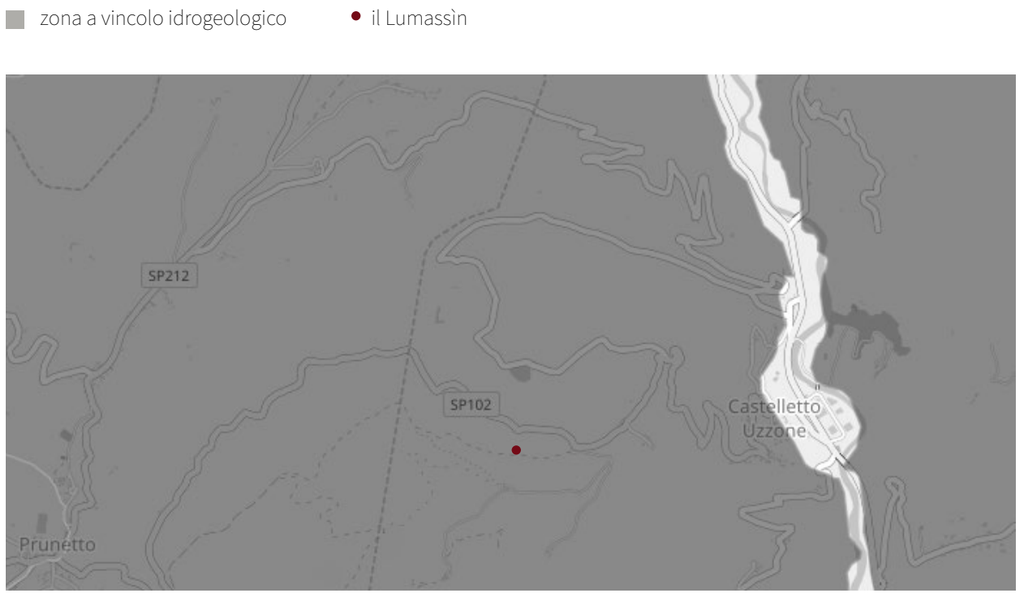


Fig. 19. Zone a vincolo idrogeologico in Piemonte (2016).

Fonte: Geoportale Piemonte (rielaborazione di dati vettoriali).



4.4. L'INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Premessa

L'area in cui si trova l'edificio è sottoposta a vincolo idrogeologico. Tale vincolo sottopone a tutela le aree che per effetto di interventi, quali disboscamenti o movimenti di terreno, possono subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque, subordinando l'intervento all'ottenimento di specifiche autorizzazioni rilasciate dalla Regione o dal Comune a cui appartengono (R.D.L. n. 3267 del 30 dicembre 1923, Art. 1).
A tal proposito, prima di iniziare la progettazione del risanamento del Lumassìn, l'associazione Parco Culturale Alta Langa ha incaricato il geologo Giovanni Carlo Ghione di eseguire la caratterizzazione geologica e geotecnica del terreno su cui si trova l'edificio e del contesto circostante.
In Piemonte le attività che comportano modificazione e/o trasformazione del suolo nelle zone soggette a detti vincoli è la Legge Regionale n. 45 del 9 agosto 1989, intitolata "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici".
Il risanamento conservativo del Lumassìn ricade nella categoria a), art. 2, comma 1: "interventi ed attività che comportino modificazione del suolo su aree non superiori a cinquemila metri quadrati o per volumi di scavo non superiori a duemilacinquecento metri cubi". Non è necessario l'emissione del provvedimento autorizzativo da parte del Sindaco del Comune (Art. 3, comma 1), in quanto l'intervento rientra nelle eccezioni descritte dal comma 3 dello stesso articolo: "Nel caso di interventi di modesta rilevanza, comportanti trasformazioni o modificazioni di uso del suolo di superfici non superiori a duecentocinquanta metri quadrati e richiedenti un volume complessivo di scavi non superiore a cento metri cubi[1] il richiedente può allegare alla domanda una perizia asseverata rilasciata da un professionista esperto nei problemi di assesto idrogeologico e stabilità dei versanti. Essa può essere sostitutiva, secondo una valutazione discrezionale dell'Ente autorizzante, della relazione di cui al comma 1."

[1] Per il calcolo del volume di scavo nei lavori di risanamento del Lumassìn vedi pagine 110 - 121.

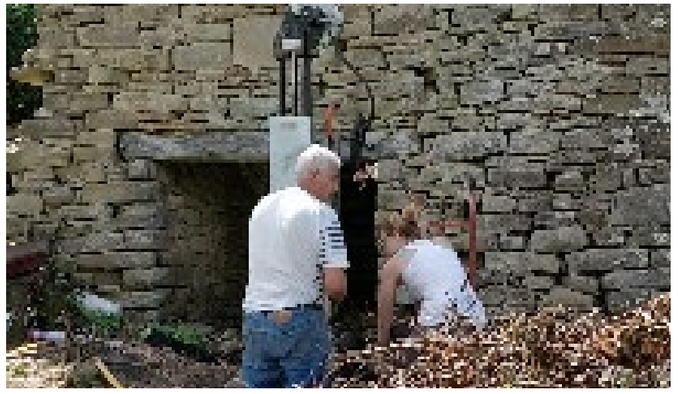
In basso: Prove penetrometriche standard nel Lumassìn. Indagini geologiche e geotecniche delle caratteristiche del terreno.

Foto: Redina Mazelli

Prove in *situ*

Data: 9 giugno 2018

Presenti:
Giovanni Carlo Ghione (geologo)
Federica Ghione (studentessa della Laurea Magistrale in Scienze Geologiche Applicate)
Redina Mazelli (tesista)
Francesco Cora (volontario dell'associazione Parco Culturale Alta Langa)



L'indagine in *situ* ha consistito in un sopralluogo conoscitivo con rilievo geologico e geomorfologico di campagna e tre prove penetrometriche dinamiche di tipo superpesante (DPSH), effettuando misure per accertare la profondità residua dei fori di penetrazione.
In base ai risultati delle prove e prendendo visione degli elaborati geologici allegati al PRG Comunale di Castelletto Uzzone il geologo ha compilato una relazione geologica e geotecnica, la cui sintesi viene riportata di seguito.

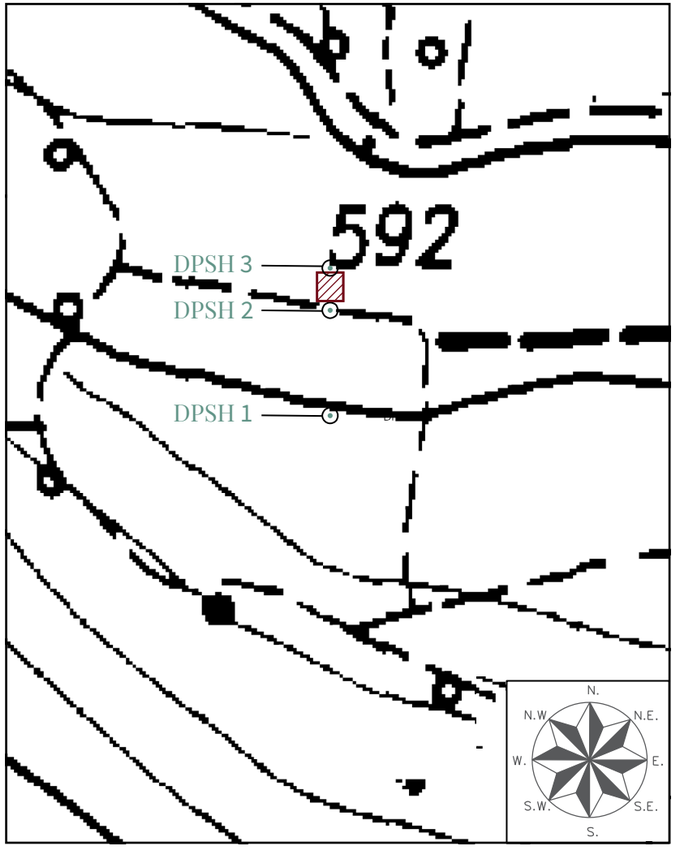
A sinistra: Momenti durante lo svolgimento della prova n. 3 a valle del fabbricato, a una distanza di 1,45 m dalla mezzeria del muro nord.

Foto: Redina Mazelli

Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'infiggere nel terreno una punta conica di area nota collegata, tramite una batteria di aste fra loro avvitabili, a un incudine di battuta su cui viene lasciato scendere, in caduta libera e da un'altezza costante, un maglio a massa battente.
Sono state eseguite tre prove di tipo dinamico super pesante:
- prova n. 1, eseguita a monte del fabbricato a una distanza di 37,35 m, in corrispondenza di un apprezzabile cambio di acclività del pendio;
- prova n. 2, eseguita a monte del fabbricato a una distanza di 3 m, poco al di sopra della residua scarpata - vetusto muro di sostegno;
- prova n. 3, eseguita a valle del fabbricato a una distanza di 1,45 m.

In basso: Fig. 20. Planimetria delle indagini geotecniche. Estratto CTR (sezione n. 211110), scala 1:2000.

il Lumassìn prova Dynamic Probing Super Heavy (DPSH)



Viene misurato il numero dei colpi del maglio necessario per far avanzare la punta di 30 cm in 30 cm sino alla profondità dove si riscontra il rifiuto alla penetrazione, e si confronta con diversi orizzonti nei quali il terreno ha evidenziato una resistenza al avanzamento assimilabile, e quindi, in una prima approssimazione, si assume che abbia caratteristiche geotecniche simili. L'elaborazione dei dati mediante apposito software (in questo caso Dynamic Probing - GeoStru srl - Bianco, RC) consente di ricavare la caratterizzazione stratigrafica del terreno. Si possono ricavare con alta precisione i valori di pressione ammissibile, la consistenza del terreno, lo spessore delle coltri di substrato, e, inoltre, la quota delle falde e delle superfici di rottura sui pendii.
Nelle tre prove effettuate al Lumassìn è stato riscontrato un rifiuto alla penetrazione a 50-60 colpi.

Foto pagina precedente: Sequenza di colpi della massa battente per far avanzare la punta di 30 cm in 30 cm.

In questa pagina:
1. Penetrometro di tipo Deep Drill 73 - 75 Super Heavy, a massa battente di 73 kg.
2. Rimozione delle aste.
3. Svitamento dell'asta dall'incudine di battuta.
4. Aste di lunghezza 90 cm, avitabili tra loro.

1	2
	3
	4

Foto: Redina Mazelli

Conclusioni

Per quanto riguarda i lavori di risanamento conservativo previsti, vengono date dal geologo le seguenti prescrizioni a livello esecutivo:

- evitare la profilatura di fronti di scavo da lasciare privi di contrasto laterale sul medio-lungo periodo. È raccomandato che nel corso dei lavori tali fronti siano protetti con apposito film impermeabile in grado di impedirne il dilavamento;

- realizzare un'accurata rete d'intercettazione e smaltimento delle acque di corrivazione superficiali e dei futuri pluviali e di eventuali altre acque. Tali acque saranno da smaltire, mediante condotte a sezione cieca o mediante cunette e fossi con fondo impermeabilizzato, nel colatore naturale inciso poco a est dell'edificio;

- per gli interventi e le sistemazioni accessorie al risanamento dell'edificio dovranno essere privilegiate le tipologie in grado di limitare il più possibile l'infiltrazione idrica nel sottosuolo.

Vista dall'imbocco della pista di accesso al *ciabòt* sulla strada provinciale Prunetto - Castelletto Uzzone.

Foto: Redina Mazelli

4.5. GLI SCAVI

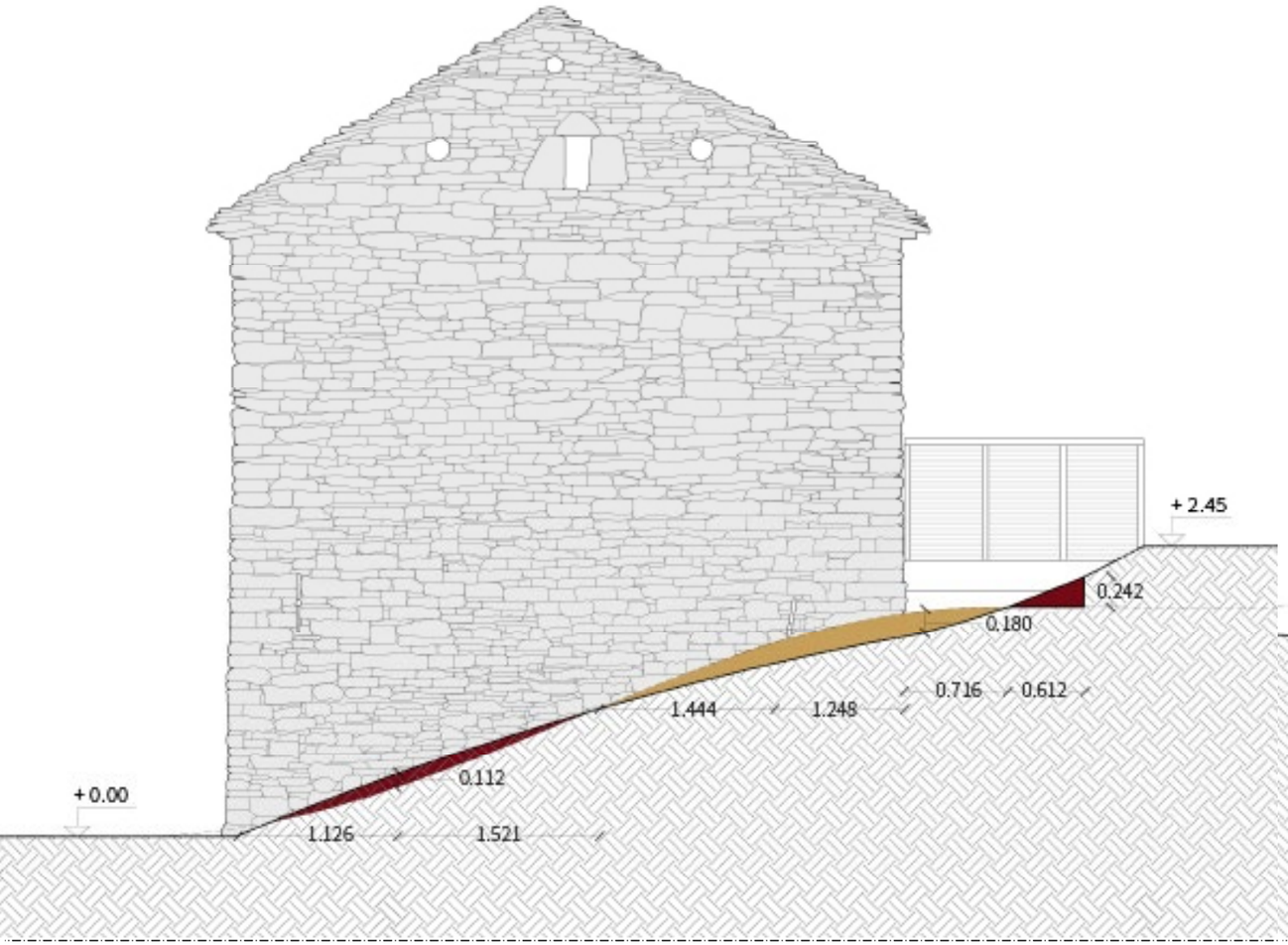
Premessa

Come illustrato nella restituzione del rilievo metrico, il terreno attorno al Lumassìn presentava un dislivello notevole (particolarmente a sud e a ovest) rispetto al piano di campagna, rendendo necessario lo scavo per permettere di posizionare i ponteggi esterni del cantiere e di svolgere i successivi lavori di risanamento previsti. Il progetto prevede il successivo il rinterro a fine lavori, in modo da realizzare una profilatura dei fronti di scavo priva di contrasto laterale.
Trattandosi di un'area a vincolo idrogeologico, come menzionato in precedenza, è stato necessario dimostrare il volume degli scavi e dei rinterri previsti. I disegni e il relativo calcolo sono stati inseriti nella documentazione di richiesta del permesso di costruire, in quanto l'articolo 11 della Legge Regionale n. 45 del 9 agosto 1989 (Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici), prevede l'esclusione dall'autorizzazione di cui all'articolo 1 della stessa legge di "opere di cui all'articolo 56, lettera g) della legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56 e successive modificazioni ed integrazioni, quali le recinzioni e le aree di pertinenza degli edifici esistenti, e gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia di edifici esistenti, purché tutti i predetti interventi comportino un volume di scavo inferiore a cinquanta metri cubi" (comma 1, lettera d)). Gli interventi previsti nel Lumassìn ricadono nella categoria di risanamento conservativo di edifici esistenti e il volume di movimentazione del terreno previsto (calcolato come somma di scavi e rinterri) è inferiore ai 50 m^3.
Successivamente si è deciso di effettuare un ulteriore scavo sul lato ovest, portando l'area di scavo evidenziata al livello del piano di campagna, poiché i due muretti rappresentati nei disegni originari sono stati sostituiti da un unico muro di sostegno a L, che limita l'area di scavo sul lato ovest e arriva a filo con in muro sud. Non è stato riportato qua il calcolo del volume di quest'ultimo scavo, in quanto di entità piccola. Considerando che il volume di scavo calcolato è di circa 12 m^3, questa porzione non avrebbe influenzato il totale in modo da superare i 50 m^3 di limite normativo.

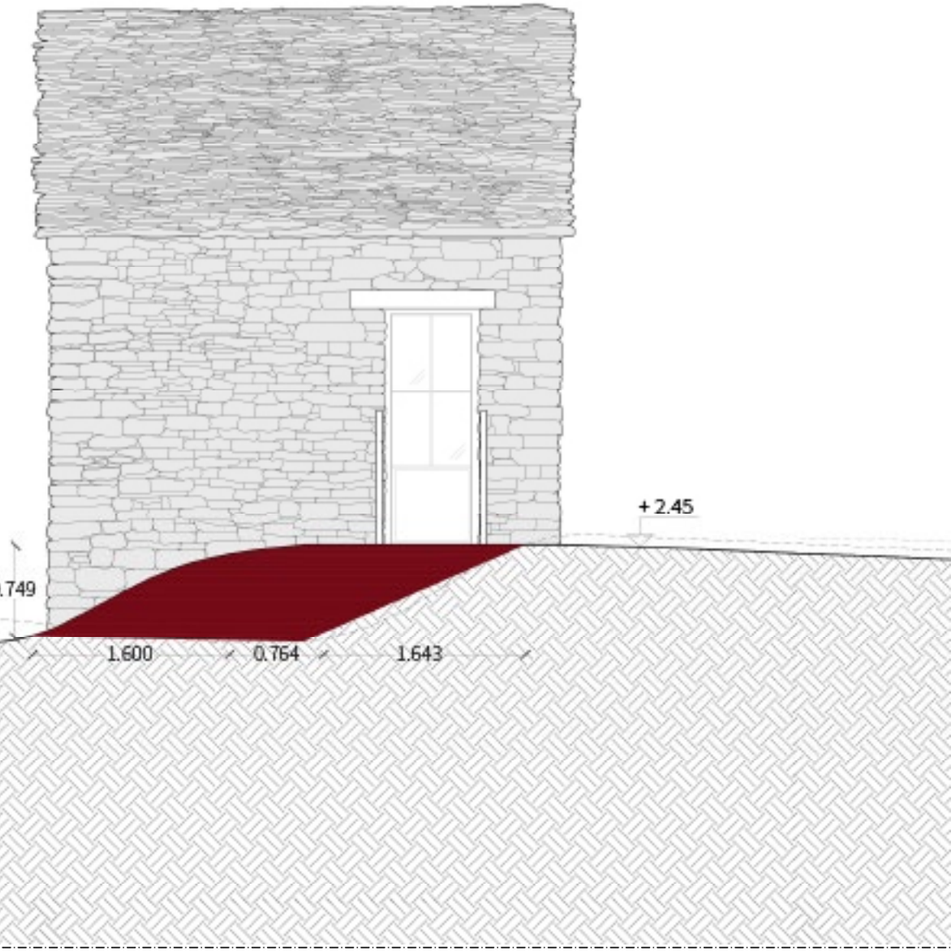
Ai fini dell'eventuale verifica da parte dei tecnici del Comune di Castelletto Uzzone i calcoli sono stati effettuati dividendo le aree in figure geometriche semplici, delle quali vengono riportate le dimensioni. Un calcolo automatizzato tramite software sarebbe risultato più preciso, ma non verificabile, in quanto è stata consegnata la versione cartacea delle tavole.
Di seguito vengono riportati i disegni delle previsioni di scavo in pianta e nei prospetti est, sud e ovest (il prospetto nord non è rappresentato poiché non sono stati effettuati scavi su questo lato) e i relativi calcoli dei volumi di terreno scavato e rinterrato. In effetti, il valore della normativa è riferito alla somma di questi due valori. Per rientrare nei limiti ogni valore (rispettivamente volume di scavo e volume di rinterro) non deve superare i 25 m^3.

Pagina seguente:
Pianta dello scavo e del rinterro previsto.
Scala 1:50.

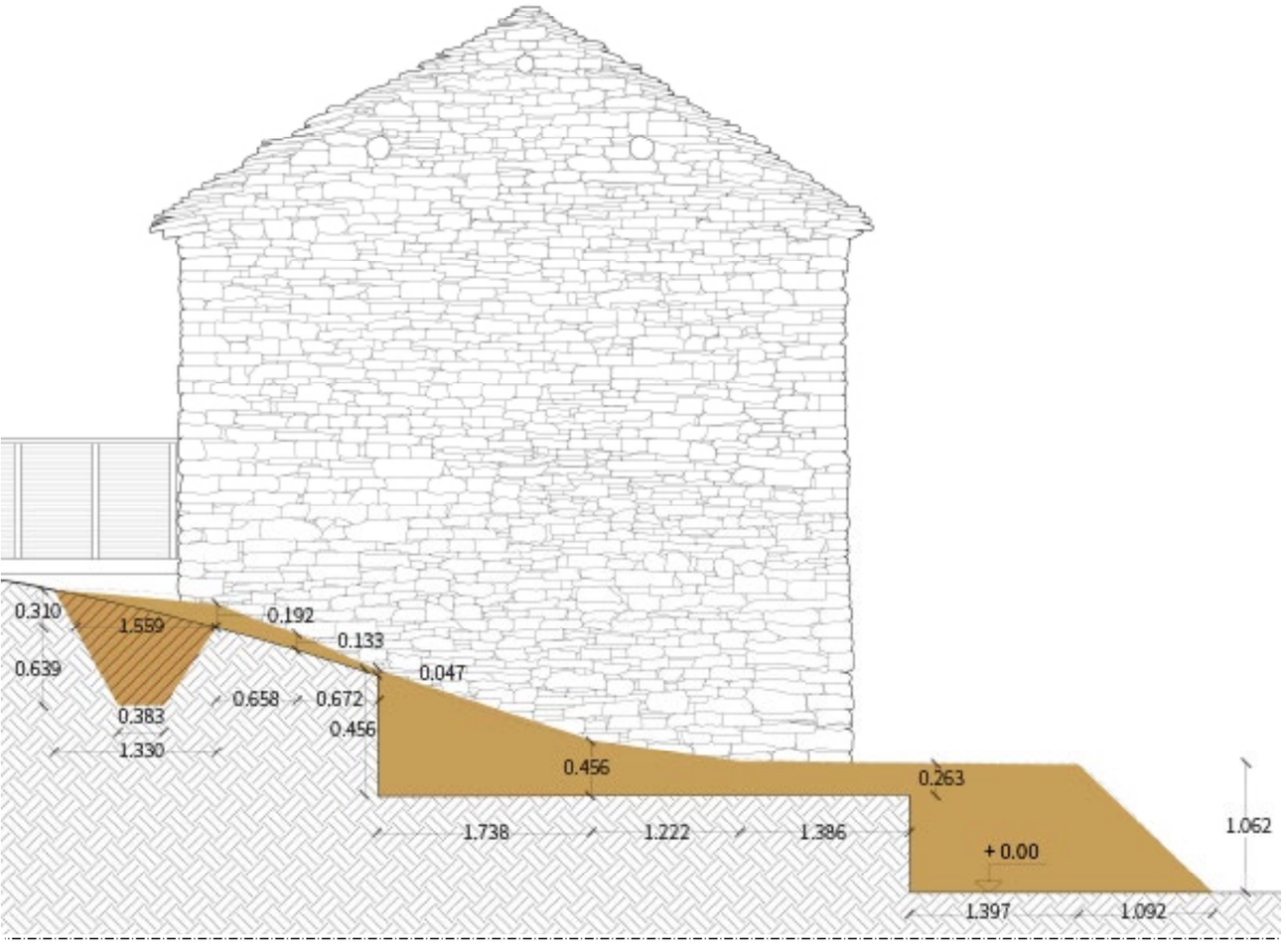
Prospetto est.
Scala 1:50.



Prospetto sud.
Scala 1:50.



Prospetto ovest.
Scala 1:50.



Calcolo dei volumi dei scavi e dei rinterri previsti

Lato est

Volume scavo = (124,8 x 18 + 144,4 x 18/2) x 110 = 390060 cm^3 = 0,39 m^3
Volume terreno riportato =(11,2 x 112,6/2 + 11,2 x 152,1/2) x 110 =164537 cm^3 = 0,16 m^3

Lato ovest

Volume scavo = [(19,2+13,3) x 65,8/2 + (13,3+4,7) x 67,2/2 + (103,4+45,6) x 173,8/2 + (45,6 + 26,3) x 112,2/2 + 26,3 x 138,6] x 450 + (139,7 x 106,2+109,2 x 106,2/2) x 116,3= 12194642 cm^3 = 12,2 m^3

Lato sud

Volume scavo = 18x71,6/2 x 85,1 + [(38,3+115,8) x 63,9/2 +115,9 x 31/2 + 19,2 x 133/2] x 110 = 884480 cm^3 = 0,88 m^3
Volume terreno riportato = 24,2 x 61,2/2 x 85,1 + [(38,3+115,8) x 63,9/2 +115,8 x 31/2] x 110 + 74,9 x 160/2 x 62,4 + 74,9 x 76,4 x 129,6 + 74,9 x 164,3 x 62,8=2690381 cm^3 = 2,7 m^3

Totale terreno scavato = 13,47 < 25 m^3
Totale terreno riportato = 2,86 < 25 m^3

Il volume totale di terreno scavato e riportato è sotto i limiti normativi (50 m^3) per la necessità della richiesta di autorizzazione dal Comune.

Per il terreno scavato è stato previsto l'utilizzo per il rinerro; per i restanti 10,6 m^3 è stato previsto l'utilizzo in sito per raccordare i livelli del terreno.

In basso: Scavo effettuato. Vista dal lato nord.

Pagina seguente: Scavo sul lato sud.

Foto: Redina Mazelli

Gli scavi effettuati

Data: 18 giugno 2018

Presenti:
Lorenzo Serra (architetto, tutor accademico Banca del Fare)
Luigi Bertola (escavatorista e impresario edile)
Dario Cavallotto (architetto, specialista nel settore dei consolidamenti strutturali)
Redina Mazelli (tesista)

Il sopralluogo è stato effettuato a fine giornata per controllare lo stato dell'edificio dopo gli scavi effettuati intorno al *ciabòt* per permettere il posizionamento dei ponteggi del cantiere. Nello specifico sono stati effettuati scavi sui lati sud, ovest ed est, dove il terreno presentava un dislivello rispetto al lato nord, che ha lo stesso livello del terreno del campo di fronte e del percorso di accesso all'edificio. Durante i lavori è stato rimosso un tronco di albero adiacente al muro nord, dopo aver valutato che operazione non fosse rischiosa in quanto le radici si estendevano verso valle, evitando di toccare le fondazioni. È stata inoltre demolita una parte del muro ovest in corrispondenza al livello superiore, all'incirca dalla mezzeria al cantonale sud-ovest.

Pagina precedente in alto: Rimozione della terra con l'escavatore sul lato sud.
In basso: Scavi effettuati a est e a sud.

In alto: Demolizione parziale del muro ovest.
Di fianco: Scavi effettuati a ovest.

Foto: Redina Mazelli

5. Il progetto preliminare

5.1. Ipotesi di progetto

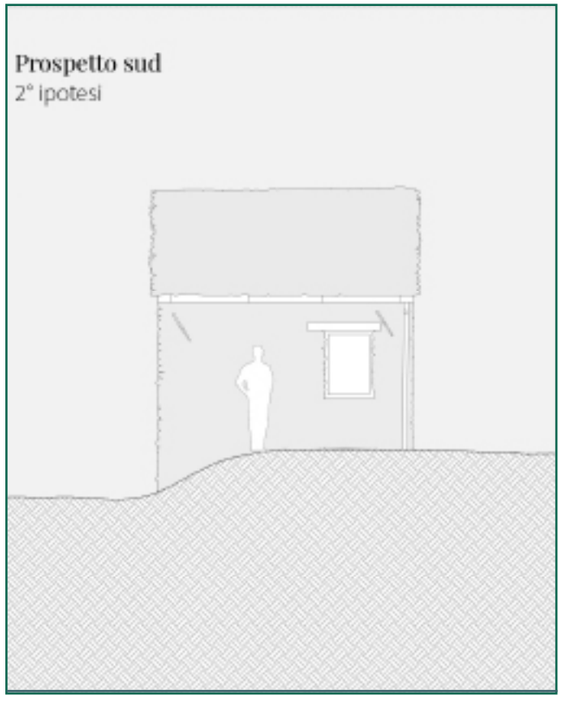
Premessa

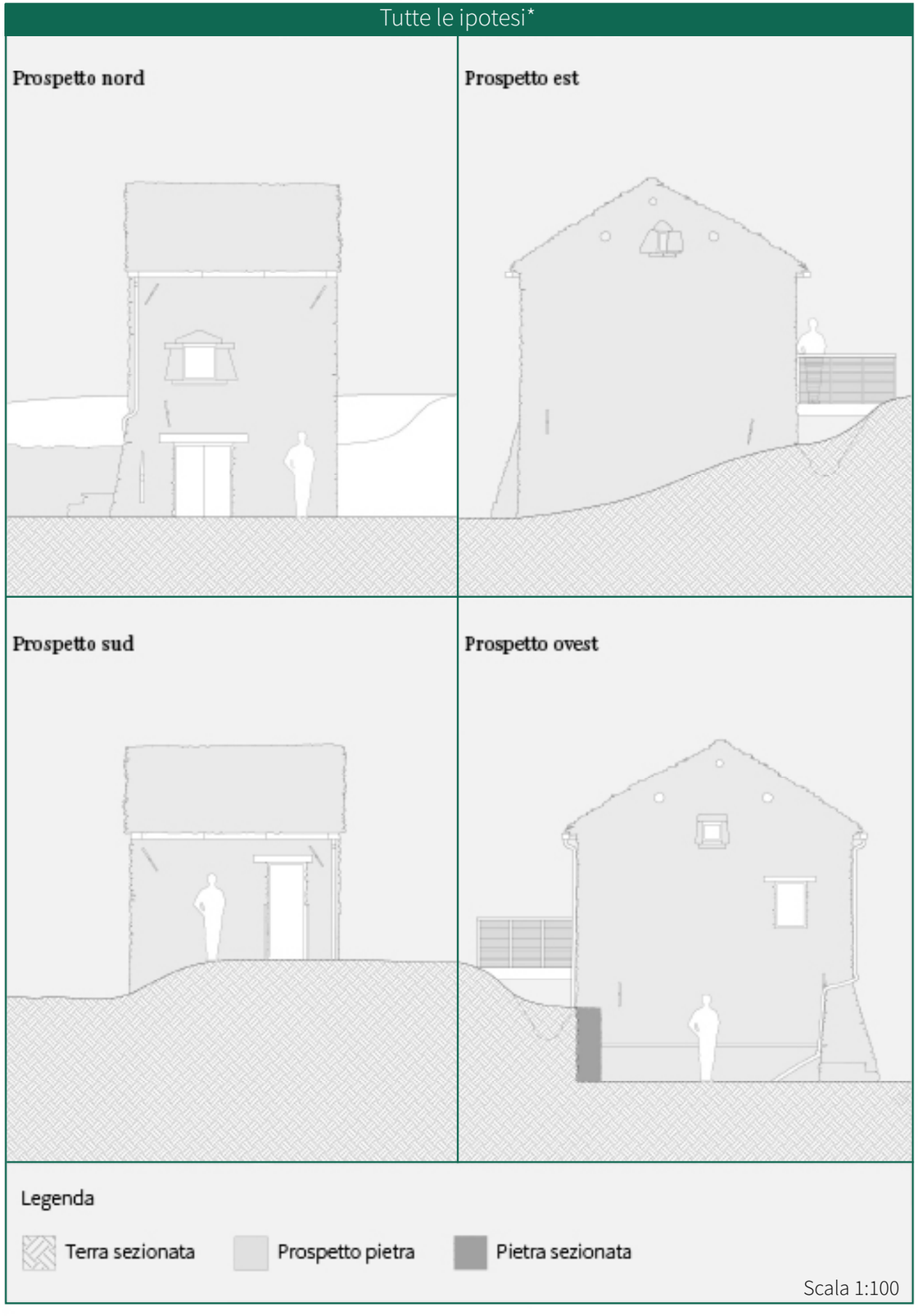
«*L'idea quindi del costruito sul costruito, del costruito nel costruito, di qualcosa cioè di autonomo e identificabile nella sua natura materica e formale rispetto l'esistente, vuole suggerire di non operare rispetto a tessuti e manufatti fortemente degradati attraverso una loro totale trasformazione o addirittura eliminazione, bensì di aggredire il caos con nuove entità indipendenti e autonome, che si innestano sulla realtà in atto, e che restituiscono nuove possibilità d'uso e fruizione, di comprensione e di lettura*»

Paolo Giardiello, *Smallness. Abitare al minimo.*, 2009

Nel caso del Lumassìn abitare al minimo risulta essere una scelta, oltre che una necessità. La sua riprogettazione parte dall'idea di non volerlo considerare più come un semplice tetto sotto cui ripararsi, cosa che valeva per i nostri avi, ma come un rifugio in cui ritrovarsi. Per questo motivo, ci si è proiettati a ridurre il suo valore di contenitore per cercare di capire quali fossero le vere ragioni dei suoi spazi e di come l'individuo potesse interagire con gli stessi, abitando al suo interno seppur per un breve periodo. Tali spazi sono stati pensati e ideati in relazione alla scelta e alla progettazione di oggetti che, con la loro interazione, sarebbero andati ad animare l'ambiente, per renderlo uno spazio legato alle necessità fisiche e psicologiche dell'uomo, ragionato sull'interazione tra l'uomo e le cose.
Considerando la piccola volumetria e alcuni vincoli dettati dal preesistente, si è andati a selezionato e scelto attentamente cosa fosse necessario per costruire uno spazio abitabile. Si è partiti dalla volontà di rispettare l'integrità dell'originale e, per questo motivo, si è prestata molta attenzione che il profilo esterno non venisse radicalmente modificato. Si è proceduto quindi ripristino funzionale delle bucature preesistenti, al riutilizzo, per quanto possibile, dei fori all'interno delle murature salubri e al conseguente rispetto dell'altezza interpiano, dettato sia dal punto di vista normativo che dall'esistente. Quest'ultima pratica è stata considerata soprattutto dopo aver effettuato un sondaggio all'interno dopo aver preso coscienza della posizione effettiva delle fondazioni e della possibilità di poter rimuovere circa 70 cm di terreno oltre il piano di campagna. Un tema molto rilevante poi è stato lo studio dell'accessibilità: essendo presente un accesso sia dal lato nord che dal lato sud, si è ragionato sia sull'idea di mantenere entrambi gli accessi, sia di privilegiarne solo uno (quello più vicino alla strada, sul lato nord). Questo ha consentito di ragionare sul come i diversi livelli potessero essere collegati e della necessità di integrare collegamenti verticali interni per raggiungerli più agevolmente, senza obbligo di uscita. Sono state prese in considerazione a tal fine sia le scale tradizionali, sviluppate in lunghezza, sia quelle a pioli; quest'ultime, sviluppandosi in altezza, avrebbero garantito un maggiore guadagno in termini di spazi. Non di minor importanza sono stati i ragionamenti relativi all'utenza: sebbene lo spazio disponibile non fosse particolarmente predisposto ad accogliere più di due persone, si è tenuto conto di poterne ospitare da due a quattro. Questo ha fatto sì che si potesse progettare un'ulteriore livello (piano terzo) in cui disporre di un'ulteriore zona notte. L'idea è stata quella di progettare un soppalco nel rispetto delle norme e dei vincoli di altezza dettate dalla preesistenza. Per fini normativi inoltre si è prestata particolare attenzione ai bagni: questo perché a seconda della destinazione d'uso del locale e della zona a cui l'ambiente è connesso, vi è la necessità di inserire un antibagno (previsto nel residenziale e se comunicante con la zona giorno; non previsto per il settore alberghiero e se comunicante con la zona notte).

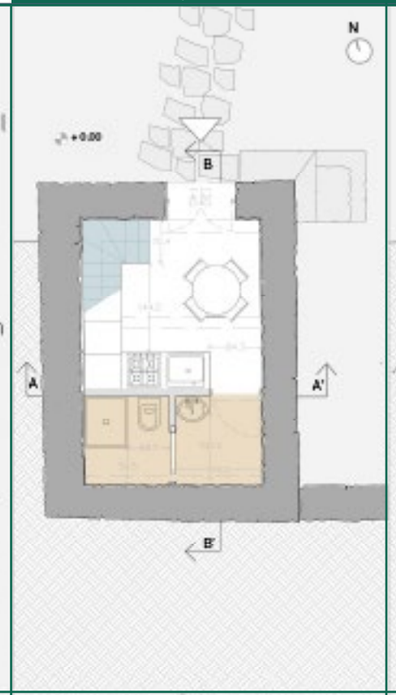
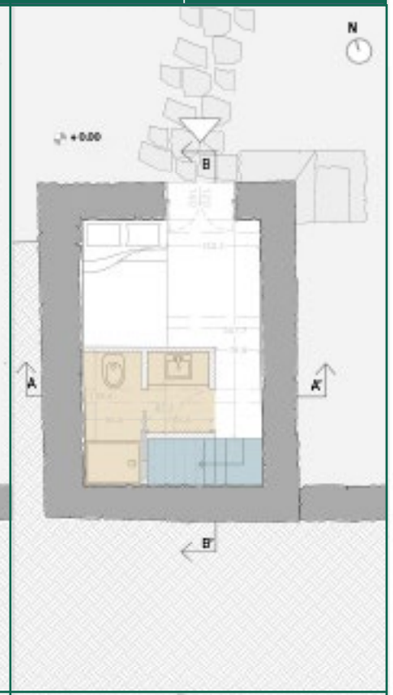
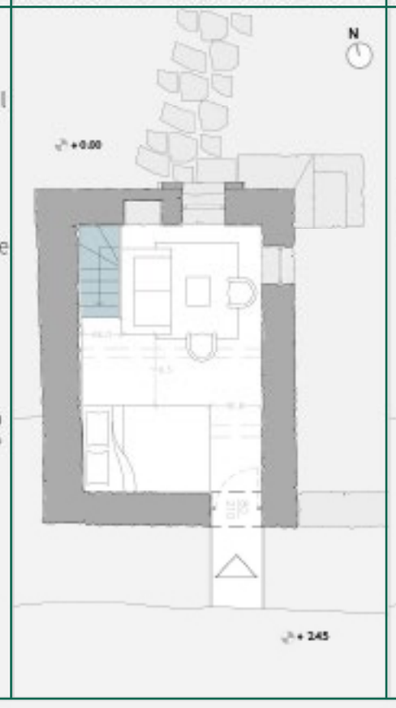
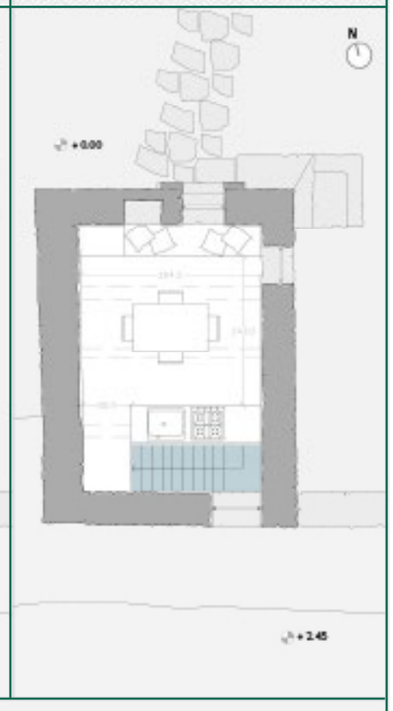
Sulla base di questi ragionamenti comuni le proposte sono state molteplici, ma possiamo sintetizzarle in quattro principali soluzioni. Per una più facile comprensione si è scelto di schematizzarle a seconda del numero di piani da voler inserire. Si sono portate avanti due soluzioni per ciascuna tipologia: la prima ne prevede due distribuite su due piani, la seconda su tre. Le soluzioni previste saranno illustrate di seguito rimarcando le loro similitudini e differenze.



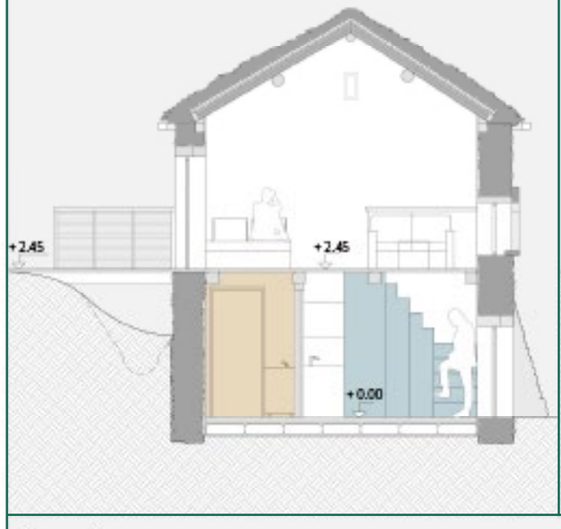
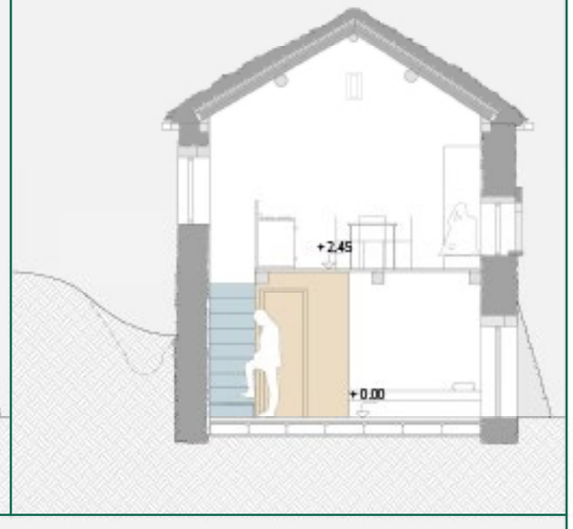


* Fa eccezione il prospetto sud dell'ipotesi 2 (di fianco).

SOLUZIONI SU DUE PIANI

	1° ipotesi	2° ipotesi
Piano terra **Similitudini:** - Presenza di una scala interna per il collegamento con il piano superiore. Nella 1° ipotesi si trova a est, nella 2° a sud - Bagno con antibagno **Differenze :** - Nella 1° ipotesi la zona giorno si sviluppa sia su questo livello che (in parte) in quello livello superiore -Nella 2° ipotesi è presente la zona notte - La prima ipotesi presenta un doppio accesso (stesso livello e livello superiore), nella 2° l'accesso è presente solo in questo piano		
Piano primo **Similitudini:** - Presenza di una scala interna per il collegamento con il piano superiore. Nella 1° ipotesi si trova a est, nella 2° a sud **Differenze :** - Nella 1° ipotesi parte dell'ambiente è dedicato alla zona notte - Nella 2° ipotesi è presente la zona giorno - L'accesso a sud della 1° ipotesi diventa una finestra nella 2° - Le travi a sostegno del solaio sono quattro nella 1° ipotesi e tre nella 2°		

Scala 1:100

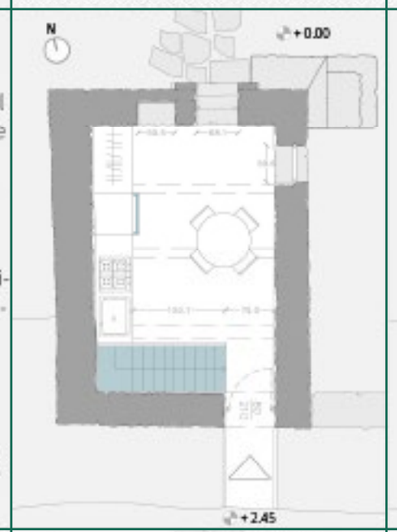
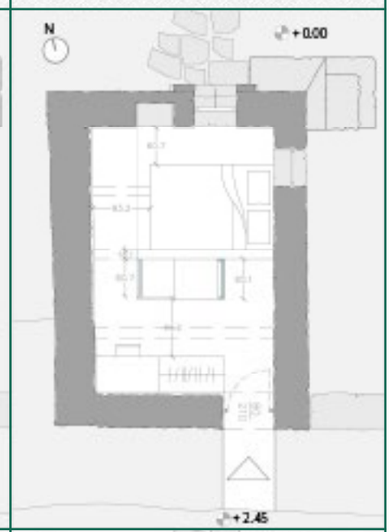
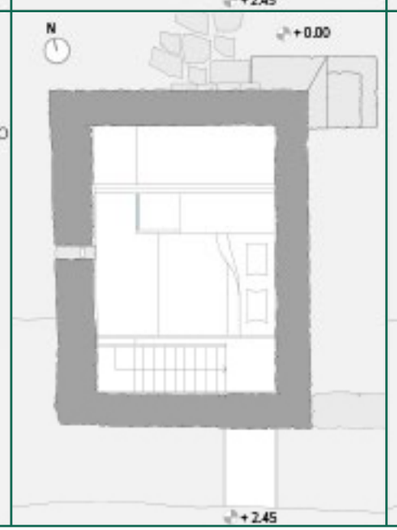
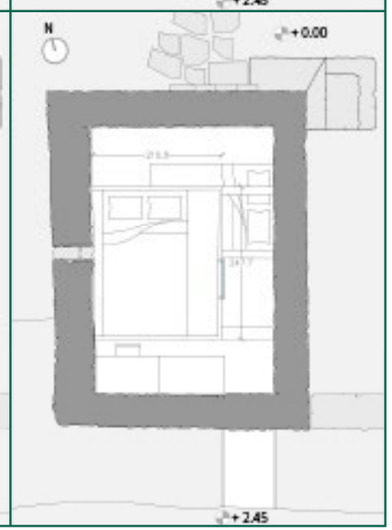
1° ipotesi	2° ipotesi
Sezione A-A'	**Sezione A-A'**
Sezione B-B'	**Sezione B-B'**
	

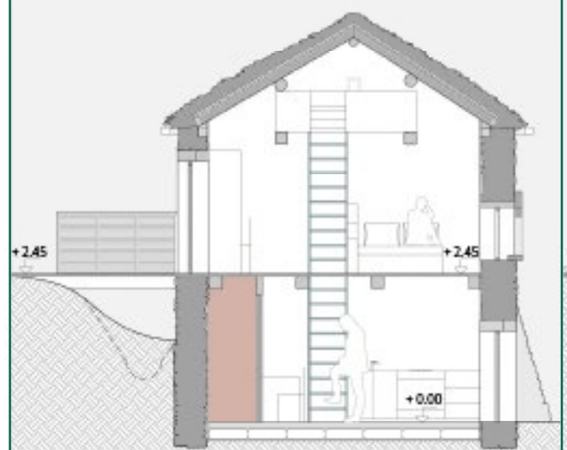
Legenda

- Legno sezionato
- Terra sezionata
- Prospetto pietra
- Pietra sezionata
- Bagno
- Scala

Scala 1:100

SOLUZIONI SU TRE PIANI

	3° ipotesi	4° ipotesi
Piano terra **Similitudini:** - Presenza di una scala interna per il collegamento con il piano superiore - Bagno - Doppio accesso (stesso livello e livello superiore) **Differenze :** - Nella 3° ipotesi il collegamento al piano superiore è garantito da una scala tradizionale (lato sud), nella 4° da una scala a pioli (lato ovest) - La 4° ipotesi presenta un'ambiente riservato agli impianti -Nella 3° ipotesi c'è la zona notte, nella seconda la zona giorno -La 3° ipotesi ha l'antibagno		
Piano primo **Similitudini:** - Presenza di una scala interna per il collegamento con il piano superiore e inferiore. - Doppio accesso (stesso livello e livello inferiore) **Differenze :** - Nella 3° ipotesi i collegamenti verticali sono garantiti da entrambe le tipologie di scala, nella 4° entrambe le scale sono a pioli - Nella 3° ipotesi c'è la zona giorno, nella 4° è presente la zona notte - Le travi a sostegno del solaio sono quattro nella 3° ipotesi e tre nella 4°		
Piano secondo **Similitudini:** - Presenza di una scala interna a pioli per il collegamento con il piano inferiore - Presenza della zona notte - La superficie del soppalco non ricopre l'intera superficie utilizzabile **Differenze :** - Disposizione dell'arredo Scala 1:100		

3° ipotesi	4° ipotesi
Sezione A-A'	**Sezione A-A'**
Sezione B-B'	**Sezione B-B'**
	

Legenda

- Legno sezionato
- Terra sezionata
- Prospetto pietra
- Pietra sezionata
- Bagno
- Ambiente riservato agli impianti
- Scala

6. Il progetto definitivo

6.1. Il Progetto municipale

Premessa

Tra le soluzioni precedenti l'associazione ha scelto di realizzare l'ipotesi n. 1, in quanto più conforme alle sue esigenze.
Oltre alla redazione dei disegni grafici, si è collaborato alla stesura della documentazione relativa alla richiesta del Permesso di Costruire al Comune di Castelletto Uzzone (CN), come di seguito:
- Tavola 1: Inquadramento (planimetria generale in scala 1:500 e estratto del ortofoto, estratto della mappa catastale 1:2000, estratto del PRGC 1:5000, restituzione del rilievo in scala 1:50, e documentazione fotografica)
- Tavola 2: Progetto (piante, prospetti e sezioni di progetto in scala 1:50, disegni di demolizioni e ricostruzioni, dettagli costruttivi in scala 1:20, rispettivamente copertura, vespaio e solaio intermedio e disegni per il superamento delle barriere architettoniche).
- Tavola 3: Scavi (restituzione grafica degli scavi e rinterri previsti in scala 1:50, rispettivamente in pianta, prospetto e sezioni, e relativo calcolo geometrico del volume di scavo e del volume di rinterro).

Di seguito si riportano i dati del principali di progetto e i disegni (piante, prospetti e sezioni) in scala 1:50, adattati allo stile grafico del volume.

Dati di progetto

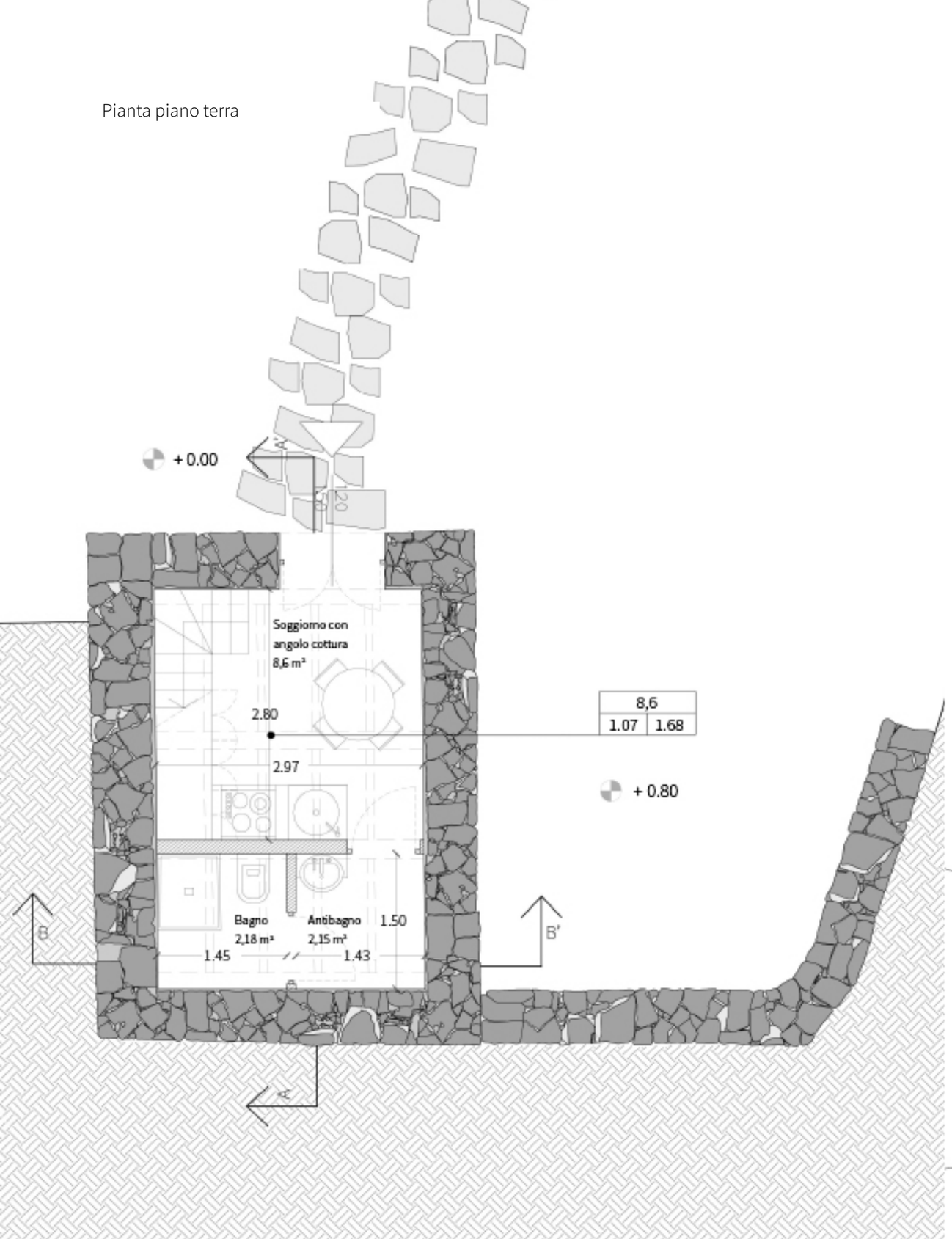
Sito: Località Sant'Ilario, Castelletto Uzzone (CN)
Altitudine s.l.m.: 590 m
Proprietà: Associazione Parco Culturale Alta Langa
Funzione originaria: stalla/residenza temporanea per scopi agricoli
Anno di costruzione: sconosciuto (ipotizzato intorno al 1950)

Prezzo di acquisto: 750 € (divisto tra tre proprietari) + 2000 € di atto noterile

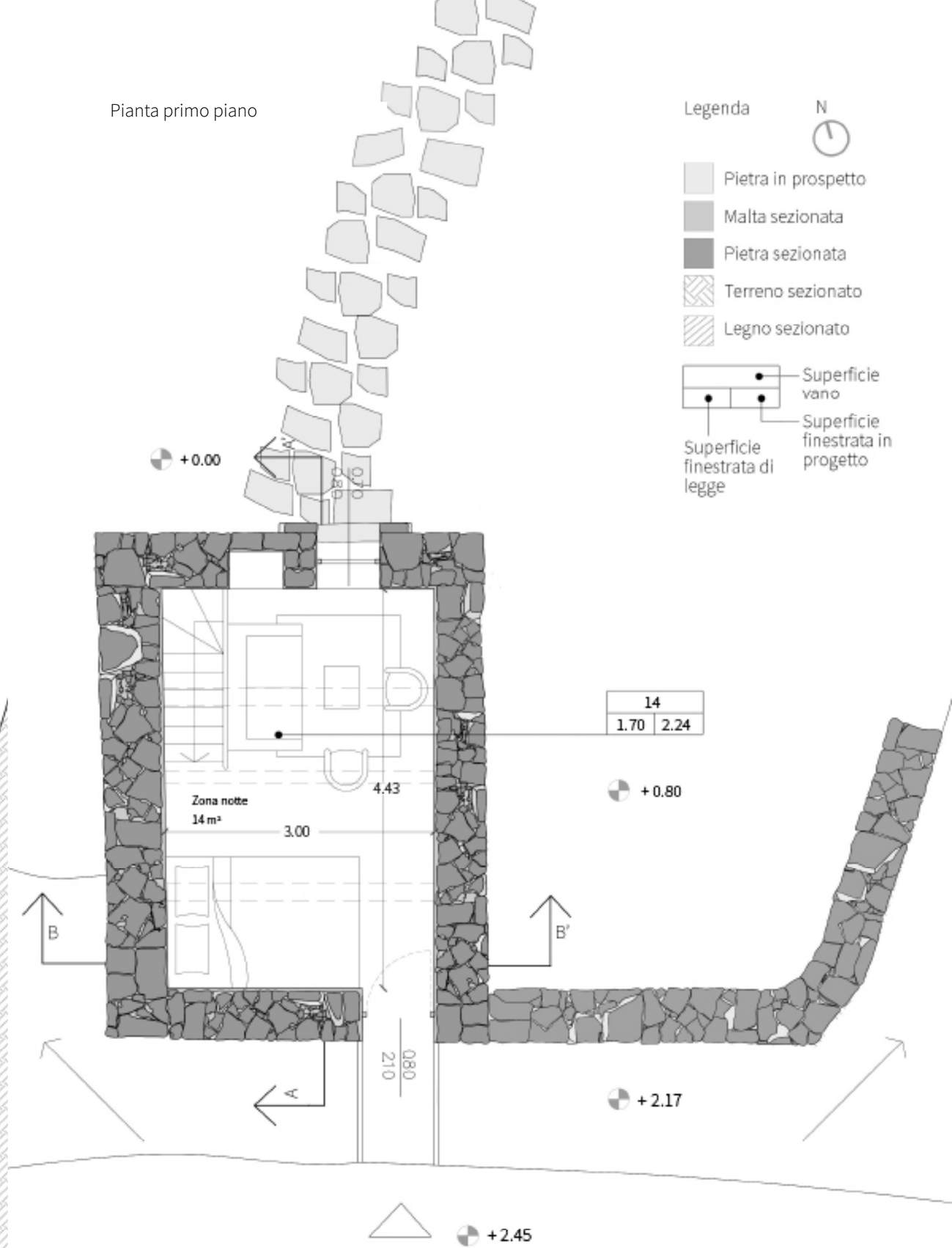
Progetto di recupero: "Risanamento conservativo e trasformazione a uso abitativo di fabbricato rurale tipo ciabòt distinto a catasto con il foglio 9 particella 138 sito in Castelletto Uzzone, presso località Sant'Ilario".

Permesso di costruire: n. 417, rilasciato in data 11.07.2018 dal Comune di Castelletto Uzzone (CN) per "Risanamento conservativo e trasformazione a uso abitativo di fabbricato rurale".
Committente: Gianni Cora, in qualità di rappresentante legale dell'associazione Parco Culturale Alta Langa
Data presunta di inizio lavori: 13.07.2018
Numero massimo presunto di lavoratori sul cantiere: 10
Ammontare complessivo presunto di lavori: 30000 euro
Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione e in fase di esecuzione: arch. Danilo Sala
Direttore dei lavori: arch. Lorenzo Serra
Progetto strutturale: arch. Dario Cavallotto
Indagine geologica e geotecnica: geol. Giovanni Carlo Ghione
Impresa affidataria: Bertola Costruzioni snc di Bertola Giovanni

Pianta piano terra



Pianta primo piano



Prospetto nord

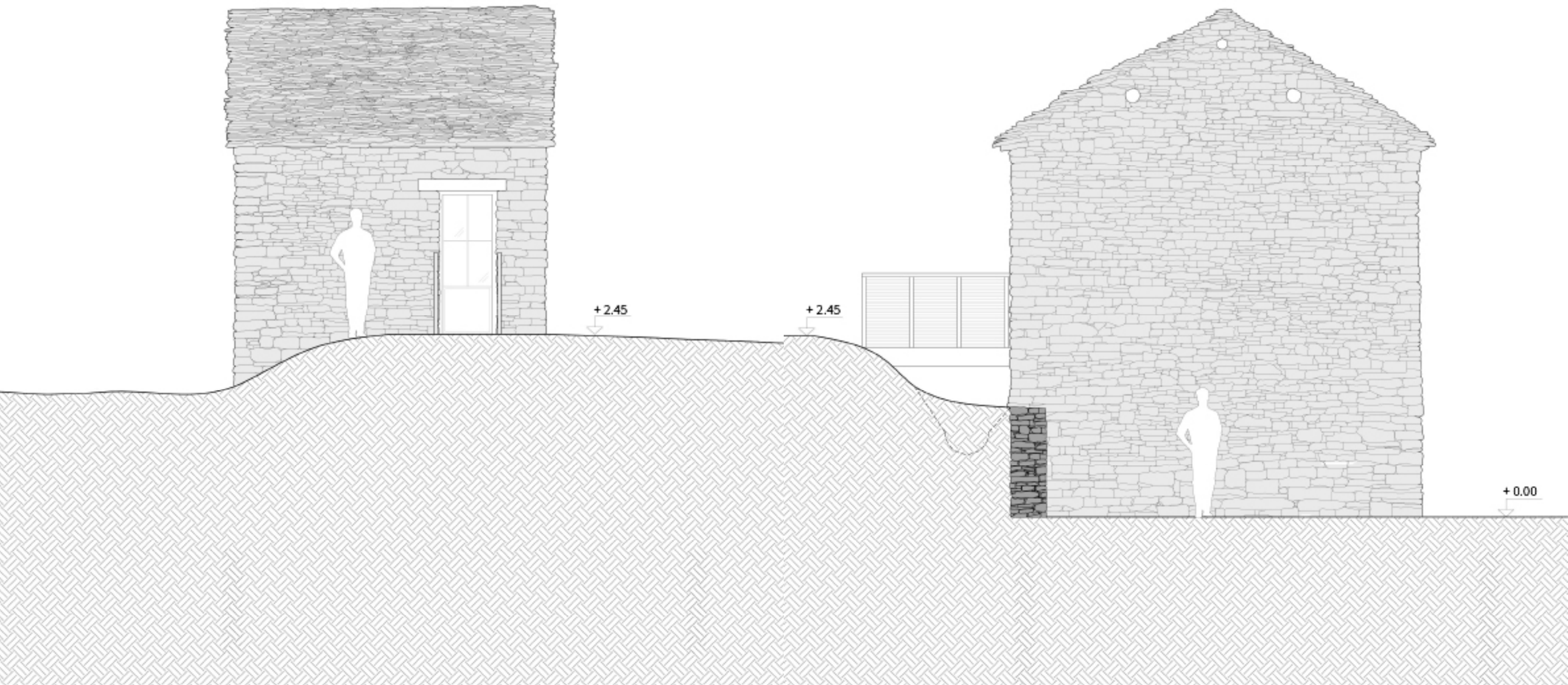
Prospetto est

Legenda

- Pietra in prospetto
- Pietra sezionata
- Terreno sezionato

Prospetto sud

Prospetto ovest

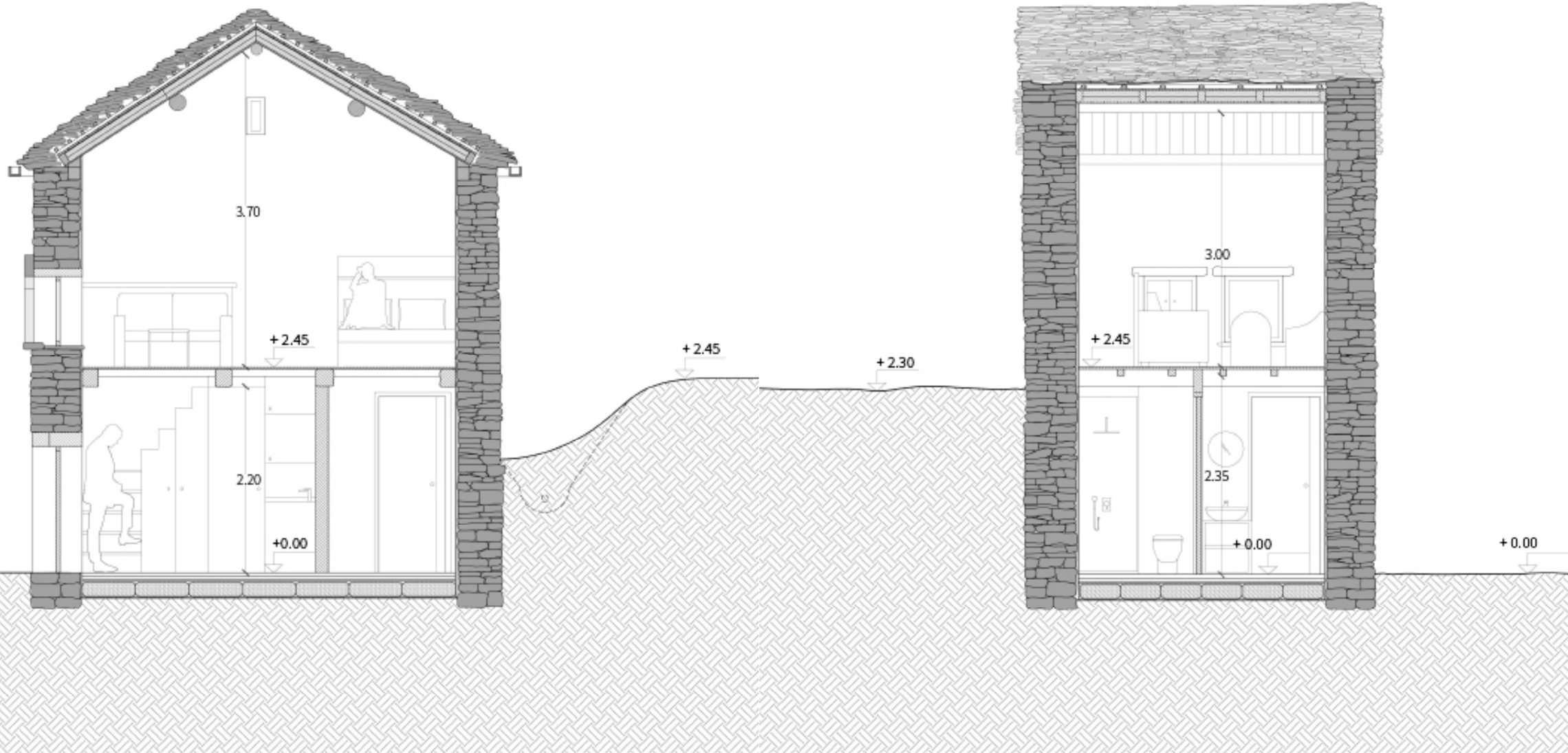


Sezione A-A'

Sezione B-B'

Legenda

- Pietra in prospetto
- Malta sezionata
- Pietra sezionata
- Terreno sezionato
- Legno sezionato
- Argilla espansa in granuli



7. Il cantiere
2018

7.1. I Lavori effettuati

Il cantiere del Lumassìn è stato svolto durante l'estate 2018, in sei workshop didattici della Summer School "Banca del Fare" organizzata dall'Associazione Parco Culturale Alta Langa. Lo svolgimento degli workshop e i lavori effettuati sono stati descritti in dettaglio nel primo volume de *I quaderni del Lumassìn*.
Di seguito viene riportato un elenco dei lavori principali effettuati:

- demolizione parziale e ricostruzione del muro ovest e del cantonale sud-ovest
- completamento dei muri e dei timpani est e ovest
- realizzazione di un'apertura nel timpano est
- raddrizzamento delle pareti nord ed est mediante tiranti temporanei e permanenti
- raddrizzamento della parete sud mediante puntelli
- operazioni di scucitura e cucitura di cantonali nord-est e sud-est
- squadratura delle travi in castagno per la formazione del solaio intermedio e di copertura
- sostituzione dell'architrave dell'apertura nel primo piano della parete nord
- posa dell'architrave dell'ingresso al primo piano a sud
- ricucitura e il consolidamento della nicchia interna presente nella parete nord
- sostituzione
- costruzione di un contrafforte nell'angolo nord-ovest
- posa della struttura di copertura e del manto in *ciape*
- l'inserimento delle travi dell'orditura principale del solaio intermedio nel muro e l'incastro dei travetti dell'orditura seconda- ria nelle travi principali
- fugatura del giunti
- completamento del primo e del secondo strato di intonaco interno (rinzaffo e arriccio)
- realizzazione di un'apertura nel primo piano della parete a est
- realizzazione di un muro di contenimento a secco sul lato ovest e del drenaggio a sud e a ovest.

8. Gli impianti

8.1. La raccolta dell'acqua piovana

8.1.1. Quadro normativo

Normativa in Europa

Una delle norme più complete che riguardano gli impianti di sfruttamento dell'acqua piovana (progettazione, esecuzione, attività e manutenzione) è la norma DIN 1989-1/2002, che indirizza lo sviluppo del sistema dal progetto alla posa in opera, definendo misure da seguire e verifiche da effettuare.
Questa norma è divisa in quattro sezioni: la prima fornisce indicazioni sulla progettazione, installazione e manutenzione dell'intero impianto. Per quanto riguarda la progettazione si pongono in primo piano la sicurezza e la funzionalità dell'impianto, richiedendo, ad esempio, facilità di manutenzione e che l'acqua potabile non venga per nessun motivo in contatto con quella piovana. Altrettanto importanti sono i vincoli qualitativi sulle superfici di raccolta.
La seconda parte è dedicata ai filtri e fornisce la loro classificazione e i criteri di verifica del funzionamento e dell'efficienza.
La terza parte reca le disposizioni riguardanti i serbatoi, dai materiali per la loro realizzazione alle condizioni di installazione (cisterne pedonabili, carrabili ecc.). Sono inoltre elencate i requisiti che i serbatoi devono soddisfare, specialmente per quel che riguarda l'impermeabilità.
La quarta e ultima parte riguarda gli accessori per la conduzione e il monitoraggio dell'impianto.

Il sistema di intercettazione, raccolta ed evacuazione (composto da superfici di raccolta, bocchettoni, canali di gronda, doccioni, pluviali, pozzetti, caditoie, collettori differenziati e opere di drenaggio) è regolamentato in Italia dalle norme UNI EN 12053-3 e UNI 9184.

Normativa italiana

La norma UNI/TS 11445 - 2012 "Impianti per la raccolta e l'utilizzo dell'acqua piovana per usi domestici diversi dal consumo umano. Progettazione, installazione e manutenzione" è il risultato di un lungo processo di elaborazione. La norma fornisce una prima risposta alla situazione di incertezza che, per l'assenza di un documento ufficiale, è andata configurandosi nel tempo, rifacendosi, in modo non coordinato, a riferimenti normativi esteri, in particolar modo la norma DIN 1989-1/2002.

Il Decreto Legislativo del 3 Aprile 2006, n.152 è l'unico testo che riporti qualche notizia sulle acque meteoriche.
Troviamo indicazioni nei seguenti articoli:

- Art. 80 - Acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile
- Art.99 - Riutilizzo dell'acqua
- Art.102 - Scarichi di acque termali
- Art.113 - Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia.

Norme e linee guida regionali

Il Piemonte ad oggi non ha adottato alcuna norma al riguardo.

Precipitazioni in Piemonte nel 2017

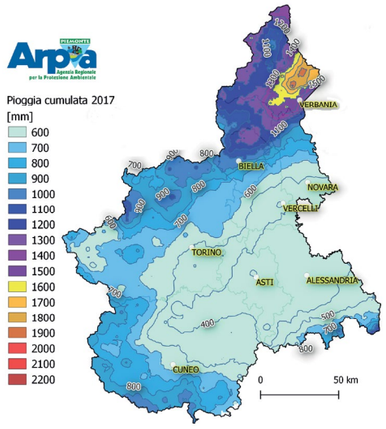


Fig. 21. Valore cumulato annuo della precipitazione media regionale sul Piemonte nel 2017

Fonte: Arpa Piemonte

Secondo i dati dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, l'anno 2017 in Piemonte è risultato il quarto più secco degli ultimi 60 anni: le precipitazioni cumulate medie sono state pari a circa 700 mm, con un deficit pluviometrico di 351 mm rispetto alle precipitazioni medie del periodo 1971-2000.
Il numero di giorni piovosi è stato inferiore rispetto alla media 1991 - 2015, variando da 46 a 80 a seconda del capoluogo di provincia.
Il contributo più rilevante a questa anomalia pluviometrica negativa è stato dato da un lungo periodo di siccità compreso tra l'11 settembre e il 4 novembre, periodo in qui non si è osservata, in tutto il territorio regionale, una giornata con precipitazione media superiore ai 5 mm. Questo periodo di siccità coincide con la parte dell'anno solitamente più piovosa in Piemonte.

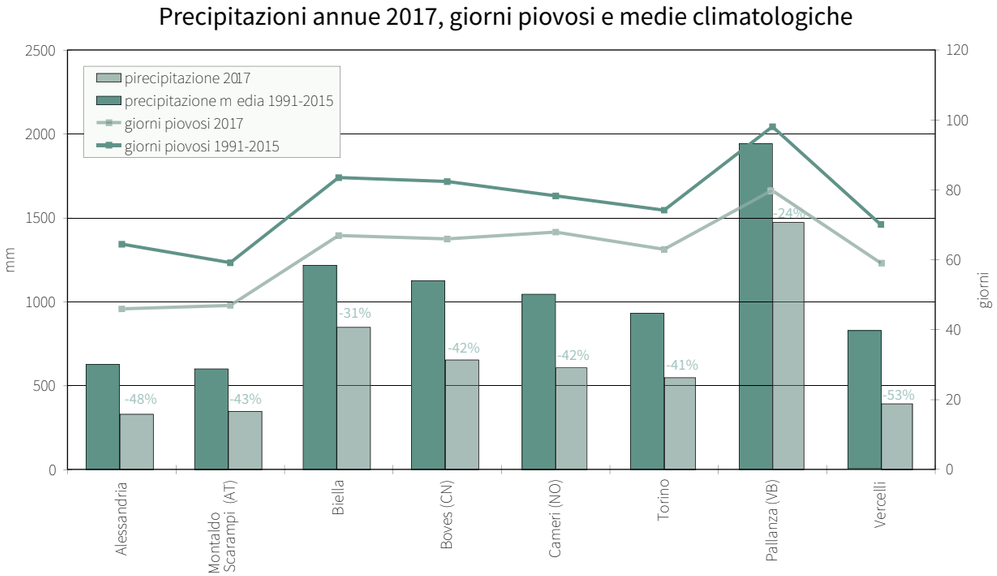


Diagramma 7. Andamento della precipitazione cumulata annuale e del numero di giorni piovosi nei capoluoghi di provincia del Piemonte (in verde chiaro) nell'anno 2017, rispetto alla media 1991-2015* (in verde scuro).

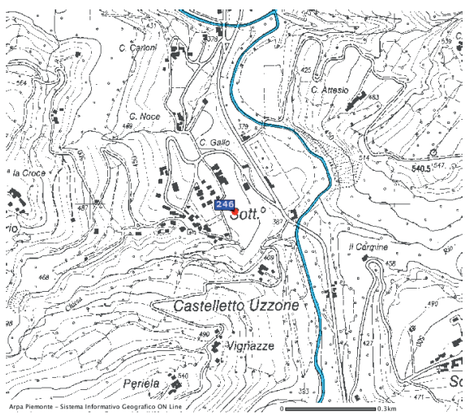
Fonte: Arpa Piemonte; rielaborazione grafica.
(* Periodo di riferimento 2000-2015 per Verbania e Biella)

Precipitazioni a Castelletto Uzzone

I dati seguenti sono forniti dalla Banca Dati Meteorologica dell'Arpa Piemonte per la stazione termopluviometrica 246, situata a Castelletto Uzzone, la più vicina al Lumassìn.
Oltre ai dati delle precipitazioni dell'anno 2017, di forte siccità, sono stati considerati i valori medi delle precipitazioni mensili per l'arco temporale dal 2002 al 2017 (anni per i quali i dati dell'Arpa sono disponibili e completi per la stazione di riferimento).

Anagrafica Stazione

Tipo stazione: Termopluviometrica
Codice stazione: 246
Quota sito (metri): 423
Comune: Castelletto Uzzone
Provincia: Cuneo
Bacino: Tanaro
Località: Castelletto Uzzone
Latitudine N-WGS84: 442935
Longitudine E-WGS84: 081117



Da sinistra a destra: Estratto di Carta Tecnica Regionale con la segnalazione della stazione termopluviometrica di Castelletto Uzzone. Fotografia della stazione.

Fonte: Arpa Piemonte - Banca Dati Meteorologica.

Precipitazioni mensili e giorni piovosi nel 2017

Le precipitazioni cumulate inerenti all'anno 2017 a Castelletto Uzzone sono state pari a 421,6 mm, ben al di sotto della media regionale (circa 700 mm). Il valore massimo di precipitazione mensile si è verificato a marzo con 95,4 mm di pioggia, mentre il periodo che va dal 20 settembre al 4 novembre, che di solito è il più piovoso dell'anno, ha riportato 0 mm di pioggia.

Mese	Precipitazioni (mm) *	Giorni piovosi
Gennaio	9,4	2
Febbraio	53,8	8
Marzo	95,4	5
Aprile	38,4	6
Maggio	38,4	4
Giugno	8,0	2
Luglio	12,0	3
Agosto	8,6	2
Settembre	40,4	4
Ottobre	0,0	0
Novembre	63,0	5
Dicembre	54,2	4

Tab. 1. Precipitazioni mensili e giorni piovosi a Castelletto Uzzone nel 2017.

Elaborazione dei dati forniti da Arpa Piemonte - Banca Dati Meteorologica.

* valore aggregato mensile di precipitazione dei valori giornalieri (mm) calcolati dalle ore 0:00 alle 24:00 (UTC).

Precipitazioni mensili medie e giorni piovosi nel periodo 2002-2017

La media delle precipitazioni annuali per il periodo 2002 - 2017 a Castelletto Uzzone è pari a 785,7 mm.
Il periodo più piovoso dell'anno è l'autunno, con precipitazioni mensili massime a novembre.

Mese	Precipitazioni (mm)	Giorni piovosi
Gennaio	25,1	3,5
Febbraio	46,2	5
Marzo	69,0	5,5
Aprile	78,6	7,5
Maggio	63,6	6
Giugno	30,7	4
Luglio	25,6	3
Agosto	55,0	4
Settembre	45,7	4
Ottobre	82,8	6
Novembre	157,6	7,5
Dicembre	56,9	4,5

Tab. 2. Precipitazioni mensili medi e giorni piovosi a Castelletto Uzzone per gli anni 2002 - 2017.

Elaborazione dei dati forniti da Arpa Piemonte - Banca Dati Meteorologica.

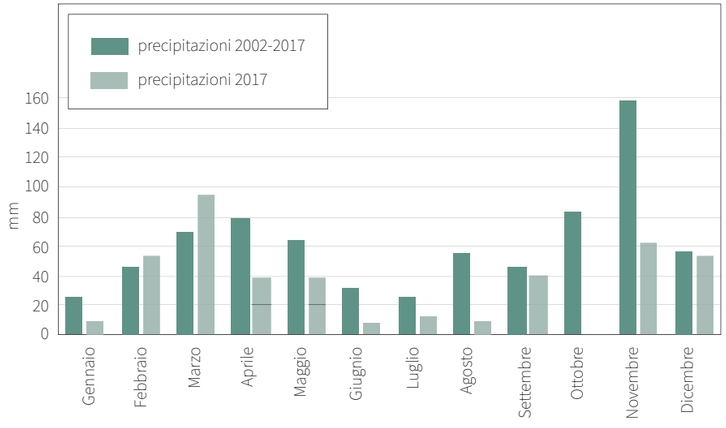


Diagramma 8. Andamento delle precipitazioni mensili nell'anno 2017 (in verde chiaro), rispetto alla media 2002 - 2017(in verde scuro).

Consumo idrico in Italia

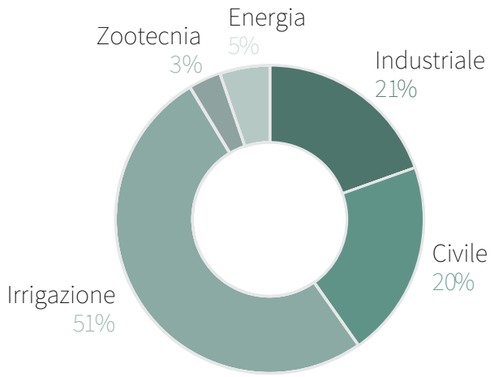


Diagramma 9. Uso di acqua per le principali attività per l'anno 2012.
Fonte: ISTAT

Dal rapporto "Le risorse idriche nell'ambito della *Circular Economy*" del 2017, presentato da Studi Ricerche Mezzogiorno, il consumo medio di acqua potabile per abitante in Italia è di circa 245 litri al giorno.

Acqua potabile
consumata al giorno da una persona

245
litri

Il fabbisogno giornaliero

Di seguito vengono riportati i valori medi del consumo di acqua delle attività principali di igiene e cura personale e di altre attività svolte in ambito domestico.[1]

15 litri/min

150 litri/lavaggio

1,4 litri/lavaggio

2 litri/lavaggio

54 litri/giorno

60-90 litri/lavaggio

6 litri/giorno

20 litri/giorno

6 litri/giorno

16 litri/giorno

Ipotesi 1

105 litri/giorno
(2 persone x 7 minuti)

3 litri/giorno
(2 persone, 2 lavaggi)

4 litri/giorno
(2 persone, 2 lavaggi)

3 litri/giorno

10 litri/giorno

TOT
125 litri/giorno

Per calcolare il fabbisogno di acqua nel Lumassìn sono state considerate le attività legate all'igiene personale (farsi la doccia, lavare i denti, lavare le mani) e alla cucina (cucinare e lavare i piatti).
Come specificato in precedenza, è previsto l'utilizzo di un servizio igienico a secco..
Nel Lumassìn non è prevista la lavatrice: per le permanenze più lunghe, si fa riferimento alla lavanderia della Cascina Crocetta (a circa 600 m).
Attraverso l'uso di frangigetti e riduttori di flusso si possono ridurre i consumi di acqua fino al 50%. Per ridurre ulteriormente i consumi si prevede l'inserimento di un timer nella doccia. I dati sui dispositivi di regolazione del flusso dell'acqua in uscita sono riportati in appendice (pagine 236 - 343).
A sinistra vengono riportati le stime dei consumi giornalieri per due utenti, tenendo in conto i consumi standard (riportati nella pagina precedente), dimezzati considerando l'utilizzo di frangigetti e riduttori di flusso.
Bisogna comunque tenere in conto che i consumi variano in base alle abitudini delle persone: semplici azioni, come chiudere il rubinetto mentre ci si lava i denti, possono ridurre i consumi. Inoltre, il tempo di permanenza degli utenti influenza le attività svolte che comportano consumo d'acqua: se, ad esempio, si usufruisce del *ciabòt* per una notte o per una solo fine settimana può darsi che non ci sia bisogno di cucinare, risparmiando così all'incirca 13 litri d'acqua al giorno.
Come prima ipotesi, ai fine dei calcoli per il dimensionamento del serbatoio della raccolta dell'acqua piovana è stato considerato un consumo di 125 litri al giorno (62,5 litri/persona).

[1] Fonte: VERDI, L. *Sistemi modulari di recupero acque piovane: importati dall'ecologia nazionale tedesca a garanzia di una risorsa sempre più limitata. Senza trascurare l'aspetto estetico degli impianti.* In: "Modulo Progetto Tecnologia", 370, Luglio 2011, p. 555 - 123

Fabbisogno giornaliero
per due utenti

125
litri

Ipotesi 2: l'istallazione del ShowerLoop

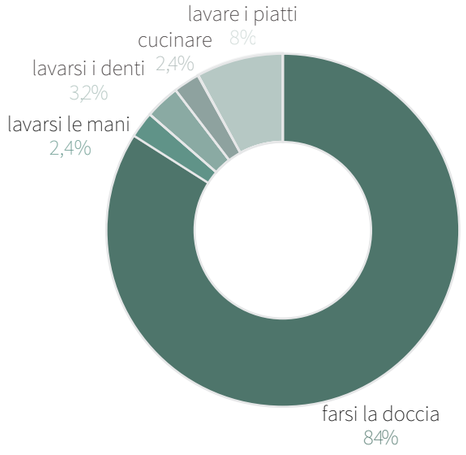
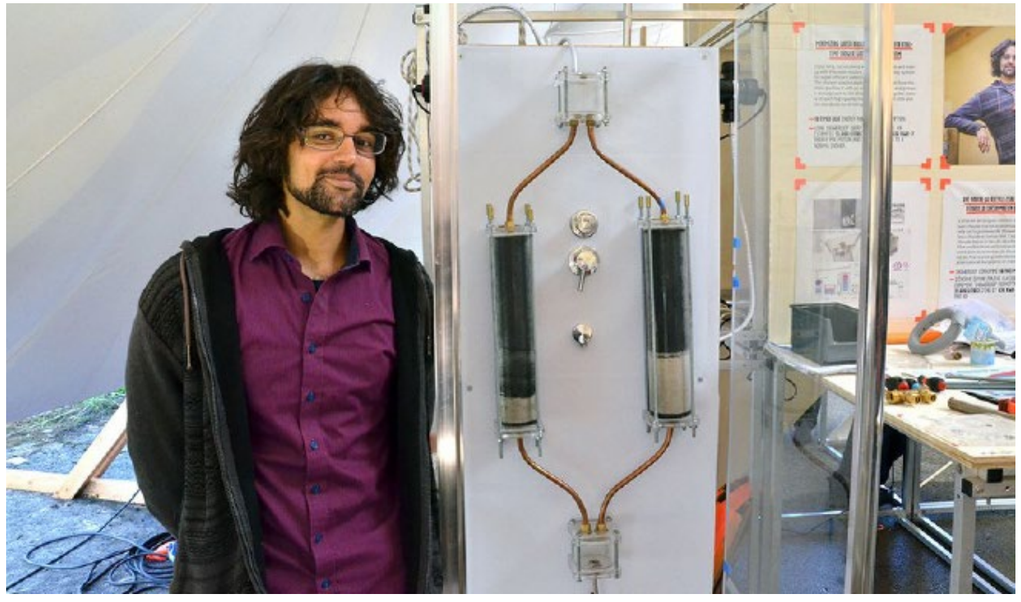


Diagramma 10. Consumo di acqua per le principali attività. Composizione percentuale del fabbisogno giornaliero nel Lumassìn.

La composizione percentuale del consumo di acqua delle attività previste nel Lumassìn mostra che il consumo maggiore riguarda la doccia (84%).
Per abbassare i consumi è stata ipotizzata l'installazione di un sistema che raccoglie, filtra e riusa l'acqua mentre si fa la doccia. Questo sistema si chiama ShowerLoop ed è a licenza Open Hardware (CERN OHL BY-SA).
L'acqua viene rimessa in uso con un flusso di circa 10 litri/min e si scarica alla fine di ogni utilizzo. Per una doccia bastano 10 litri d'acqua. Inoltre, il risparmio è anche in termini di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria.
I componenti principali sono una pompa, filtri a sabbia e a carboni attivi e una lampada a raggi UV. L'acqua utilizzata si purifica nei vari filtri e viene pompata nel soffione.
Considerando due utenti, basterebbero 20 litri di acqua al giorno per la doccia.
Ciò abbasserebbe il fabbisogno giornaliero a 40 litri, una riduzione di 68% rispetto alla prima ipotesi.

Fabbisogno giornaliero
per due utenti

40
litri



in alto: Jason Sevarjan, ingegnere finlandese fondatore della start-up ShowerLoop di fianco al prototipo della sua invenzione al COP 21 Climate Change Conference, Parigi, 2015.

Fonte: ShowerLoop. Disponibile su: https://www.showerloop.org.

in basso: Judith Capron (ingegneria civile) e Jean-André Davy-Guidicelli (ingegneria ambientale) con il prototipo del ShowerLoop adattato ai prodotti svizzeri e auto-costituto al Student Kreativity and Innovation Laboratory (SKIL) dell'EPFL.
Quest'anno il team studentesco progetterà tre docce per l'Universidad del Valle in Colombia.

Foto: Jamani Caillet. Losanna, 2018.
Fonte: EPFL.
Disponibile su: https://actu.epfl.ch.

Calcolo annuale con riferimento l'anno 2017

Con riferimento alla normativa tedesca DIN 1989, si è calcolata la capienza del serbatoio in litri per la raccolta dell'acqua piovana. Tale calcolo è stato effettuato riportando i valori delle precipitazioni forniti dall'Arpa per l'anno 2017 (pagina 57).

Calcolo della resa annuale della pioggia

$$R = S \cdot V_p \cdot V_t = 26{,}56\ m^2 \cdot 421{,}6\ l/m^2 \cdot 0{,}9 = 10077{,}92\ l$$

dove:

S [m^2] - superficie del tetto proiettato a terra, indipendente dalla forma e dall'inclinazione del tetto stesso
V_p [l/m^2] - valore di precipitazione annuale
V_t - coefficiente di deflusso

Natura della superficie	Coefficiente di deflusso
Tetto duro spiovente	0,90
Tetto piatto non ghiaioso	0,80
Tetto piatto ghiaioso	0,60
Tetto verde intensivo	0,30
Tetto verde estensivo	0,50
Superficie lastricata	0,50
Asfaltato	0,80

Tab. 3. Il coefficiente di deflusso dipende dalla struttura della copertura. Il tetto a lose del Lumassìn rientra nella prima categoria (tetto duro spiovente).

Fonte: DIN 1989-1 / 2002

Calcolo del volume del serbatoio

$$V = R \cdot P_{sm} / GA = 10077{,}92\ l \cdot 21\ gg / 365\ gg = 579{,}82\ l$$

dove:

R [l] - resa annuale della pioggia
P_{sm} [gg] - periodo secco medio (in letteratura 21 giorni)
GA [gg] - giorni l'anno

Calcolo annuale con riferimento il periodo 2002-2017

Una volta considerato il caso più sfavorevole, per dimensionare il volume del serbatoio, si è ritenuto opportuno valutare un lasso temporale maggiore a partire dall'anno 2002. Il calcolo è stato effettuato attraverso il conteggio della media delle precipitazioni annuali a Castelletto Uzzone (dati a pagina 58; Vp = 785,7 l/m^2).

R = 18781,37 l
V = 1080,57 l

Calcolo stagionale

Le prescrizioni normative si riferiscono al calcolo in un arco temporale di un anno. Inoltre, il dimensionamento non tiene in conto il fabbisogno specifico del caso studio.
Per un dimensionamento più preciso, sono stati effettuati i calcoli considerando un periodo di inattività durante la stagione invernale (novembre - marzo) e un periodo di fruizione del *ciabòt* durante la stagione estiva (aprile - ottobre).

Calcolo della resa stagionale della pioggia

Stagione	Resa stagionale nel 2017 (litri)	Resa stagionale media 2002- 2017 (litri)
Invernale (novembre - marzo)	6592,72	7926,56
Estiva (aprile - ottobre)	3485,20	9308,21

Tab. 4. Calcolo della resa stagionale della pioggia a Castelletto Uzzone per l'anno 2017, ritenuto caso sfavorevole, e della resa stagionale media per gli anni 2002 - 2017. La stagione estiva coincide con il periodo di fruizione del Lumassìn.

Calcolo della resa mensile della pioggia

In modo analogo, è stata calcolata la resa mensile della pioggia per il periodo di fruizione del *ciabòt*.

Mese	Resa mensile nel 2017 (litri)	Resa mensile media 2002- 2017 (litri)
Aprile	917,91	1878,85
Maggio	917,91	1520,29
Giugno	191,23	733,85
Luglio	286,84	611,94
Agosto	205,57	1315,72
Settembre	965,72	1092,41
Ottobre	0,00	1979,25

Tab. 5. Calcolo della resa mensile della pioggia a Castelletto Uzzone per i mesi da aprile a ottobre. Il calcolo è stato effettuato per l'anno 2017, ritenuto caso sfavorevole, e per i valori medi delle precipitazioni mensili per gli anni 2002 - 2017.

Ipotesi 1

Calcolo del fabbisogno

Per il calcolo stagionale del consumo dell'acqua prevediamo che l'utenza usufruisca del *ciabòt* durante la stagione estiva.
Data la destinazione d'uso prevediamo una fruizione minore e quindi di 15 giorni al mese, corrispondente a un consumo stagionale di:

$$105 \text{ giorni} \cdot 125 \text{ litri/giorno} = 13125 \text{ litri}$$

e un consumo mensile di:

$$15 \text{ giorni} \cdot 125 \text{ litri/giorno} = 1875 \text{ litri.}$$

Dimensionamento del serbatoio

Tenendo in conto la resa stagionale invernale della pioggia (in media circa 7926 litri, tabella 4), si sono effettuati i calcoli ipotizzando un serbatoio di capienza 8000 litri (disponibile in commercio), che risulterebbe quasi pieno a inizio del periodo di fruizione del *ciabòt* (aprile).

Anno di riferimento	Resa invernale	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
2002-2017	7926,56	6051,56	6055,41	5700,70	4559,56	3296,50	2736,22	1953,64
2017	6592,72	4717,72	3760,63	2803,54	1119,77	-648,00	-1317,81	-47,08

Tab. 6. Calcoli riferiti al periodo di fruizione considerando un serbatoio di 8000 litri, effettuati per l'anno 2017, ritenuto caso sfavorevole, e per i valori medi degli anni 2002 - 2017.
Ogni valore indica il livello del serbatoio a fine del mese, ottenuto sottraendo i consumi (valore del fabbisogno mensile) e sommando resa mensile della pioggia del mese precedente.
In verde chiaro, i mesi durante i quali la raccolta dell'acqua piovana non basterebbe per coprire il fabbisogno.

Un solo serbatoio di 8000 litri riuscirebbe a coprire i consumi previsti in caso di precipitazioni che rientrano nella media degli anni 2002-2017.
Nel caso più sfavorevole (2017) ci sarebbe bisogno di aggiungere 3000 litri di acqua distribuiti in: 1000 litri ad agosto e 2000 litri a settembre.

Un serbatoio di 5000 litri non sarebbe sufficiente per coprire il fabbisogno.

Anno di riferimento	Resa invernale	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
2002-2017	5000,00	3125,00	3128,85	2774,15	1633,00	369,94	-189,34	27,08
2017	5000,00	3125,00	2167,91	1210,82	-607,95	-1196,10	-865,53	-774,82

Tab. 7. Calcoli riferiti al periodo di fruizione considerando un serbatoio di 5000 litri, effettuati per l'anno 2017, ritenuto caso sfavorevole, e per i valori medi degli anni 2002 - 2017.
In verde chiaro, i mesi durante i quali la raccolta dell'acqua piovana non basterebbe per coprire il fabbisogno.

Se la precipitazione fosse quella media degli anni 2002-2017, ci sarebbe bisogno di ricaricare il serbatoio con 1000 l nel mese di settembre.
Nel secondo dell'anno 2017, ci sarebbe bisogno di ricaricare il serbatoio con 1000 litri nei mesi di luglio, settembre e ottobre e di 2000 litri nel mese di agosto.

Ipotesi 2

Calcolo del fabbisogno

Nell'ipotesi di installazione del ShowerLoop il consumo stagionale è di:

105 giorni · 40 litri/giorno = 4200 litri

e il consumo mensile di:

15 giorni · 40 litri/giorno = 600 litri.

Dimensionamento del serbatoio

Tenendo in conto la resa stagionale invernale della pioggia (in media circa 7926 litri, tabella 4), si sono effettuati i calcoli ipotizzando un serbatoio di capienza 1000 litri (disponibile in commercio), che risulterebbe pieno a inizio del periodo di fruizione del *ciabòt* (aprile).

Anno di riferimento	Resa invernale	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
2002-2017	1000	400	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2017	1000	400	718	1000	591	278	-116	765

Tab. 8. Calcoli riferiti al periodo di fruizione considerando un serbatoio di 1000 litri, effettuati per l'anno 2017, ritenuto caso sfavorevole, e per i valori medi degli anni 2002 - 2017.
Ogni valore indica il livello del serbatoio a fine del mese, ottenuto sottraendo i consumi (valore del fabbisogno mensile) e sommando la resa mensile della pioggia del mese precedente.
In verde chiaro, i mesi durante i quali la raccolta dell'acqua piovana non basterebbe per coprire il fabbisogno.

Considerando i valori medi delle precipitazioni mensili, un serbatoi di 1000 litri basterebbe per coprire il fabbisogno durante il periodo di fruizione, in quanto la resa mensile della pioggia è più alta del consumo. Idealmente il serbatoio risulterebbe pieno alla fine di ogni mese.
In un anno di particolare siccità, come il 2017, la raccolta dell'acqua piovana non coprirebbe il fabbisogno nel mese di settembre.

Ipotizzando di utilizzare un serbatoio da 2000 litri abbiamo verificato che anche in un caso sfavorevole, come l'anno 2017, l'acqua piovana coprirebbe l'intero fabbisogno stagionale.

Anno di riferimento	Resa invernale	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
2002-2017	2000	1400	2000	2000	2000	2000	2000	2000
2017	2000	1400	1718	2000	1591	1278	884	1400

Tab. 9. Calcoli riferiti al periodo di fruizione considerando un serbatoio di 2000 litri, effettuati per l'anno 2017, ritenuto caso sfavorevole, e per i valori medi degli anni 2002 - 2017.

Considerazioni

Nella scelta del volume del serbatoio bisogna considerare alcune limitazioni dei calcoli effettuati, elencate di seguito.

- Il periodo di fruizione del Lumassìn è un'ipotesi: essendo questo il primo *ciabòt* del futuro Albergo del Cammino dell'Alta Langa, non ci sono esperienze precedenti su cui basarsi per un dato più preciso. Inoltre, ai fini dei calcoli si assume una fruizione uguale in tutti i mesi (15 giorni), mentre in realtà la fruizione sarà probabilmente maggiore durante i mesi estivi (Giugno - Agosto), aumentando così il fabbisogno di acqua nei mesi statisticamente più asciutti.

- I calcoli sono approssimativi: le precipitazioni di ogni mese sono aggiunte come riempimento del serbatoio nel mese successivo. In realtà, soprattutto se distribuite nella prima metà del mese, possono contribuire a coprire il fabbisogno del mese corrente.

- I consumi variano molto in base alle abitudini delle persone, difficilmente prevedibili, trattandosi di una struttura ricettiva per i turisti. Tuttavia, si possono usare diverse strategie per l'informazione e sensibilizzazione degli ospiti sull'abbassamento dei consumi idrici durante la loro permanenza.

8.2. Il sistema solare termico

Dimensionamento del pannello

Per calcolare il numero di collettori solari utile a soddisfare il 100% del fabbisogno di acqua del Lumassìn, si è innanzitutto individuato il numero di utenti e determinato il relativo consumo d'acqua medio giornaliero tenendo conto delle singole attività legate all'igiene personale e alla cucina (vedi pag.137). Tenendo conto della permanenza di massimo due utenti nel *ciabòt*, il risultato ottenuto è pari 125 litri/giorno.
Definito il periodo di usufrutto dell'edificio, nel caso in questione pari a 105 giorni all'anno, si è proceduto al calcolo del consumo d'acqua in volume e del consumo di energia totale.

Consumo d'acqua in volume totale:

$$V= 125\ l/gg \cdot 105\ gg/anno= 13.125\ l/anno$$

ovvero $V= 13{,}125\ m^3/anno$

Consumo di energia totale:

$$Q_{ACS}= V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{ER} - T_{AC}) = 13{,}125\ m^3/anno \cdot 1000\ kg/m^3 \cdot 4.186\ J/kgK \cdot (313{,}15 - 283{,}15\ K)= 164.823.7500\ J/anno$$

ovvero $Q_{ACS} = 164.8237.500\ J/anno : (3600\ s \cdot 1000)= 457{,}84375\ kWh/anno$

dove:

- V= portata volumetrica d'acqua giornaliera che deve ricoprire l'impianto (m^3/anno)
- ρ= densità dell'acqua (kg/m^3)
- c_p = calore specifico dell'acqua (J/kgK)
- $(T_{ER} - T_{AC})$ = differenza tra la temperature d'erogazione dell'acqua del rubinetto e quella a cui si trova l'acqua nel serbatoio (si è approssimato alla temperatura ricavata dal sito del Comune di Torino per l'acqua di rete ovvero 10°C).

La Legge Regionale del Piemonte 28 maggio 2007 n.13, prevede che una quota pari o superiore al 60% del fabbisogno d'acqua calda sanitaria debba essere coperta da energia rinnovabile. Nel caso del Lumassìn si prevede che tutta l'ACS sia prodotta da fonti rinnovabili attraverso l'utilizzo di collettori solari termici a circolazione forzata, posti al di sopra di un *deck* in legno. Per questo motivo avremo:

$$Q_{ACS}\ 100\%= 457{,}84375\ kWh/anno$$

Per dimensionare un collettore solare si deve essere a conoscenza dell'efficienza dello stesso. Per questo motivo è stato scelto il pannello solare PANDA 2.3, che riporta nella scheda tecnica i seguenti valori:

	PANDA 2.3
Cassonetto	Lamiera zincata preverniciata e fosfatata pressopiegata da un unico foglio
Copertura con cristallo temperato extra chiaro	4 mm
Massa a vuoto	49 kg
Dimensioni totali ±5	1996x1130x110 mm
Area totale	2,25 m^2
Area di apertura	2,02 m^2
Area dell'assorbitore	2,02 m^2
Parametri della curva d'efficienza istantanea (Area di apertura)	
η0	0,80
a1	3,30 W m-2 K-1
a2	0,010 W m-2 K-2
IAM (Incident Angle Modifier) 50°	0,92 ± 0,04
Perdite di carico (con portata di 185 l/h)	350 Pa
Attacchi	N° 4 attacchi filettati da 3/4
Pressione collaudo	10 bar
Potenza di picco	1.688 W
Assorbitore	
Materiale	Rame 0,18 mm
Assorbimento	95%
Emissione	4%
Connessione con i canali	Saldobrasatura
Fluido contenuto	1,81 litri
Peso a vuoto dell'assorbitore	7,80 kg
Dimensioni assorbitore ±5	1886x1074 mm
Canali	
N° di canali (tubi in rame)	12
Diametro	8 mm
Spessore	0,5 mm
Isolamento termico	
Lana di vetro (fondo)	50 mm
Poliuretano espanso a celle chiuse (laterale)	20,5 mm

Fig. 22. Scheda tecnica pannello solare PANDA 2.3 scelto ai fini della valutazione del numero di pannelli che compongono il sistema solare termico in questione.

Il valore dell'efficienza varia sia a seconda delle caratteristiche e dell'orientamento del collettore, sia delle condizioni al contorno della località in cui viene installato. In seguito alla scelta del pannello solare, si è proceduto poi con il calcolo dell'irradianza solare media sul piano inclinato. Tramite il software PVGIS si è ottenuto il valore relativo all'irraggiamento (Hm) considerando il pannello a Castelletto Uzzone (Latitudine 44°29' N, Longitudine 08°11' E), orientato a Sud e con un'inclinazione del 30% rispetto al piano orizzontale.

Fixed system: inclination=30°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.12	65.8	2.60	80.6
Feb	2.98	83.5	3.69	103
Mar	3.63	113	4.65	144
Apr	3.93	118	5.18	155
May	4.33	134	5.79	179
Jun	4.49	135	6.13	184
Jul	4.75	147	6.57	204
Aug	4.44	138	6.13	190
Sep	3.91	117	5.26	158
Oct	2.90	89.9	3.77	117
Nov	2.19	65.6	2.74	82.2
Dec	1.98	61.2	2.43	75.4
Yearly average	**3.47**	**106**	**4.58**	**139**
Total for year		**1270**		**1670**

Fig. 23. Risultati del calcolo dell'irraggiamento globale ricevuto dai pannelli solari tramite software PVGIS.

E_d = Produzione media giornaliera di elettricità fornito dal sistema (kWh)
E_m = Produzione media mensile di elettricità fornito dal sistema (kWh)
H_d = Somma giornaliera media dell'irraggiamento globale per metro quadro ricevuta dai moduli del sistema specificato (kWh/m²)
H_m = Somma media dell'irraggiamento globale per metro quadro ricevuta dai moduli del sistema specificato (kWh/m²)

Per passare dall'energia alla potenza è necessario dividerla per il periodo di tempo a cui si riferisce. Per questo motivo si calcola la t considerando che l'energia calcolata precedentemente sia l'integrale della potenza incidente sul piano orizzontale per i 105 giorni in cui si utilizza il Lumassìn e le 7 ore al giorno in cui mediamente il sole irraggerebbe il pannello:

$$t = 365 \text{ gg/anno} \times 7 \text{ h} = 2.555 \text{ gg h/anno}$$

Con questi parametri si è calcolata l'irradianza (I):

$$I = H_m : t = 1670.000 \text{ Wh/m}^2\text{anno} : 2.555 \text{ h/anno} = 653{,}62 \text{ W/m}^2$$

A questo punto si è calcolata l'efficienza η_c del collettore facendo riferimento alla normativa UNI EN 12975-7:

$$\eta_c = \eta_0 - a_1 \cdot \theta_m - a_2 \cdot (\theta_m)^2 \times I$$

dove:

- η_0 = efficienza del collettore per dispersioni ottiche. È un valore fornito dai produttori dei pannelli che si aggira intorno all'80%
- $a_1 \times \theta_m$ = termine legato alle dispersioni per trasmissione e convezione in cui a_1 è un valore fornito dai produttori dei pannelli e dipende da pannello a pannello, mentre θ_m è il rapporto tra la differenza di temperatura media che percorre il collettore solare meno la temperatura ambiente diviso l'irradianza solare (I).
- $a_2 \times (\theta_m)^2$ = termine legato alle dispersioni per riemissione verso la volta celeste in cui a_2 è un valore fornito dai produttori dei pannelli e dipende da pannello a pannello, mentre θ_m è il rapporto tra la differenza di temperatura media che percorre il collettore solare meno la temperatura ambiente diviso l'irradianza solare (I).

Si è proceduto al calcolo dell'incognita θ_m:

$$\theta_m = \theta_{mf} - \theta_{ae} : I$$

dove:

- θ_{mf} = temperatura media del fluido nel pannello. Il suo valore è compreso tra i 50°C e i 60° C
- θ_{ae} = temperatura dell'aria esterna

Assumendo che l'efficienza media durante l'anno sia data dalla sommatoria delle efficienze istantanee si può assumere che I = I e che $\theta_{ae} = \theta_{me}$. Tenendo conto che la θ_{me} di Castelletto Uzzone è uguale a 12,2 °C e l'efficienza del collettore η_0 fornita dal produttore è pari all'80% e che la temperatura del fluido termovettore è di 55°C, ne consegue che:

$\eta_c = \eta_0 - a_1 \cdot \theta_m - a_2 \cdot (\theta_m)^2 \cdot I = 0{,}80 - (3{,}56\ W/m^2K \cdot 0{,}07\ m^2K/W) - (0{,}010\ W/m^2K^2 \cdot 0{,}0049\ m^4K^2/W^2 \cdot 653{,}62\ W/m^2) = 0{,}5188$

ovvero 0,5188 = 51,88%

Si procede al calcolo dell'energia prodotta dal pannello per unità di superficie:

$Q_{pann} = H_m \cdot \eta_c = 1670\ kWh/m^2\ anno \cdot 0{,}5188 = 866{,}396\ kWh/m^2 anno$

Si procede al calcolo dei numeri di pannelli necessari per il fabbisogno dell'utenza:

$A_{pannelli} = Q_{ACS}\ 100\% : Q_{pann} = 457{,}84375\ kWh/anno : 866{,}396\ kWh/m^2\ anno = 0{,}528\ m^2 \Rightarrow 1$ pannello

Per soddisfare il 100% del fabbisogno di ACS per due utenti è necessario 1 pannello con area di 2,25 m^2.

Dimensionamento del volume d'accumulo

Al fine di determinare il volume di accumulo richiesto dall'impianto per la produzione ACS è necessario conoscere il consumo d'ACS giornaliero utile a coprire il fabbisogno degli utenti nel periodo di punta. Per le utenze più comuni, il valore può essere prelevato dalla tabella (…).

TAB. 2 - DATI PER IL CALCOLO DEI BOLLITORI

TIPO UTENZA	Consumi nei periodi di punta		temperatura utilizzo	periodo punta	periodo preris.
Edifici Residenziali	260 l 340 l	per ogni alloggio con 1 locale servizi (1) per ogni alloggio con 2 locali servizi (1)	40°C	1,5 h	2,0 h
Uffici e Simili	40 l	per servizi (WC+lavabo)	40°C	1,5 h	2,0 h
Alberghi, Pensioni e Simili (4)	180 l 130 l	per camere con servizi dotati di vasca per camere con servizi dotati di doccia	40°C	(2)	2,0 h
Ospedali (4)	120 l	per ogni posto letto	40°C	2,0 h	2,0 h
Cliniche (4)	150 l	per ogni posto letto	40°C	4,0 h	2,0 h
Caserme, Collegi e Simili (4)	80 l	per ogni posto letto	40°C	2,0 h	2,0 h
Palestre e Centri Sportivi	150 l 60 l	per ogni doccia per ogni rubinetto	40°C	0,3 h	1,5 h
Spogliatoi di Stabilimenti	150 l 60 l	per ogni doccia per ogni rubinetto	40°C	0,3 h	(3)

(1) I consumi previsti vanno moltiplicati per il fattore di contemporaneità (**F**) che dipende dal numero di alloggi (**n**)

n	1÷5	6÷12	13÷20	21÷30	31÷45	46÷60	61÷80	81÷110	111÷150	151÷200	>200
F	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50

(2) **1,5 h** periodo di punta da considerarsi per alberghi e pensioni con consumo concentrato: ad esempio quelli posti in zone di sport invernali o frequentati da comitive turistiche;
2,5 h periodo di punta da considerarsi in alberghi e pensioni con consumo d'acqua normale: ad esempio alberghi commerciali di città.

Tabella 10. Tabella relativa ai dati per il calcolo dei bollitori reperibile nella rivista Idraulica Caleffi n°16. Riporta il tipo di utenza, i valori dei consumi nel periodo di punta, la temperatura di utilizzo, il periodo di punta e di preriscaldamento.

Nel caso del Lumassìn si è scelto di far riferimento al valore evidenziato in tabella, ovvero alla tipologia d'albergo con consumo d'acqua normale. Dopo averlo rapportato al fabbisogno di acqua giornaliero, stimato precedentemente, ed essendo il valore di poco superiore (5l), il calcolo è stato eseguito sui 125 l/gg.
Definito il tipo di utenza e i relativi valori associati, si determina il consumo d'acqua calda richiesta nel periodo di punta (C), ovvero nel periodo in cui risulta il maggior consumo di ACS:

$$C = V_{alloggio} \cdot n_{alloggi} \cdot F = 125\ l \cdot 1 \cdot 1 = 125\ l$$

dove:
- $n_{alloggi}$: numero di alloggi serviti dall'impianto
- F: fattore di contemporaneità che dipende da $n_{alloggi}$

Si prosegue con il calcolo del calore totale (Q_t) utile al riscaldamento dell'acqua durante il periodo di punta:

$$Q_t = C \cdot (t_u - t_f) = 125\ l \cdot (40 - 10\ °C) = 3.750\ kcal$$

dove:

- C: consumo d'acqua calda richiesta nel periodo di punta
- t_u: temperatura di utilizzo dell'acqua calda. Il suo valore è stato ricavato dalla tabella (…)
- t_f : temperatura di alimentazione dell'acqua fredda. Per la determinazione del valore si è fatto riferimento alla suddivisione in zone riportata dall'Idraulica Caleffi: Italia settentrionale (10/12 °C), Italia centrale (12/15°C) e Italia meridionale (15/18 °C); data l'ubicazione si è considerato 10 °C

e a quello del calore orario (Q_h), calore che deve essere ceduto all'acqua a seconda della richiesta e al tempo in cui viene ceduto.

$$Q_h = Q_t : (t^*_{pr} + t^*_{pu}) = 3.750\ kcal : (2,0 + 2,5\ h) = 833,33\ kcal/h$$

dove:

- Q_t: calore totale.
- t^*_{pr}: periodo di preriscaldamento.
- t^*_{pu}: periodo di punta. Il valore tabellato scelto è 2,5 h, ovvero il periodo di punta riferito a alberghi e pensioni con consumo d'acqua normale.

Si è poi determinato, durante la fase di preriscaldamento, il valore del calore da accumulare (Q_a):

$$Q_a = Q_h . t^*_{pr} = 833,33\ kcal/h \cdot 2,0\ h = 1666,66\ kcal$$

dove:

- Q_h: calore orario.
- t^*_{pr}: periodo di preriscaldamento.

Infine il volume del serbatoio d'accumulo:

$$V = Q_a : (t_a - t_f) = 1666,66\ kcal : (60 - 10\ °C) = 33,33\ l$$

dove:

- Q_a = calore da accumulare.
- t_a = temperatura di accumulo. In linea con la norma UNI 9182, si considera pari a 60 °C: è il valore della temperatura minimo per l'accumulo in quanto si riescono a evitare fenomeni di corrosione e di deposito di calcare, ma soprattutto evitare lo sviluppo di batteri, all'interno dell'acqua, che possono portare alla Legionella.
- t_f = temperatura dell'acqua fredda.

Il serbatoio avrà un volume di accumulo di 40 l.

8.3. Il sistema fotovoltaico

Premessa

Per la fornitura di energia elettrica nel Lumassìn è stato pensato, sin dall'inizio della progettazione, di installare un sistema fotovoltaico. Data la mancanza di allacciamenti elettrici in sito, si è scelto un sistema isolato (*off-grid)*. In questi sistemi si affronta un grado di affidabilità più bassa rispetto ai sistemi connessi in rete: la mancanza di una connessione con la rete richiede la presenza di un sistema di accumulo potente, in grado di garantire un numero di giorni di autonomia ragionevole. Il sistema *off-grid* si potrebbe integrare ad altri fonti di energia ausiliari in modo da garantire la produzione di energia elettrica necessaria per coprire il fabbisogno anche in giorni in cui la radiazione solare non è sufficiente: scelta scartata poiché le alternative che sfruttano fonti rinnovabili (come un sistema eolico) sarebbero inadatte al sito, mentre un generatore diesel avrebbe un impatto ambientale che non giustificherebbe la scelta iniziale. Si deve comunque tener conto che il periodo di fruizione del *ciabòt* coincide con il periodo dell'anno di maggior radiazione solare: i giorni che richiederebbero l'autonomia del sistema si possono considerare un evento di probabilità più bassa in confronto a un sistema che viene sfruttato durante tutto l'arco dell'anno.
Per quanto riguarda il posizionamento dei pannelli solari, si è inizialmente ipotizzato la copertura di entrambe le falde del tetto o di quella a sud. L'associazione ha scelto invece di conservare l'aspetto estetico tradizionale dell'edificio e durante il cantiere dell'estate 2018 la struttura di copertura è stata coperta con un manto in *ciape*. In alternativa, si è scelto di posizionare i pannelli fotovoltaici sul *deck* esterno previsto sul lato ovest.
Vengono dunque riportati i calcoli del rendimento del sistema tenendo in conto di questo posizionamento e dei limiti che comporta (orientamento e area prefissate in base al progetto architettonico).
La ricerca preliminare sugli aspetti generali, le tipologie e i componenti di sistema dei sistemi fotovoltaici viene riportato in Appendice (pagine 256 - 265), mentre di seguito viene riportata la verifica del rendimento del sistema tramite il software PVGIS.

Pagina seguente:
Tabella 11. Carichi elettrici previsti nel Lumassìn.

Dati d'ingresso

Fabbisogno giornaliero di energia elettrica

Di seguito vengono riportati i carichi elettrici previsti e le relative quantità, divisi per tipologia.

Carichi previsti	Quantità
Illuminazione	
Lampade[1]	5
Elettrodomestici principali	
Cucina	
Frigo	1
Piano cottura[2]	-
Forno[2]	-
Forno a microonde	NP
Lavanderia	
Lavatrice[3]	NP
Asciugatrice[3]	NP
Riscaldamento	
Sistema di riscaldamento[4]	-
Aria condizionata	
Sistema di riffrescamento	NP
Sistema di raccolta dell'acqua piovana	
Pompa idraulica	1
Compost toilet	
Ventola di aerazione	1

Carichi previsti	Quantità
Dispositivi elettronici di consumo	
TV	NP
Modem Wi-Fi[5]	-
PC	NP
Dispositivi piccoli (portabili e semiportabili)	
Cucina	
Bolitore	NP
Tostapane	NP
Macchina caffé	NP
Casa	
Ventilatore	NP
Ferro a stiro	NP
Dispositivi elettronici	
Cellulare[6]	2
Laptop	1
Macchina fotografica, casse audio, tablet...	1
Cura personale	
Phon	1
Piastra per capelli, spazzolino elettrico...[7]	-

[1] tre al piano terra, due al primo piano
[2] soluzione a gas
[3] Per periodi di soggiorno più lunghi si prevede di usufruire del complesso di Cascina Crocetta.
[4] Nel caso di fruizione invernale è prevista una stufa di legna.
[4] soluzione a batterie
[6] utenza prevista di due persone
[7] uso occasionale trascurabile

NP = non presente

Il calcolo è stato effettuato su i consumi previsti nell'arco della giornata.

Carichi previsti	Nr.	Uso	W_n [kW]	W_{tot} [kW]	h/giorno	Energia [kWh]	Corrente
Lampade	5	F	0,0045	0,0225	4	0,09	AC
Frigorifero	1	C	0,01	0,01	24	0,24	DC
Cellulare	2	F	0,005	0,01	2	0,20	AC
Laptop	1	O	0,09	0,09	2	0,18	AC
Caricabatterie	1	O	0,005	0,005	2	0,01	AC
Phon	1	F	0,005	0,01	0,25	0,30	AC
Pompa idraulica	1	C	0,500	0,500	24	0,075	AC
Ventilatore CT	1	C	0,002	0,002	24	0,048	DC
Fabbisogno totale giornaliero [kWh]						0,963	

Tabella 12. Calcolo del fabbisogno giornaliero di energia elettrica.

Carichi previsti - dispositivi che richiedono il consumo di energia elettrica

Nr. - quantità di ogni dispositivo

Uso - frequenza di utilizzo: F - frequente, C - continuo, O - occasionale

W_n [kW] - potenza nominale del dispositivo espresso in kW

W_{tot} [kW] - potenza totale in kW (potenza nominale · quantità)

h/giorno - utilizzo del dispositivo nell'arco della giornata espresso in ore

Energia [kWh] - energia consumata dal dispositivo nell'arco della giornata (potenza totale · utilizzo; tranne per il calcolo del energia consumata dalla pompa idraulica riportato di seguito)

Corrente - tipologia di corrente utilizzata dal dispositivo: AC - corrente alternata, DC - corrente continua

Illuminazione (lampade LED)
Il valore di potenza nominale è un valore medio tra la potenza dei vari modelli di lampade a illuminazione LED in commercio. L'utilizzo si prevede per le ore serali (circa 4 ore, considerando il periodo estivo di fruizione). L'energia totale consumata è il prodotto tra la potenza totale (potenza nominale moltiplicata per la quantità di lampade) e l'utilizzo.

Frigorifero
Per limitare le perdite del sistema si è cercato di trovare dei dispositivi che funzionano in corrente continua. Essendo il frigorifero l'elettrodomestico a consumo più rilevante, la potenza nominale è un valore ricavato confrontando i vari modelli che funzionano a corrente continua disponibili in commercio. L'utilizzo durante i periodi di fruizione si ipotizza continuo (24 ore).

Cellulare, laptop, altre caricabatterie (macchina foto, casse audio...)
I valori riportati sono medie tra i vari modelli disponibili in commercio, mentre per l'utilizzo si riportano le ore necessarie per una ricarica.

Phon
Il valore di potenza nominale è un valore medio tra i vari modelli disponibili in commercio di tipologia portatile/da viaggio. Il tempo di utilizzo si ipotizza 15 minuti/giorno.

Ventilatore compost toilet
Il valore di potenza nominale del ventilatore del compost toilet è stato riportato dalla scheda tecnica del Nature's Head Compost Toilet. Il ventilatore funziona in corrente continua. Durante i periodi di fruizione rimane sempre acceso (24 ore).

Pompa idraulica[1]
Il valore dell'energia consumata dalla pompa idraulica viene stimato in base a un parametro chiamato intensità dell'energia espresso come unità di energia richiesta per l'utilizzo di un'unità di acqua. Negli studi teorici, che considerano i valori della potenza della pompa e i relativi tempi in modalità *stand-by*, di accensione e di pompaggio, il valore medio di questo parametro risulta 0,20 kW/m³, mentre valutazioni empiriche lo stimano fino a 1,20 kW/m³. Vieira *et ali.* (2014) stimano un valore di 0,60 kW/m³ come una media ragionevole da tener conto per calcolare i relativi consumi di energia elettrica per i sistemi di raccolta dell'acqua piovana localizzati in Europa (p. 238). Considerando questo parametro si è effettuato il calcolo seguente:

$$\text{Energia pompa idraluica} = 0{,}6\ \text{kW/m}^3 \cdot 0{,}125\ \text{m}^3 = 0{,}075\ \text{kW}$$

dove 0,6 è l'intensità di energia della pompa idraulica del sistema di raccolta dell'acqua piovana e 0,125 m³ (125 litri) è il fabbisogno giornaliero di acqua (vedi calcolo a pagina 157).

[1] *cfr.* A. S. Vieira, C. D. Beal, E. Ghisi, R. A. Steward. *Energy intensity of rainwater harvesting system: a review.* In: "Renewable and Sustainable Energy Reviews", Vol. 34, Giugno 2014, p. 225-242. ISSN 1364-0321.

Sistema di accumulo

Considerando il fabbisogno giornaliero di energia elettrica, approssimato a 1000 Wh, e un sistema di accumulo che funziona a 12 V, è stato calcolato il valore del corrente giornaliero richiesto:

$$I(t) = 1000\ Wh / 12\ V = 83{,}3\ Ah$$

Siccome si tratta di un sistema fotovoltaico isolato è necessario tener conto un valore di giorni di autonomia. In caso di giorni di fila nuvolosi quando la radiazione solare non basta per produrre l'energia necessaria a coprire l'intero fabbisogno, l'energia immagazzinata nelle batterie dovrebbe risultare sufficiente. Il numero di giorni di autonomia dipende principalmente da fattori climatici. Una stima empirica in base alla latitudine geografica è la seguente:

Giorni di autonomia dell'accumulo

Tabella 13. Giorni di autonomia del accumulo in base alla latitudine del sito[2].

Latitudine	Giorni di autonomia
0 - 30°	5 - 6
30 - 50°	10 - 12
50 - 60°	15

[2] A. McEvoy, T. Markvart, L. Castañer, *Practical Handbook of Photovoltaics. Foundamentals and Applications.* Elsevier Science, 2012. ISBN 978-0-12-385934-1

Il Lumassìn si trova in una latitudine di 44° 29 ' N: rientrerebbe dunque nella seconda categoria. Considerando che la tabella riportata si riferisce a sistemi medio - grandi, mentre nel nostro caso i consumi sono molto bassi, si può abbassare il numero di giorni di autonomia. Inoltre, il periodo di fruizione è quello estivo, durante il quale gli eventi di più giorni nuvolosi sono rari. Si è considerato un valore di 6 giorni di autonomia, di conseguenza l'accumulo deve avere una capacità di:

$$I^*(t) = 88{,}3\ Ah \cdot 6 = 529{,}8\ Ah$$

e una potenza di: $W(t) = 529{,}8 \cdot 12 = 6357{,}6\ Wh = 6{,}36\ kWh$

Considerando che le batterie devono sempre mantenere un livello minimo di carica per evitare il loro rapido degrado (assumibile solitamente a 40% per le batterie a piombo acido) il reale valore giornaliero del corrente sarebbe:

$$W^*(t) = 6{,}36\ kWh / 0{,}4 = 16\ kWh$$

Potenza di picco dei pannelli

La potenza di picco dei pannelli viene calcolata come il prodotto della potenza nominale di un pannello (fornita dal produttore) con il numero di pannelli installati. In base alla disposizione sul deck il numero dei pannelli per i quali è stata effettuata la verifica è 2. Per il valore di potenza nominale è stata considerata la scheda tecnica dei pannelli SunPower Serie X 22 - 360.

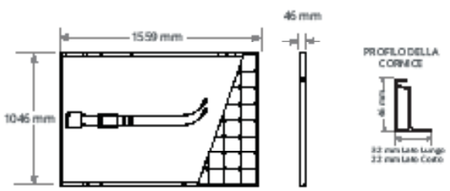
$$W_p = 360\ W \cdot 2 = 720\ W$$

Fig. 24. Scheda tecnica dei pannelli fotovoltaici SunPower Serie X 22 - 360.

DATI ELETTRICI	SPR-X22-360
Potenza nominale (Pnom)[11]	360 W
Tolleranza di potenza	+5/-0%
Efficienza media del modulo[12]	22,2%
Tensione al punto di massima potenza (Vmpp)	59,1 V
Corrente al punto di massima potenza (Impp)	6,09 A
Tensione a circuito aperto (Voc)	69,5 V
Corrente di cortocircuito (Isc)	6,46 A
Tensione massima del sistema	1000 V IEC & 600 V UL
Corrente massima del fusibile	15 A
Coeff. temp. potenza	-0,29% / °C
Coeff. temp. tensione	-167,4 mV / °C
Coeff. temp. corrente	2,9 mA / °C

TEST E CERTIFICAZIONI	
Test standard[13]	IEC 61215, IEC 61730, UL 1703 (Tipo2 classe di resistenza al fuoco)
Test di qualità	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004
Conformità EHS	RoHS, OHSAS 18001:2007, senza piombo, PV Cycle, REACH SVHC-163
Compatibilità Ambientale	Cradle to Cradle™ Silver
Test dell'ammoniaca	IEC 62716
Test di resistenza alle tempeste di sabbia	10.1109/PVSC.2013.6744437
Test di resistenza all'acqua salata	IEC 61701 (livello massimo superato)
Test PID	Assenza di degradazione indotta dalla tensione: 1000 V[9]
Catalogazioni Disponibili	TUV, UL, MCS, CEC

CONDIZIONI OPERATIVE E DATI MECCANICI	
Temperatura	-40° C to +85° C
Resistenza all'impatto	Grandine del diametro di 25 mm a una velocità di 23 m/s
Aspetto	Classe A+
Celle solari	96 celle monocristalline Maxeon di III generazione
Vetro	Vetro temperato ad alta trasmissione
Scatola di giunzione	IP-65, MC4
Peso	18,6 kg
Carico massimo	Vento: 2400 Pa, 244 kg/m² fronte e retro Neve: 5400 Pa, 550 kg/m² fronte
Cornice	Alluminio anodizzato nero classe 1, massima classificazione AAMA



Dati inseriti

Coordinate geografiche

Il software richiede l'inserimento delle coordinate geografiche del luogo.

Latitudine: 44° 29' 36'' N
Longitudine: 8° 10' 16'' E

Database di radiazione solare

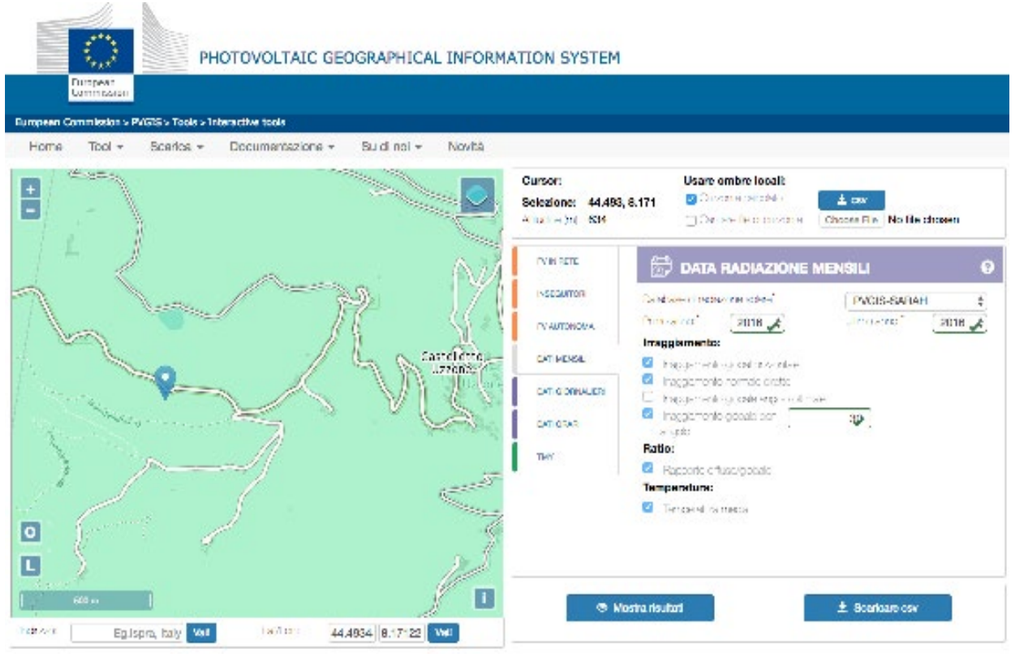
PVGIS SARAH: Questi dati sono calcolati dall'elaborazione di immagini satellitari tramite un algoritmo sviluppato appositamente. I dati sono disponibili per l'Europa, l'Africa e una parte del Sud America per il periodo 2005-2016.

Angolo di inclinazione dei pannelli

L'angolo di inclinazione dei pannelli rispetto all'orizzontale è di 30°.

Risultati

Fig. 25. Schermata dei valori inseriti per il calcolo dell'irraggiamento solare mensile in PVGIS.



Il sistema utilizza i dati incorporati sull'orizzonte locale per stimare l'effetto delle ombre da colline e montagne nei dintorni, che potrebbero compromettere l'efficienza del sistema. Il grafico dell'orizzonte è un grafico polare con tracciato l'altezza del sole a giugno e a dicembre. Per un dato luogo è comparabile a un immagine *fish eye* che cattura tutto l'orizzonte.

Gli output del calcolo della radiazione mensile sono:
- l'irraggiamento globale orizzontale
- l'irraggiamento normale diretto
- l'irraggiamento globale per un angolo dato (angolo d'inclinazione dei pannelli).

Grafico dell'orizzonte

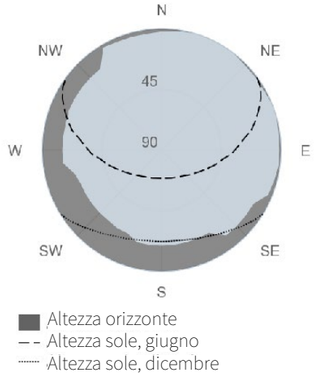
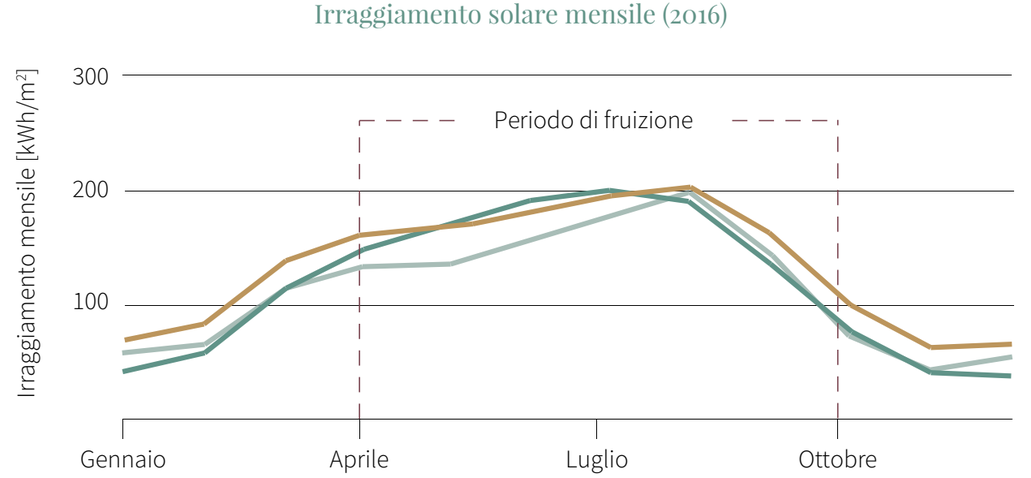


Fig 26. Grafico dell'orizzonte

Diagramma 11. Valori dell'irraggiamento solare riferiti all'anno 2016.



Calcolo del rendimento del sistema

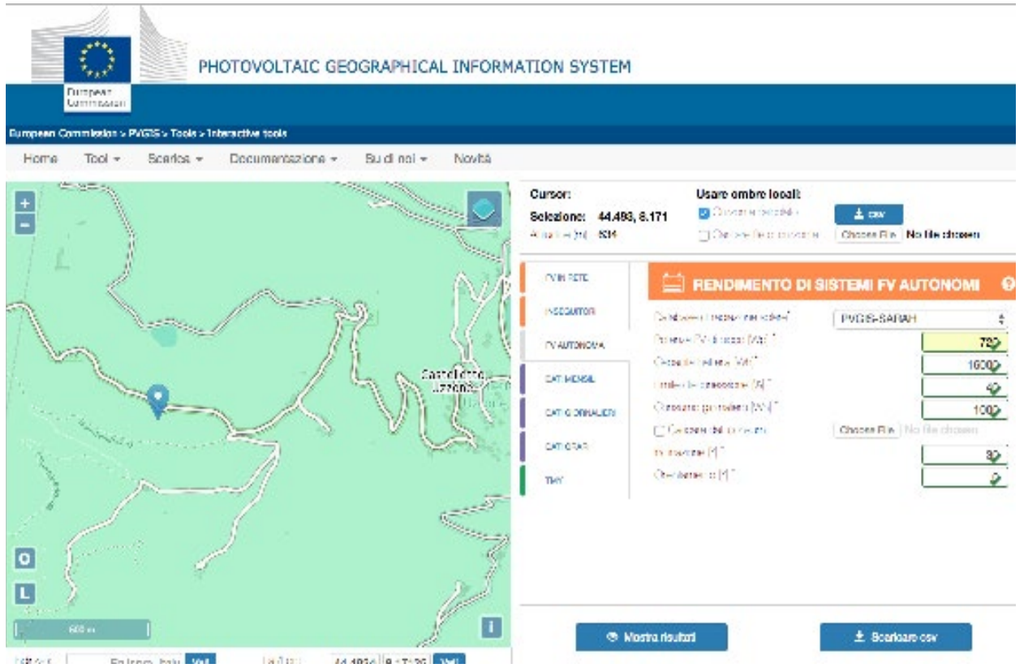


Fig. 27. Schermata dei valori inseriti per il calcolo del rendimento del sistema in PVGIS.

Dati inseriti

Coordinate geografiche: Latitudine: 44° 29' 36'' N; Longitudine: 8° 10' 16'' E
Database di radiazione solare: PVGIS SARAH
Orizzonte: calcolato (fig. 26)
Angolo di inclinazione dei pannelli: 30°
Angolo di orientamento dei pannelli: 0° (sud)
Potenza di picco [W_p]: 720 W
Capacità batteria: 16000 Wh
Limite disconnessione: 40%
Consumo giornaliero: 1000 Wh

Output del calcolo

Valore medio dell'energia mancante: 388.61 Wh
Valore medio dell'energia non utilizzata: 1865.48 Wh
Percentuale dei giorni con batteria piena: 59.91 %
Percentuale dei giorni con batteria vuota: 5.04 %

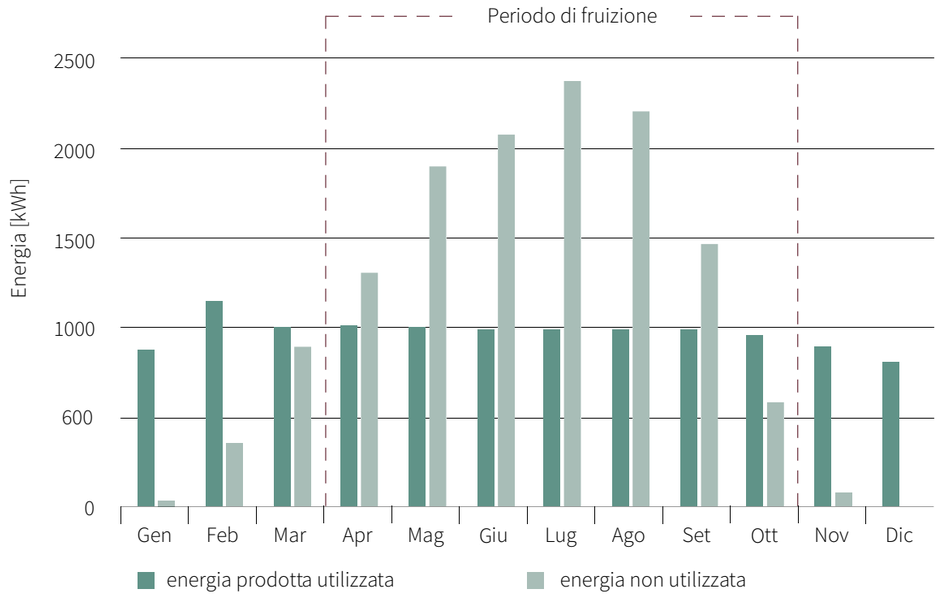


Diagramma 12. Valori mensili dell'energia prodotta utilizzata per coprire il fabbisogno (in verde scuro) e dell'energia non utilizzata (in verde chiaro).

I risultati del calcolo effettuato dimostrano che la produzione di energia elettrica dei pannelli fotovoltaici previsti copre il fabbisogno per tutto il periodo di fruizione considerato (aprile - maggio). I valori di energia prodotta dai pannelli e non utilizzata sono elevati: il sistema risulta sovradimensionato. Considerando che il fabbisogno di energia elettrica è stato calcolato per dispositivi ad alta efficienza, mentre la scelta da parte della gestione può risultare diversa per motivi economici, e inoltre che i consumi reali sono poco prevedibili in quanto dipendono, per una buona parte, dalle abitudini degli utenti, il risultato è accettabile in quanto il surplus di energia prodotta può essere utile per coprire un fabbisogno reale eventualmente più alto.

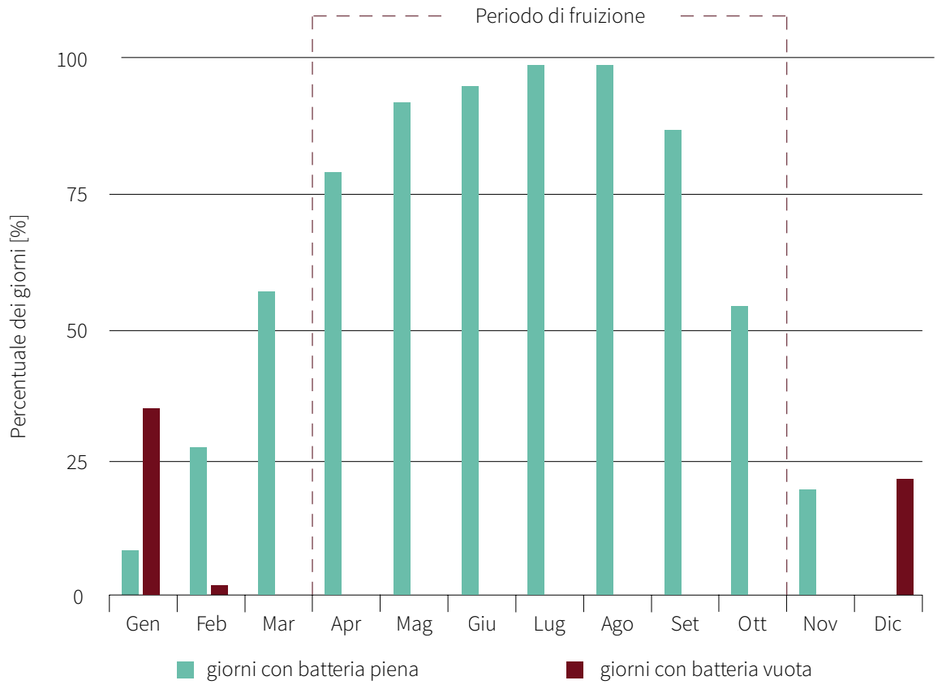


Diagramma 13. Valori mensili del percentuale di giorni con batteria vuota e con batteria piena.

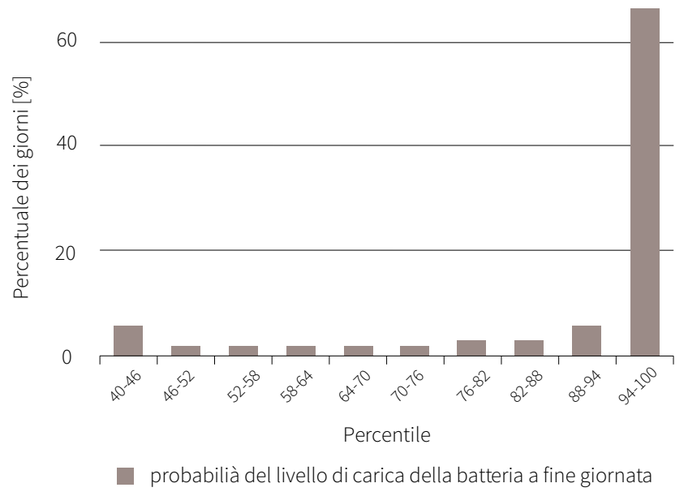


Diagramma 14. Calcolo della probabilità dello stato di batteria (livello di carica) a fine giornata.

Mese	E_d	E_l	F_f	F_e
Aprile	1021,44	1313,17	79	0
Maggio	1002,68	1903,39	92	0
Giugno	1000,38	2083,39	95	0
Luglio	999,75	2384,69	99	0
Agosto	997,26	2384,49	99	0
Settembre	991,80	1473,98	87	0
Ottobre	960,54	591,55	54	0

Tabella 11. Risultati numerici del calcolo del rendimento del sistema fotovoltaico per i mesi di fruizione previsti.

E_d: media giornaliera di energia prodotta e consumata [Wh/giorno]
E_l: media giornaliera di energia non sfruttata [Wh/giorno]
F_f: percentuale di giorni con batteria piena [%]
F_e: percentuale di giorni con batteria vuota [%]

Nel periodo di fruizione considerato non ci sono giorni con batteria vuota. Inoltre, la percentuale dei giorni con batteria piena è molto alta (sopra gli 87%, ad eccezione del mese di ottobre durante il quale ci sono 54% di giorni con batteria piena). L'energia prodotta dal sistema risulta sufficiente per caricare le batterie ad un livello soddisfacente; ne consegue che il sistema ha un grado di autonomia accettabile per assicurare la fornitura dell'energia elettrica immagazzinata nelle batterie durante eventuali giorni nuvolosi.

Considerazioni finali

Il calcolo del rendimento del sistema fotovoltaico tramite PVGIS dimostra che l'energia prodotta dai due pannelli previsti orientati a sud con un'inclinazione di 30° è sufficiente per coprire il fabbisogno durante il periodo di fruizione considerato (ottobre - aprile). Il sistema di accumulo risulta sufficiente per garantire la copertura del fabbisogno anche in giorni nuvolosi.
Considerando il surplus di energia prodotta e non sfruttata, si potrebbe pensare di installare anche un unico pannello; ipotesi scartata in quanto due pannelli garantiscono maggiormente la copertura di un'eventuale fabbisogno reale più grande rispetto a quello calcolato e soddisfano inoltre le esigenze estetiche e tecniche che riguardano la progettazione architettonica del *deck* sul quale saranno posizionati (vedi Capitolo 9 - Previsioni future in pagine 226 - 233).

8.4. Il compost toilet

Quadro normativo

L'Italia ad oggi non ha adottato alcuna norma che riguardi l'installazione dei compost toilet.

Metodologia di ricerca e di scelta

Per scegliere la tipologia di compost toilet adatta al progetto di recupero del Lumassìn, si è data risposta a una serie di domande.

Si è effettuata la ricerca effettuata sugli aspetti generali dei compost toilet, che si sono classificati in quattro categorie in base al principio di funzionamento:
- compost toilet a camera unica
- compost toilet a camere multiple
- toilet a secchio o bidone rimovibile (seguito da una camera di compostaggio)
- compost toilet meccanici.

Per ogni tipologia sono stati analizzati cinque aspetti:
- principi di funzionamento
- utilizzo e manutenzione
- aspetti igienici e accettabilità
- applicabilità
- costi

e sono state descritte alcuni modelli e buone pratiche.
In base a questa analisi è stata compilata una tabella dei pro e contro di ogni tipologia per scegliere quella più adatta alle esigenze. La ricerca e l'analisi comparativa si riportano in Appendice (pagine 266 - 302).

Considerazioni di progetto: requisiti

Cesso dentro o fuori?	spazio	Dentro, al piano terra.
Spazio disponibile?	spazio	**XS**
Frequenza d'uso (continuo/occasionale/stagionale)?	utilizzo	Uso stagionale/occasionale.
Numero utenti?	utilizzo	
Coinvolgimento degli utenti?	utilizzo	Basso.
Livello di manutenzione?	utilizzo	Basso.
Livello di comfort richiesto?	utilizzo	★★★★☆
Consumo di elettricità?	utilizzo	Zero/basso.
Consumo di acqua?	utilizzo	Zero.
Affidabilità?	utilizzo	Alta.
Uso del prodotto finale?	utilizzo	Fertilizzante per piante non edibili (piante ornamentali e alberi).
Costo?	budget	Medio.

In base ai criteri di scelta determinati e tenendo in conto le esigenze, è stato scelto di utilizzare un compost toilet meccanico. I fattori che hanno maggiormente influenzato questa scelta sono da un lato il posizionamento del gabinetto al piano terra e il piccolo spazio disponibile (scartando molte soluzioni) e dal altro la necessità di avere una bassa manutenzione e un basso coinvolgimento degli utenti senza compromettere il comfort. Inoltre, la gamma di prezzi rispetta i limiti del budget.

8.5. Il trattamento delle acque reflue

Premessa

La definizione di "scarico" viene data dal articolo 74 del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, intitolato "Norme in materia ambientale", come segue:
"qualsiasi immissione di acque reflue in acquee superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquietante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione".
Lo stesso articolo distingue le tipologie di acque reflue in tre categorie, rispettivamente: acque reflue urbane, acque reflue industriali e acque reflue domestiche. L'ultima categoria è quella di interesse nel caso del Lumassìn, in quanto la definizione della normativa è la seguente:
"acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche".
Essendo previsto l'installazione di un compost toilet, lo scarico delle acque reflue riguarda solo le acque grigie (acque provenienti da lavelli, lavastoviglie, lavatrici, docce, bidet e ogni acqua non contaminata da deiezioni). Il Lumassìn è ubicato in una zona non servita da pubblica fognatura (distanza dalla pubblica fognatura maggiore del limite normativo di 100m); in assenza dell'obbligo di allaccio è stato previsto lo scarico fuori fognatura con subirrigazione. Il sistema è adatto in quanto il terreno è permeabile e argilloso.

Il sistema di subirrigazione con pozzetto degrassatore

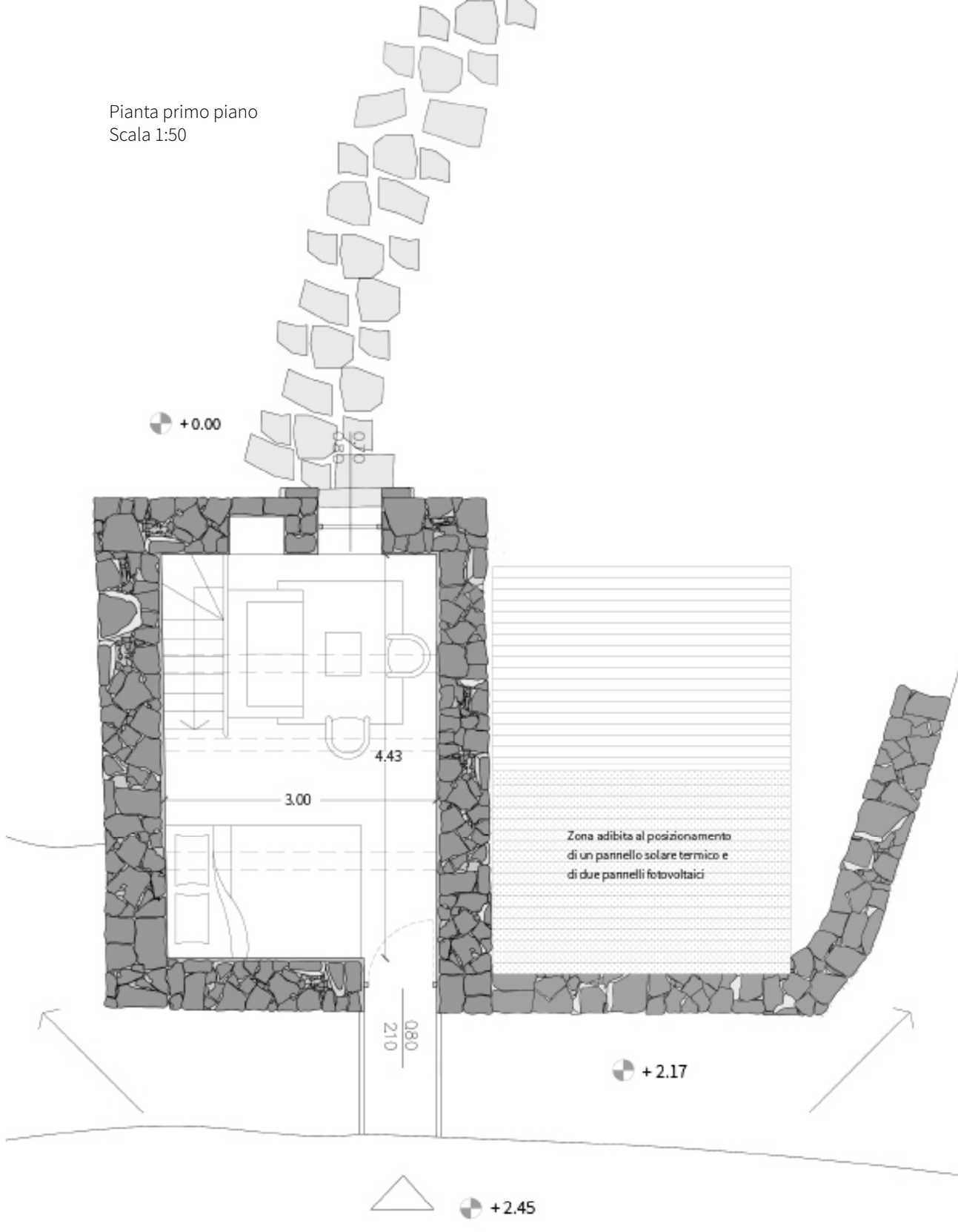
Il sistema di dispersione per subirrigazione può essere effettuato nel caso del Lumassìn, trattandosi di eccessiva onerosità e di benefici ambientali rispetto ad altri tipi di scarico.
Le norme tecniche per la realizzazione del sistema sono previste nel Allegato 5 della Delibera del Comitato interministeriale del 04.02.1977.
Il sistema consiste nell'immissione delle acque depurate, tramite tubi in PVC di diametro 100 - 120 mm disposti in trincee, sotto la superficie del terreno. L'acqua viene distribuita dalle condotte e fuoriesce attraverso apposite aperture, risalendo nel terreno per infiltrazione e capillarità. Le trincee devono essere profonde 60 - 80 cm e vengono riempite di pietrisco nella parte inferiore, mentre le condotte vengono posizionate con una pendenza fra 0,2 e 0,5 % in uno strato di ghiaione e coperte dello stesso materiale per un spessore di circa 10 cm. Prima del rinterro deve essere posizionato un foglio di tessuto non tessuto traspirabile per impedire l'intasamento del terreno sovrastante garantendo allo stesso tempo l'areazione del sistema.
Il sistema di subirrigazione è comunemente completato da un pozzetto degrassatore, una fossa Imoff e un pozzetto dotato di sifone di cacciata. Trattandosi di trattamento delle solo acque grigie l'impiego di una fossa Imoff non è necessario.
Il degrassatore statico separa l'acqua dai grassi provenienti da contenuti dei saponi e dei rifiuti della cucina. Deve avere una dimensione di 50 litri per abitante equivalente e, in ogni caso, di almeno 0,25 m^3(nel caso del Lumassìn si può installare un degrassatore di dimensione minima, in quanti si tratti di 2 a.e.). Si può valutare, in alternativa, un degrassatore biologico, che degrada e trasforma in acqua e anidride carbonica le acque grigie, in quanto non necessita di manutenzione.
Il pozzetto di cacciata serve per garantire una distribuzione uniforme dell'acqua lungo la condotta e per agevolare l'ossigenazione e l'assorbimento dal terreno, assicurando un determinato intervallo di tempo tra una immissione nella rete di subirrigazione e l'altra.

9. Previsioni future

9.1. *DECK* PREVISTO SUL LATO OVEST

Posizionamento dei pannelli solari

I pannelli solari termici e fotovoltaici saranno installati sulla falda esposta a sud del deck. Prima dell'installazione, sarà necessario accertarsi che non ci siano fenomeni di ombreggiamento sui pannelli e che l'uno non proietti ombra sull'altro, in questo modo si possono evitare perdite di rendimento del campo solare, che il raggiungimento dei pannelli, ai fini manutentivi, sia agevole e ci si possa accedere facilmente, che sia fissata adeguatamente alla struttura di sostegno e che il tetto stesso sia in grado di sopportare il carico applicato. L'inclinazione dei pannelli risulterà essere equivalente a quella della falda in questione (30°).
L'installazione prevede l'utilizzo di staffe: i collettori saranno fissati mediante fori predisposti sul sistema.

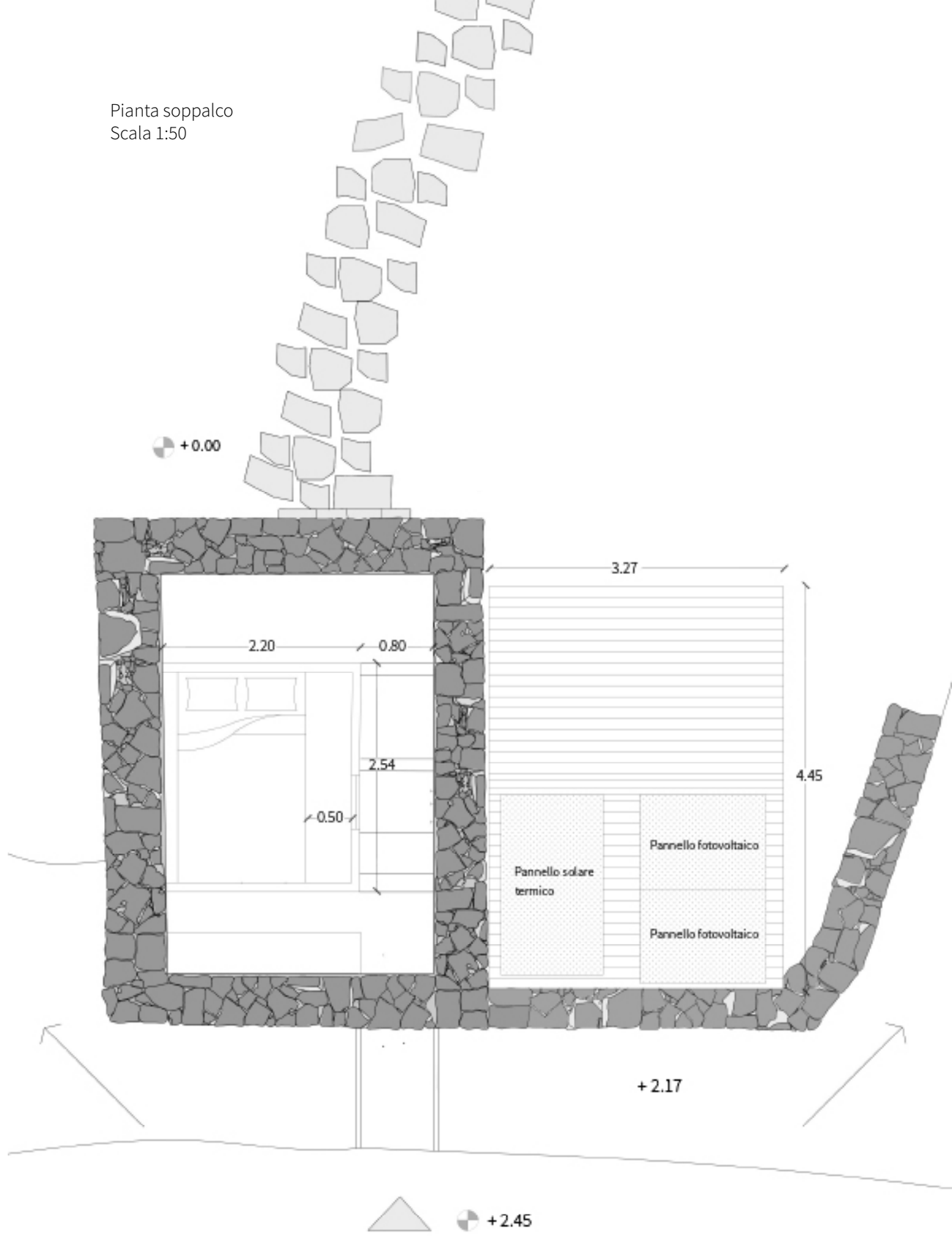


9.2. Piano soppalcato

Il soppalco

Di fianco si riporta la pianta di un eventuale soppalco previsto (scala 1:50). Il soppalco viene collegato con il primo piano tramite una scala a pioli.
Inoltre, è consigliato sostituire la scala fissa prevista al primo piano con un'altra a pioli per guadagnare più spazio libero.

Pianta soppalco
Scala 1:50



Parte terza - Un altro *ciabòt*

«Un'architettura può essere considerata architettura di sopravvivenza se non rende difficili (o, piuttosto, se facilita) la produzione di cibo, l'approvvigionamento di acqua, la protezione climatica, la salvaguardia dei beni privati e collettivi, l'organizzazione dei rapporti sociali e la soddisfazione estetica di ciascuno.
Non vi è architettura tradizionale di lunga durata che non rispetti questi criteri [...]»

Yona Friedman, *L'architettura di sopravvivenza*. 2006

Foto pagina 196: Sommità dei muri del *ciabòt situato* nei pressi di Casa Piano Soprano.

Foto: Redina Mazelli. Settembre 2018.

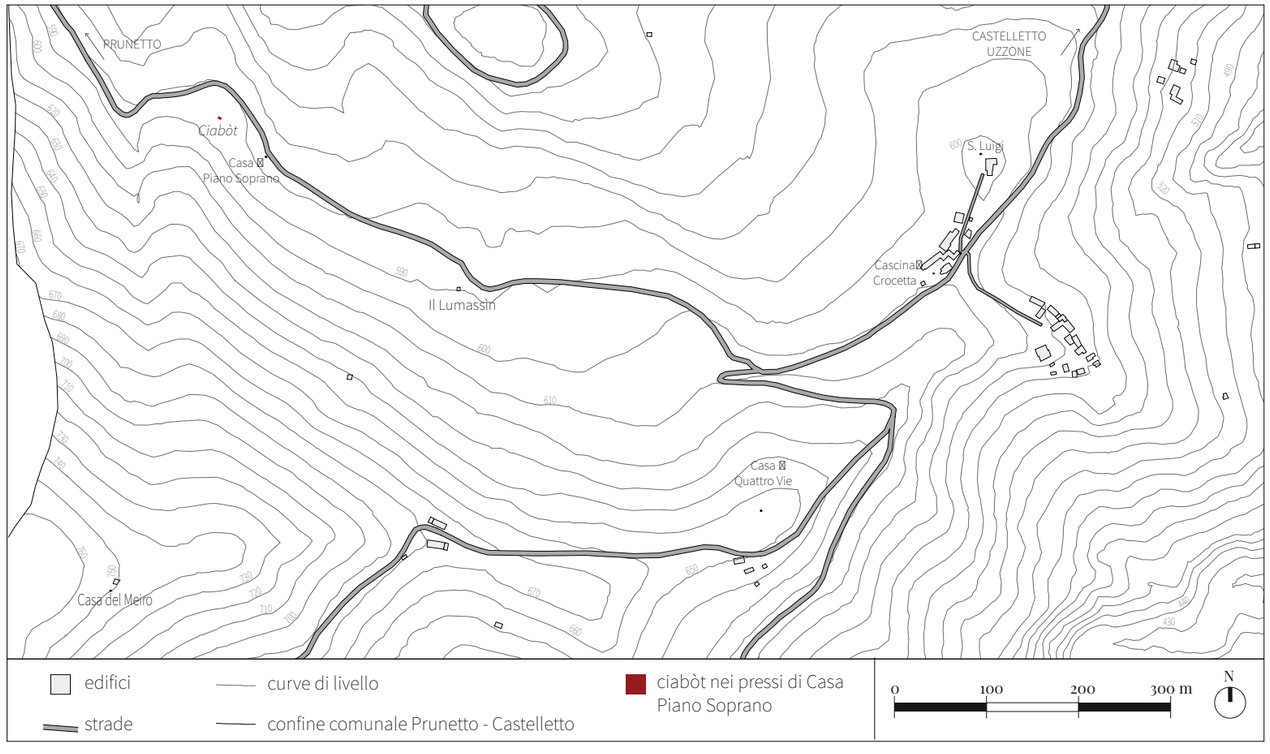


Fig.28. Inquadramento del *ciabòt* nel Comune di Castelletto Uzzone.

Fonte: Elaborazione di estratto di mappa vettoriale BDTRE 2018 - Database Geotopografico (*shapefile* su taglio comunale) del Regione Piemonte, scaricabile da www.geoportale.piemonte.it.

1o. Stato di fatto

In basso: Primo giorno del rilievo metrico.

Foto: Lorenzo Serra.

Pagina seguente: In alto, articolazione del piano di rilievo. In basso, secondo giorno: rilievo dell'interno.

Foto: Lorenzo Serra (in alto) e Alessandra Renzulli (in basso).

Fase di campagna

1° Giorno	2° Giorno
Data: 26 marzo 2018	**Data:** 17 aprile 2018
Presenti: Nadia Battaglio (architetto, tutor didattico BDF) Lorenzo Serra (architetto, tutor didattico BDF) Redina Mazelli (tesista) Alessandra Renzulli (tesista)	**Presenti:** Redina Mazelli (tesista) Alessandra Renzulli (tesista)

La campagna di rilievo è stata svolta in due giorni, per riuscire a prendere le misure dettagliate sia all'esterno che all'interno del *ciabòt*.
Durante il primo giorno è stato articolato un piano di rilievo ed è stato effettuato il rilievo fotografico (foto del contesto, dell'edificio e di dettaglio, evidenziando lo stato di conservazione). Si è poi proceduto con la redazione degli schizzi per gli eidotipi come supporto per le annotazioni metriche delle misure prese successivamente all'esterno.
Durante il secondo giorno sono state prese misure dettagliate all'interno e misure complementari all'esterno, oltre a essere stata completata la documentazione fotografica.

Elenco foto:

Pagina 204, in alto: Vista dal *ciabòt* dal lato sud - est.
In basso: Vista del lato nord - est.

Pagina 205, in alto: Vista dal lato nord.
In basso: Prospetto sud - ovest.

Pagina 206, in alto: Vista dall'interno dell'ingresso principale (a sinistra) e della crepa presente sul muro sud - est (a destra).
In basso: Spanciamento concavo dall'interno del muro sud - ovest della cellula principale.

Pagina 207, in alto: A sinistra, vista dall'interno del muro nord-est. A destra, crollo di alcuni elementi lapidei del muro nord - ovest al di sotto della nicchia presente al piano terra.
In basso: Apertura presente nel timpano del muro nord - ovest della cellula principale.

Pagina 208, in alto: A sinistra, vista del prospetto principale (sud - est) dell'ampliamento. A destra, nicchia presente sul muro nord - ovest.
In basso: Vista delle nicchie presenti sul muro nord - est e piccola apertura nel prospetto principale dalla porta d'ingresso. Il serramento in legno è ancora presente.

Foto: Redina Mazelli e Alessandra Renzulli.

Il rilievo è stato realizzato mediante l'utilizzo di strumenti semplici, quali flessometri a nastro metallico, bindella a nastro flessibile, staggia e livella a bolla, e di un distanziometro laser.
Il rilievo dell'esterno è stato eseguito partendo dal prospetto principale (sud-est) e procedendo in senso antiorario. Per facilitare la lettura delle annotazioni, il nucleo principale e l'ampliamento sono stati disegnati separati. La misura delle lunghezze in pianta è stata effettuata con il metodo delle misure parziali, misurando il valore metrico delle singole parti e del totale per verifica. Per prendere le misure in altezza si è partiti da un piano orizzontale (in rosso) passante da un punto prefissato dello spigolo sud. Le misure prese sono le distanze verticali da questo piano di riferimento al terreno (in basso) e al coronamento dell'edificio (in alto). Per motivi pratici il piano di riferimento è stato cambiato: il nuovo piano di riferimento (in verde) coincide con la linea d'imposta del tetto dell'ampliamento. Ai fini della restituzione grafica corretta è stata annotata la sua distanza dal piano iniziale. Sono stati inoltre annotati le deformazioni più rilevanti e le misure relative (la crepa sul muro sud-est e gli spanciamenti sui muri nord-ovest e sud-ovest della cellula principale.

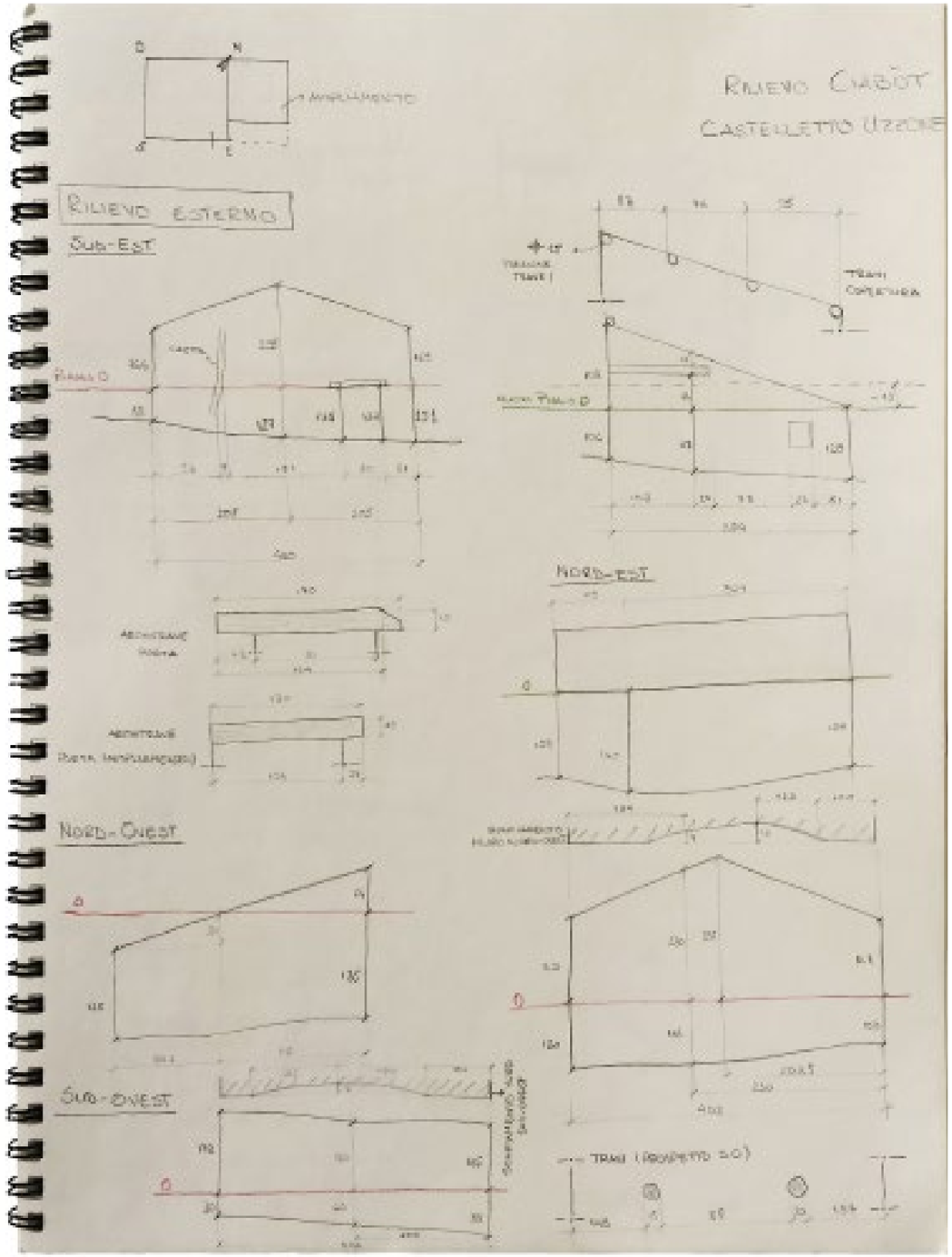
Il rilevamento delle misure interne è stato effettuato con lo stesso metodo. In pianta è stato utilizzato il metodo delle trilatazioni misurando ciascun lato e le due diagonali. Nella cellula principale sono state misurate distanze in altezza relative al piano di riferimento (in rosso) e alla sporgenza delle pietre in corrispondenza del livello del secondo piano (atta a reggere probabilmente un solaio demolito/crollato). Inoltre, sono state prese le misure dell'architrave della porta, delle nicchie presenti, e delle travi rimanenti.
Nell'ampliamento sono state prese, oltre alle misure principali in pianta e in altezza, le misure delle aperture, delle nicchie e delle travi lignee del tetto.

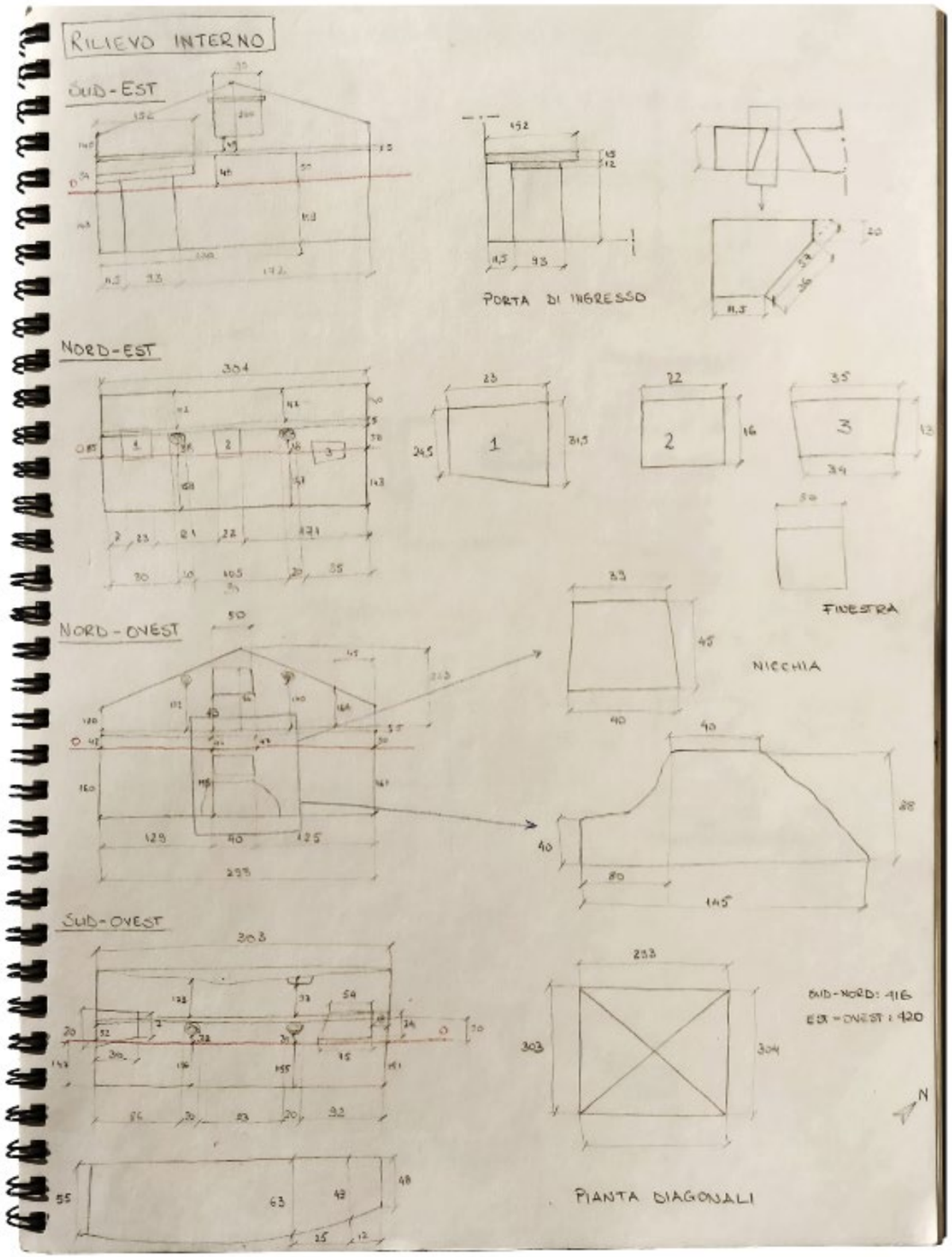
Pagine seguenti: Fig. 29. Eidotipi del rilievo effettuato all'esterno.

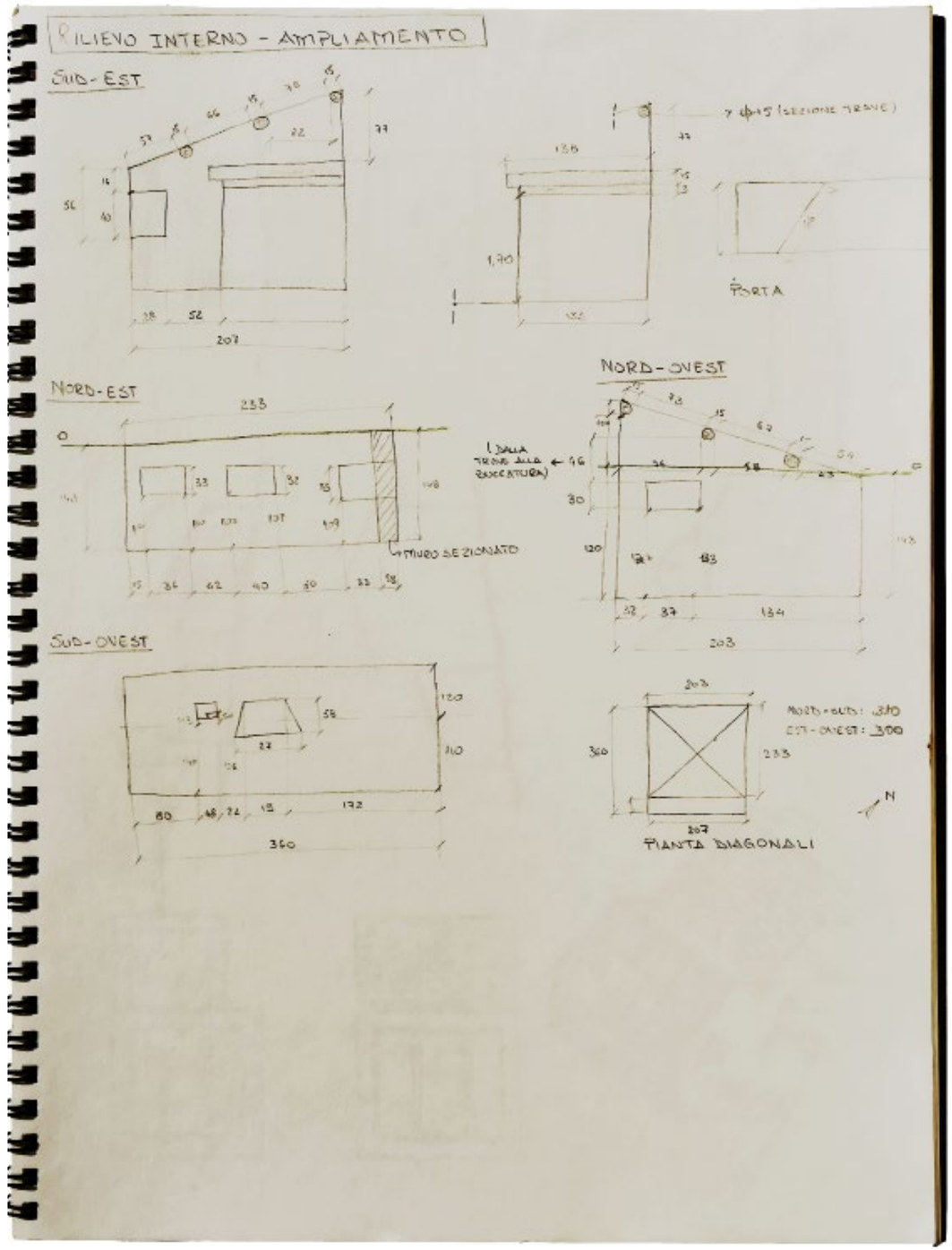
Fig. 30. Eidotipi del rilievo effettuato all'interno della cellula principale.

Fig. 31. Eidotipi del rilievo effettuato all'interno dell'ampliamento.

In rosso il piano principale di riferimento e in verde il piano secondario di riferimento.



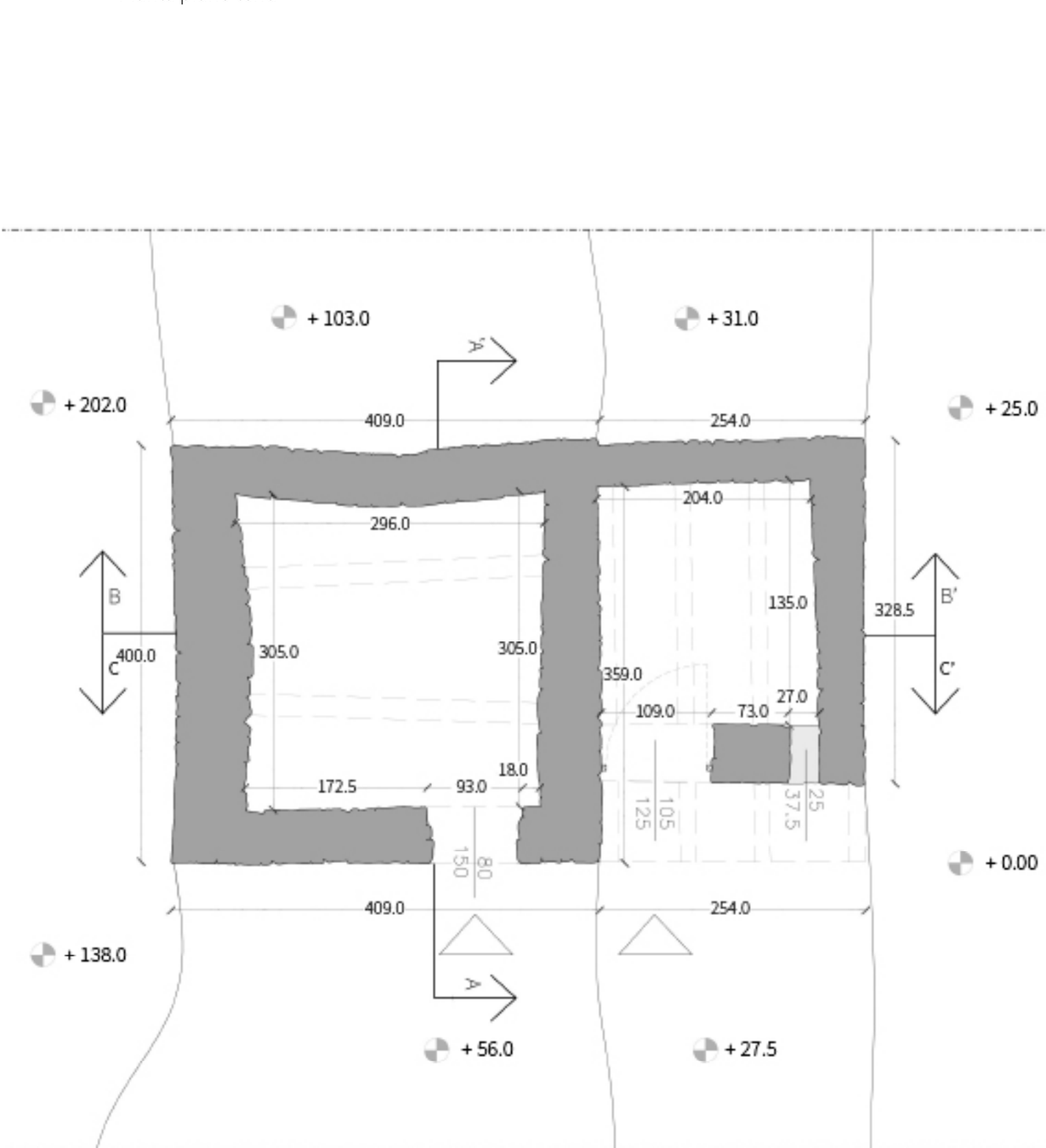

RILIEVO INTERNO
SUD-EST
PORTA DI INGRESSO
NORD-EST
FINESTRA
NORD-OVEST
NICCHIA
SUD-OVEST
PIANTA DIAGONALI


RILIEVO INTERNO - AMPLIAMENTO
SUD-EST
PORTA
NORD-EST
NORD-OVEST
SUD-OVEST
PIANTA DIAGONALI

La restituzione in scala 1:50

Pianta piano terra

Pianta primo piano



Legenda

N

Pietra in prospetto

Pietra sezionata

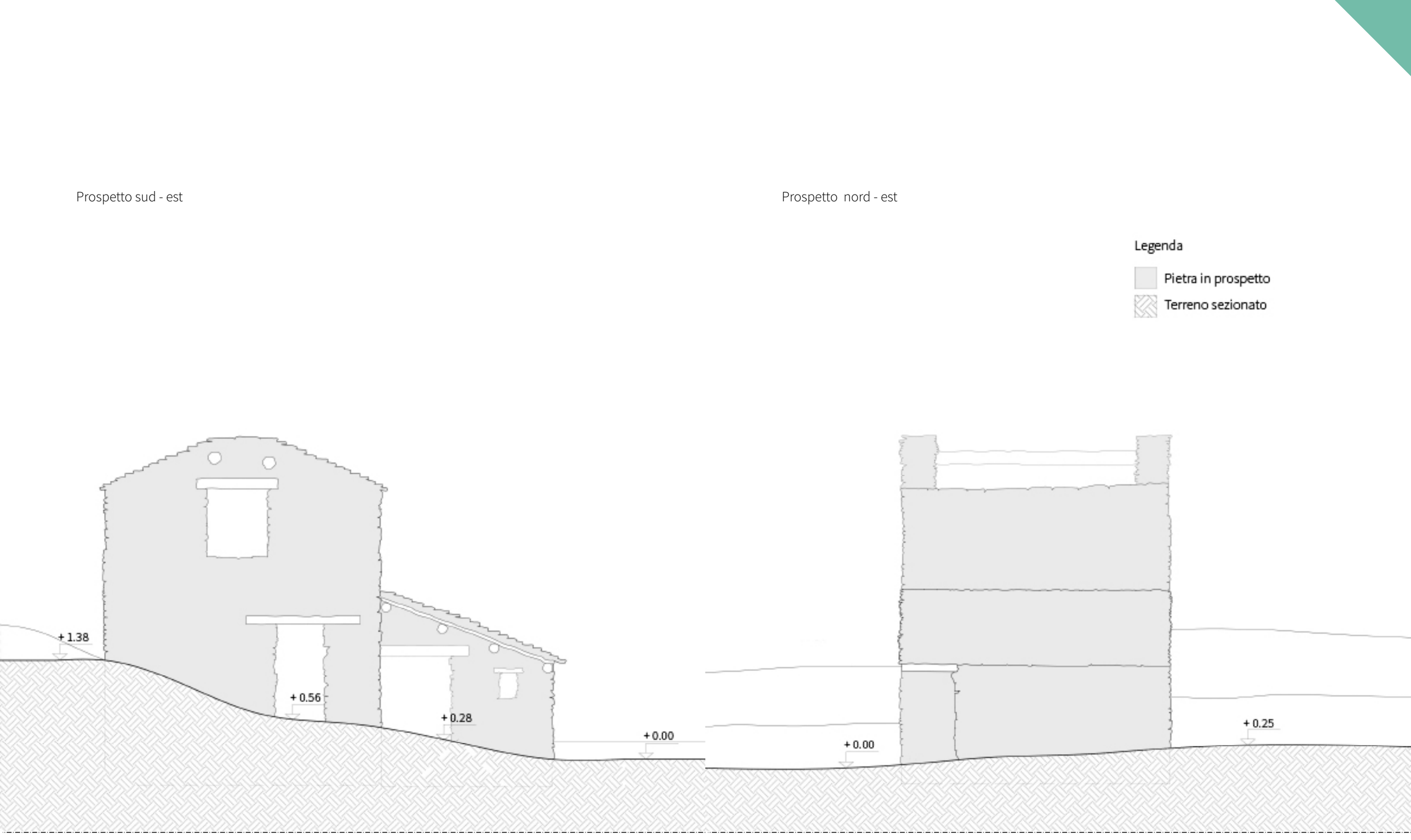
Prospetto sud - est

Prospetto nord - est

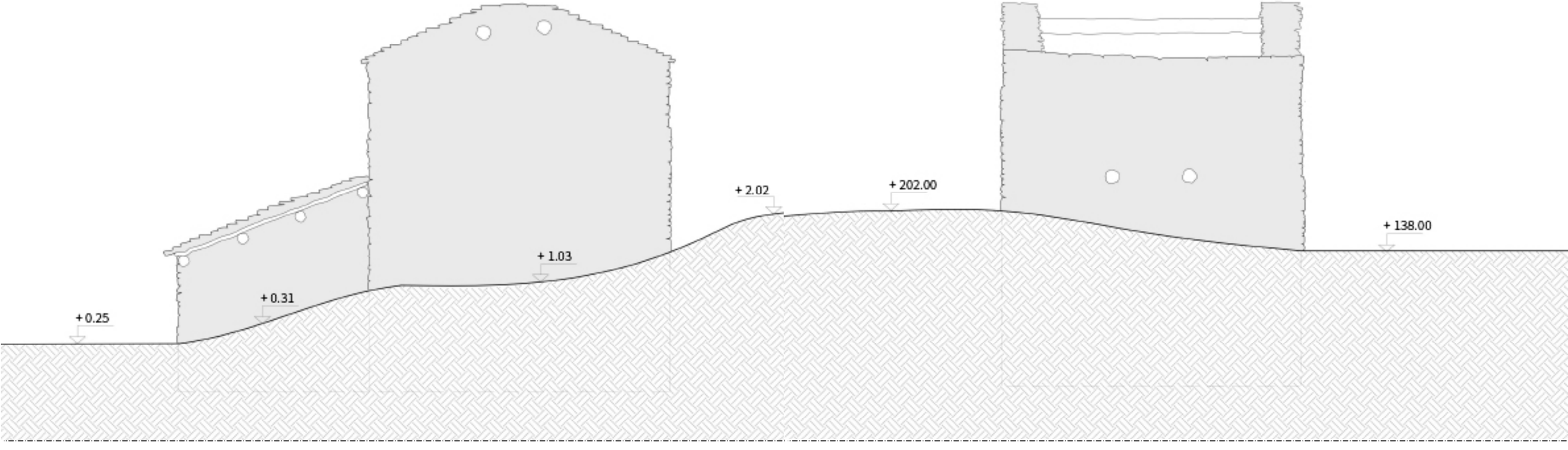
Legenda

Pietra in prospetto

Terreno sezionato

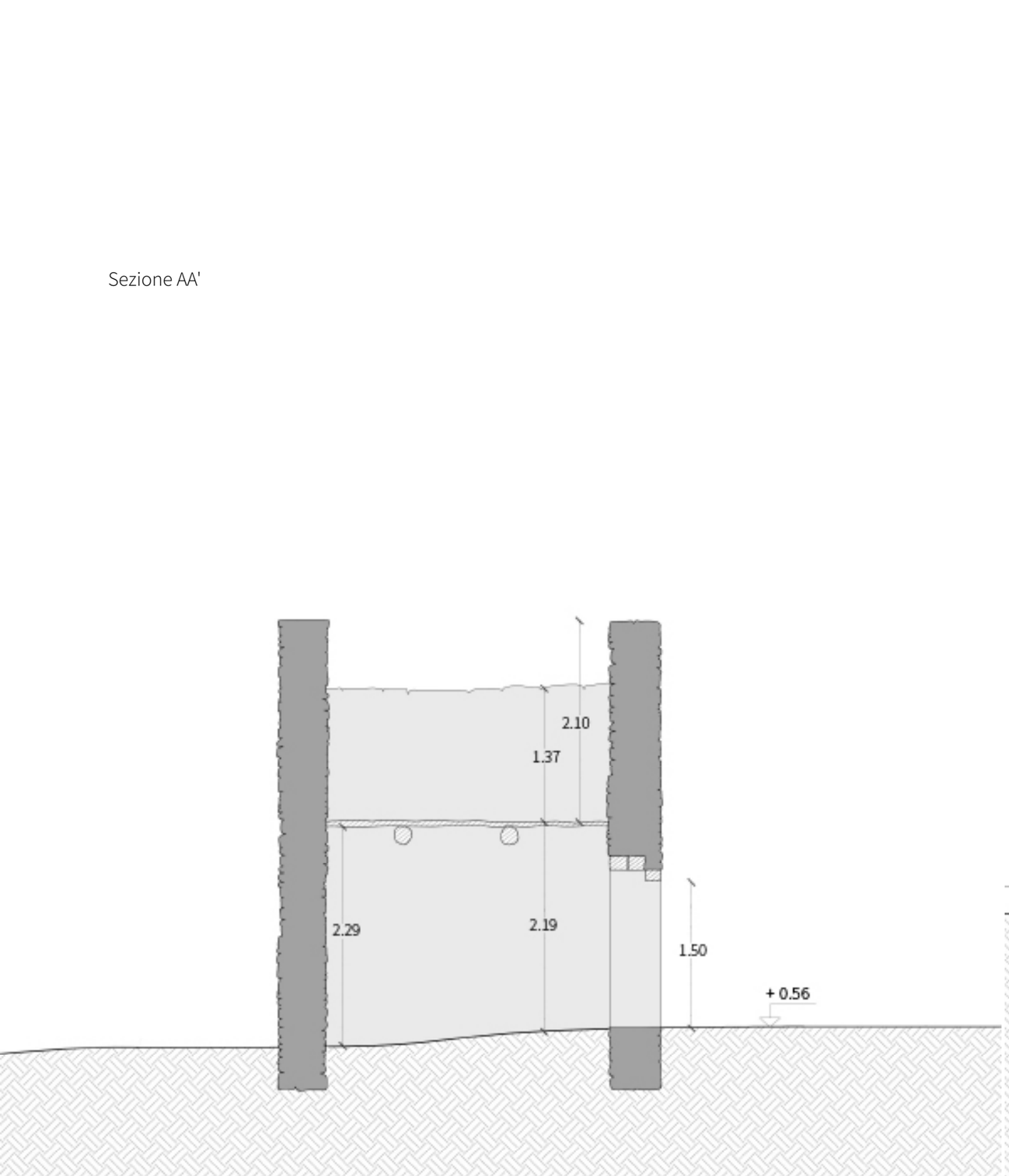


Prospetto nord - ovest

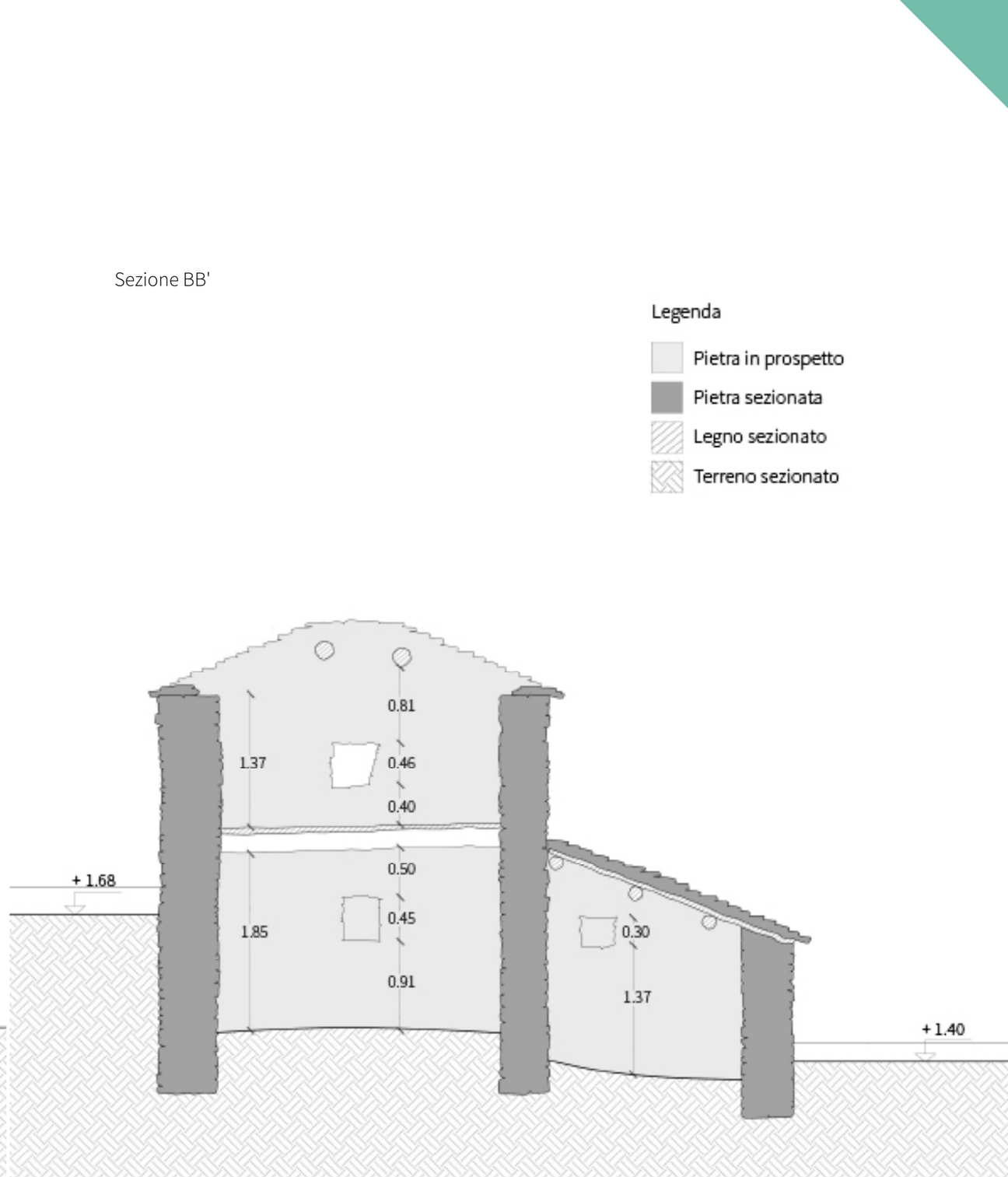


Prospetto sud - ovest

Sezione AA'



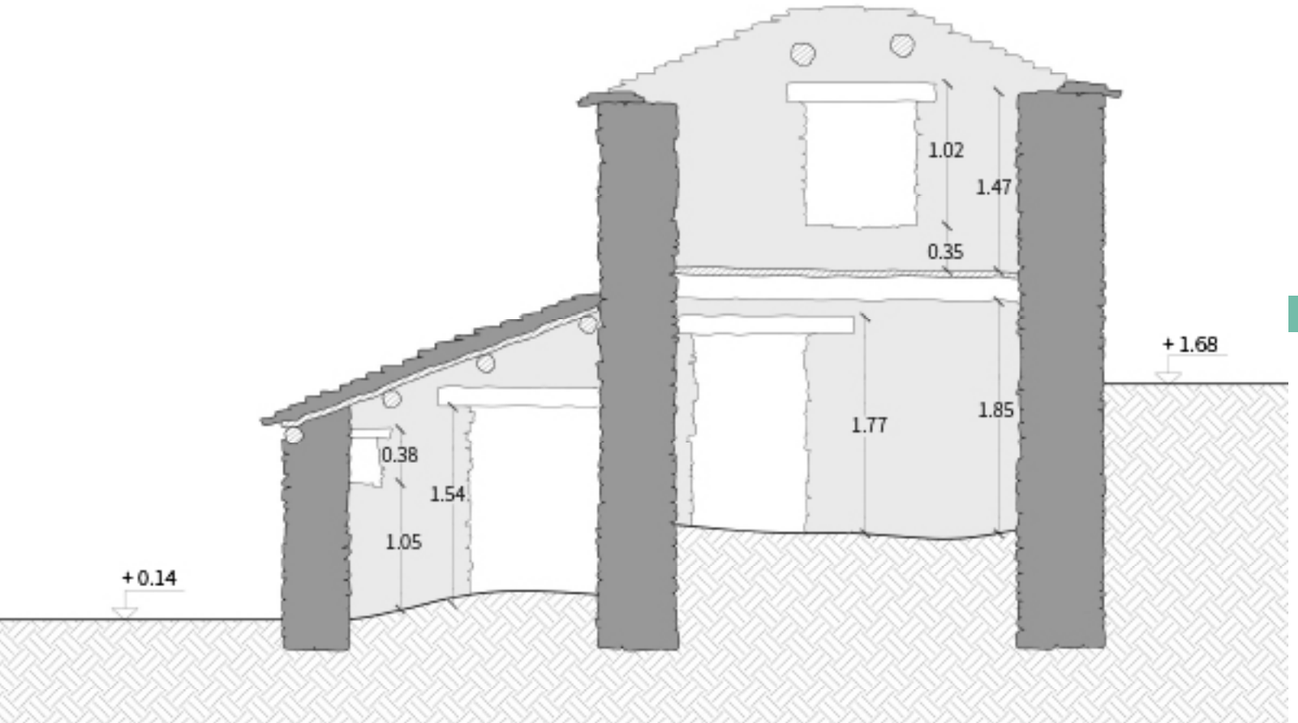
Sezione BB'



Legenda

- Pietra in prospetto
- Pietra sezionata
- Legno sezionato
- Terreno sezionato

Sezione CC'



Conclusioni

Inquadramento

Il *ciabòt* si trova nei pressi della Casa Piano Soprano, una casa in stato di abbandono a tre piani fuori terra in bordo alla strada provinciale Prunetto - Castelletto Uzzone, e appartiene alla stessa proprietà; si tratta di una parte del medesimo complesso. Ci si arriva da un sentiero a pochi metri di distanza, immergendosi nel bosco di castagne e salendo in un percorso di circa 50 m. Il pendio su cui è situato è a 590 m s.l.m. e sul lato est, dove il terreno scende ripidamente al livello stradale, si può ammirare il paesaggio delle colline di fronte.

Casa Piano Soprano. Vista dal campo in valle della strada Prunetto - Castelletto Uzzone.

Foto: Alba Mazelli. Settembre 2018.

La funzione

Pietre sporgenti in corrispondenza della parte superiore delle travi del solaio, atte a reggere il tavolato.

Foto: Alessandra Renzulli. Aprile 2018.

Per formulare un'ipotesi sulla funzione del *ciabòt,* in mancanza di altri dati, abbiamo osservato diverse caratteristiche dell'edificio. La cellula principale ha un ingresso lungo è stretto (350 x 80 cm), e presenta una grande apertura sul lato sud - est e una più piccola di fronte. La presenza di una sporgenza delle pietre (a circa 2 m dalla terra) che percorre tutto il perimetro interno e le travi lignee ancora rimaste mostrano la presenza nel passato di un secondo livello. Queste caratteristiche fanno pensare a un abitazione temporanea (probabilmente per persone che lavoravano nelle proprietà nei dintorni della casa a cui appartiene il *ciabòt*).

Nicchie presenti nel muro nord - est dell'ampliamento.

Foto: Redina Mazelli. Marzo 2018.

Il piccolo ampliamento a unico piano è stato probabilmente costruito successivamente, considerando lo stato di conservazione migliore. In questo piccolo spazio è presente un'apertura sul prospetto sud - est, dove si trova anche l'ingresso che presenta le medesime caratteristiche dell'ingresso principale. Nel muro nord - est sono presenti tre nicchie di dimensioni circa 30 x 40 cm, oltre a due altre di dimensioni leggermente più grandi sui muri rimanenti. La presenza delle nicchie fa pensare ad uno spazio adibito a deposito di attrezzi.
L'ubicazione del *ciabòt* nel bosco di castagne fa pensare che si potesse trattare anche di uno *scau*, parte del complesso di case in bordo alla strada. Non sono state trovate comunque altri segni identificativi di questa tipologia: i muri non presentano alterazione cromatica per via del fumo, mentre del solaio intermedio non è rimasto il tavolato per poter distinguere se si trattasse di un graticcio per l'essiccazione delle castagne.

Pagina seguente, dall'alto in basso:

Spanciamento del muro nord - ovest visto dall'interno.

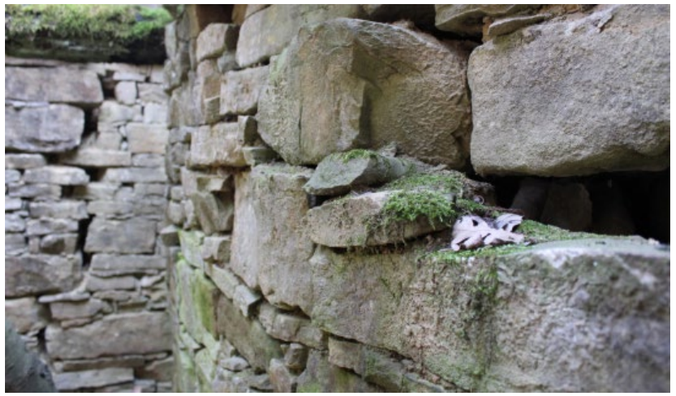
Patine biologiche e vegetazione infestante. Vista del timpano sud - est dall'interno.

Vista in basso del tetto in ciape dell'ampliamento.

Foto: Redina Mazelli, Alessandra Renzulli. Marzo 2018.

Lo stato di conservazione

Il *ciabòt* è coperto in una buona parte da vegetazione infestante; oltre ad essere circondato parzialmente da alberi molto vicini ai muri. Un albero è presente anche all'interno.
La cellula principale presenta uno stato di degrado più avanzato rispetto all'ampliamento: i muri presentano dissesti strutturali importanti, tra i più rilevanti gli spanciamenti dei muri sud - ovest e nord - ovest e la crepa sulla facciata sud - est; oltre a diverse mancanze, tra cui la più rilevante al livello del piano terra del muro nord - ovest. Il tetto e il solaio intermedio sono crollati (oppure sono stati demoliti): ne rimangono le travi principali, coperti da uno strato di agenti biologici. L'ampliamento si conserva invece meglio, segno che si potrebbe trattare di un'aggiunta successiva: i muri sono in buono stato ed è ancora presente il tetto ad unica falda. Il manto in *ciape* è coperto da patine biologiche, mentre sono integre le travi principali e il tavolato a semplice orditura della struttura lignea, anche se presentano segni visibili di degrado. Dai serramenti rimane ancora la porta d'ingresso ad unica anta.



11. Idee progettuali

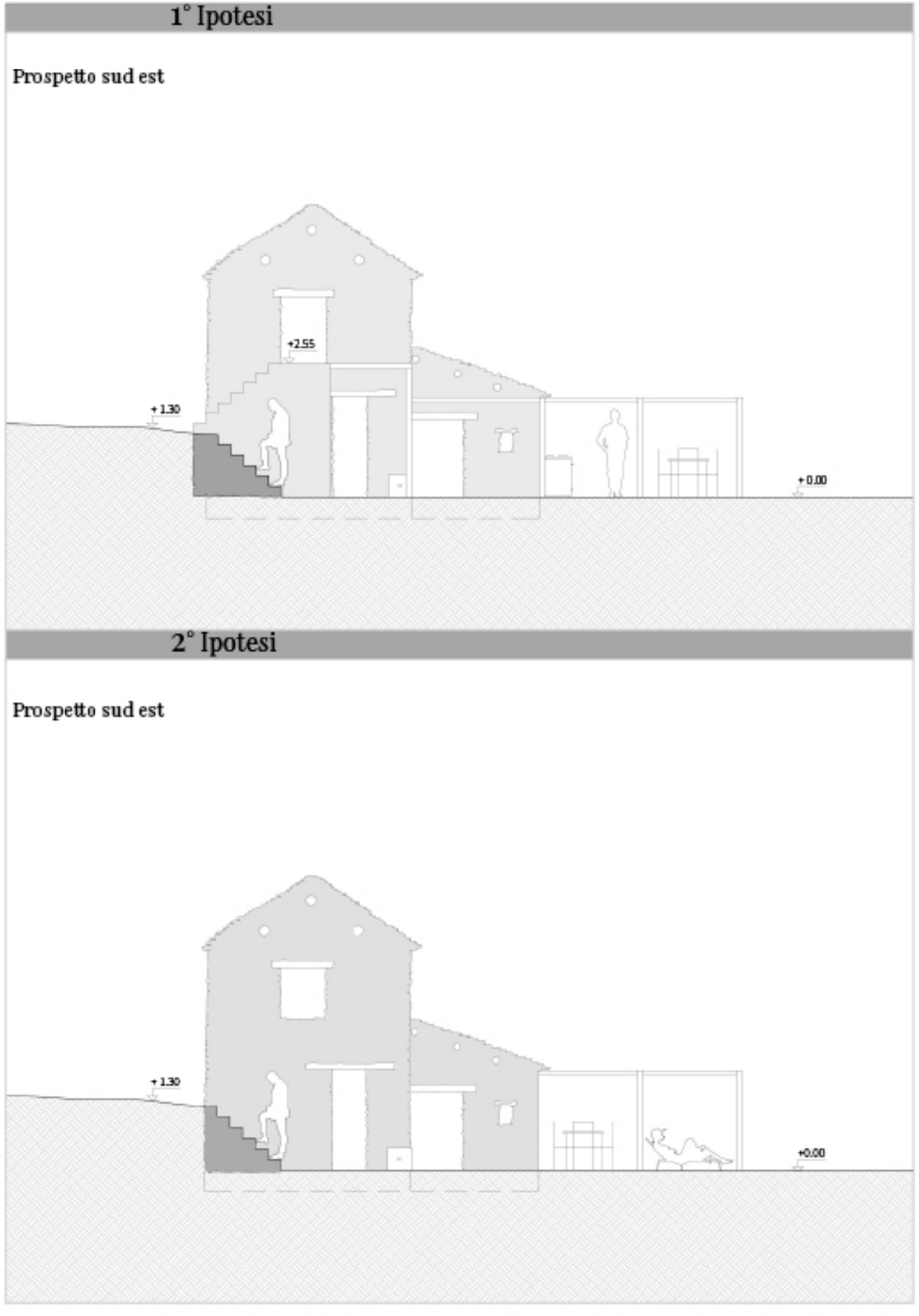
11.1. Ipotesi di progetto

Le proposte di progetto sono state molteplici, ma si possono sintetizzare in due soluzioni principali. Nelle soluzioni illustrate di seguito si sono rimarcate similitudine e differenze.

Oltre a queste, si è ipotizzata una terza soluzione che prevede l'assenza dell'arredo interno, fatta eccezione per quello dei servizi, e del secondo livello. Questo spazio permetterebbe al turista di soggiornare in sacco a pelo, come in un campeggio, ma garantendogli un posto dove ripararsi dalle intemperie e usufruire di servizi privati. Questa soluzione prevede anche l'aumento del possibile numero di ospitanti.

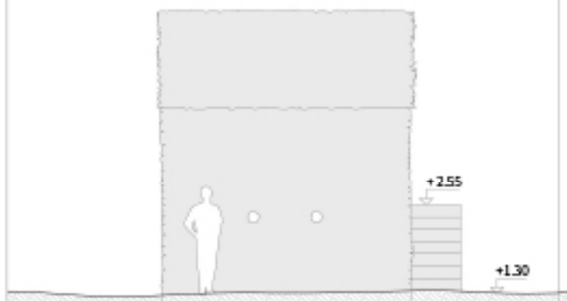
Legenda

- Legno sezionato
- Terra sezionata
- Scala
- Prospetto pietra
- Pietra sezionata
- Bagno

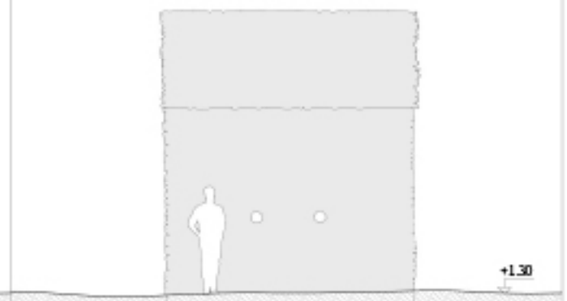


1° Ipotesi

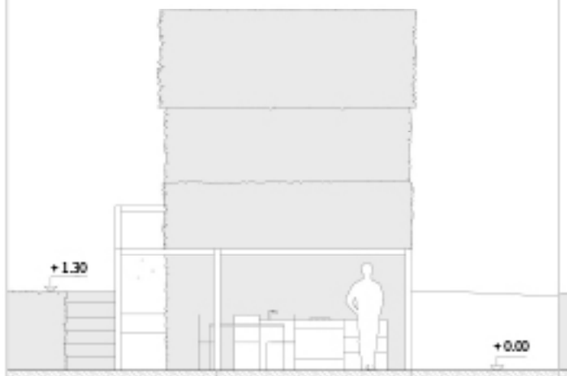
Prospetto sud ovest



2° Ipotesi

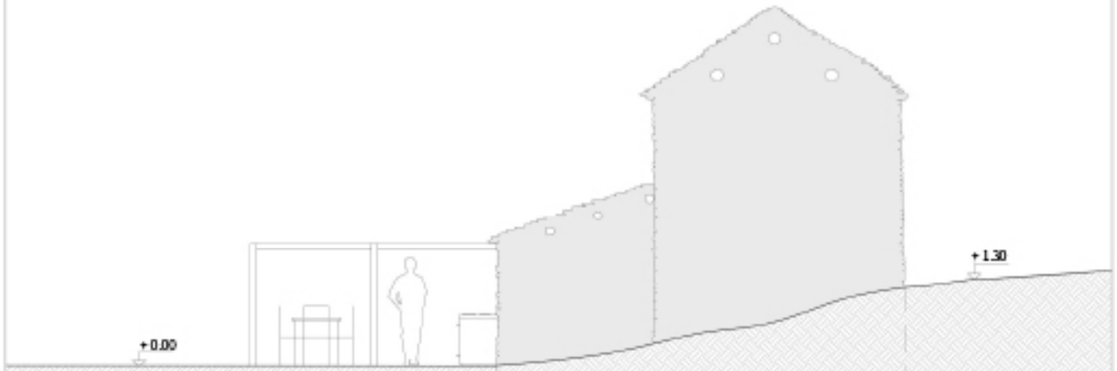


Prospetto nord est



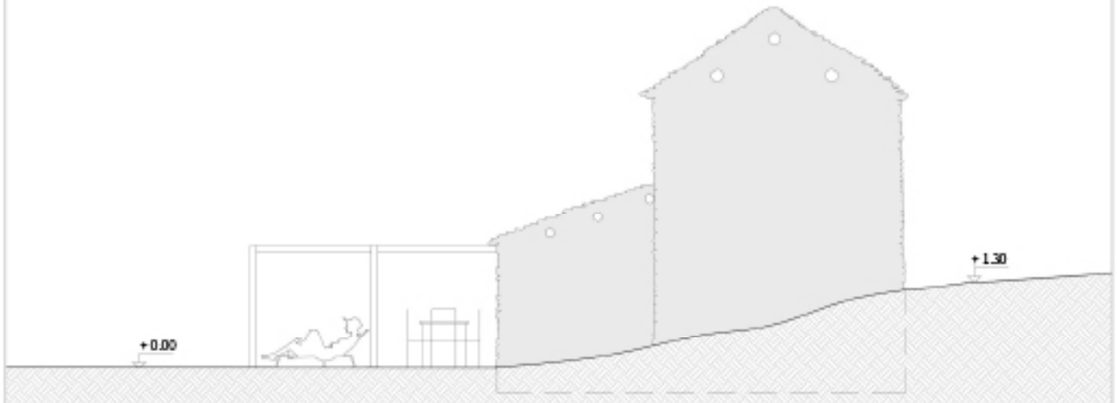
1° Ipotesi

Prospetto nord ovest

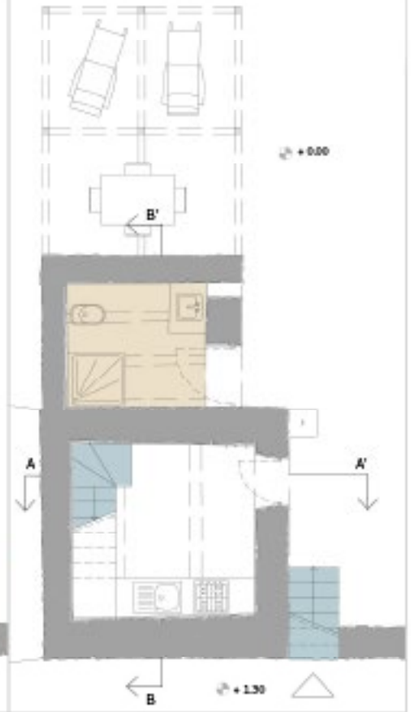
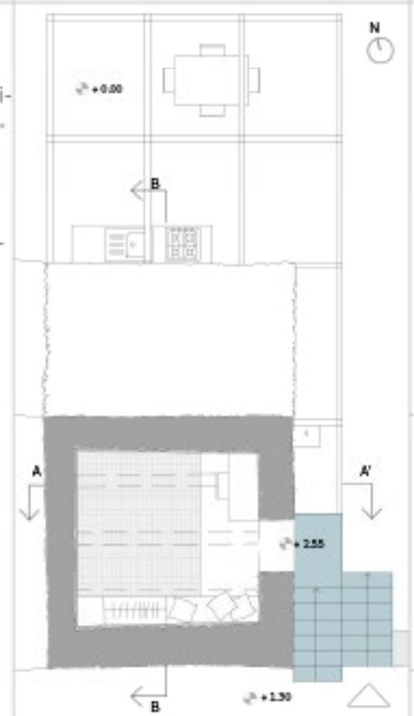
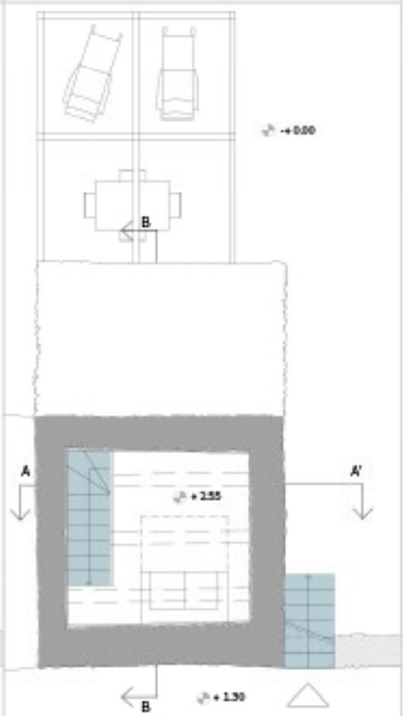


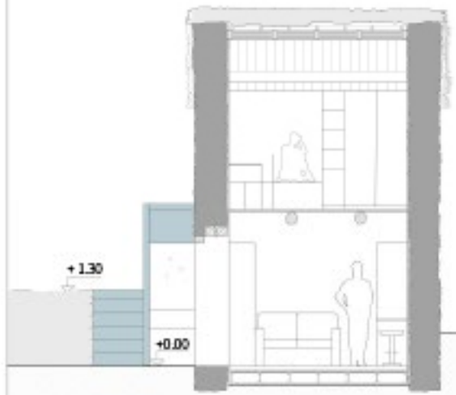
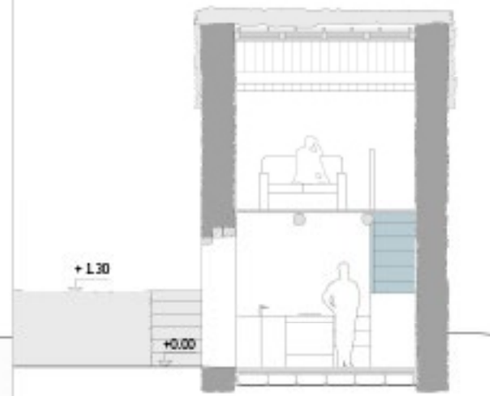
2° Ipotesi

Prospetto nord ovest



SOLUZIONI DI PROGETTO

	1° Ipotesi	2° Ipotesi
Piano terra Similitudini: - Presenza di una scala esterna per l'accesso al piano + 0.00 - Bagno nel volume a nord est - Presenza di un pergolato esterno Differenze : - Nella 1° ipotesi la cucina è posta esternamente sotto il pergolato, nella seconda all'interno dell'edificio - Nella 1° ipotesi è presente una scala esterna, nella 2° la scala è interna - La 1° ipotesi presenta un doppio accesso (piano + 0.00 e piano + 0.55), nella 2° l'accesso è presente solo al piano + 0.00 - Il pergolato della 1° ipotesi ha volumetria maggiore di quello nella 2° ipotesi		
Piano primo Similitudini: - Presenza di secondo livello servito da una scala per il collegamento verticale - Presenza della zona notte Differenze : - Nella 1° ipotesi al posto del classico letto è presente un tatami, nella 2° ipotesi un divano letto - L'accesso a sud della 1° ipotesi diventa una finestra nella 2°		

1° Ipotesi	2° Ipotesi
Sezione A-A'	Sezione A-A'
	

1° Ipotesi

Sezione B-B'

2° Ipotesi

Sezione B-B'

APPENDICE

AL CAPITOLO 8

I. Sistemi per il risparmio idrico

Dispositivi per la regolazione del flusso d'acqua in uscita

Sul mercato esiste una vasta gamma di prodotti che riduce il consumo di acqua, ma per chi dispone di modelli meno recenti si possono installare diversi dispositivi che permettono di dosare e regolare flusso d'acqua in uscita. I rompigetto, i riduttori di flusso e i limitatori di flusso sono dispositivi integrabili ai differenti sistemi, si può scegliere di installarli singolarmente o sceglierne più di uno a seconda delle necessità.

Rompigetto

Rompigetto

Il rompigetto, o frangigetto, è un dispositivo che permette di regolare il flusso d'acqua in uscita di rubinetti e docce indipendentemente dalla pressione della rete. Essendo applicato alla bocca di erogazione, il liquido viene incanalato in una serie di lamelle disposte a raggiera che fa sì che la fuoriuscita d'acqua avvenga in modo che regolare e controllata.

La manutenzione

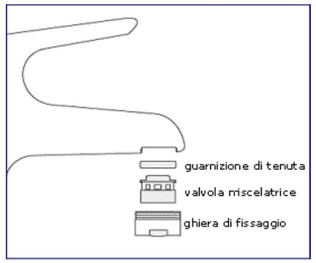
Le retine di cui è composto il rompigetto trattengono impurità, calcare e scorie che impediscono il perfetto scorrimento dell'acqua. Per pulirle si immergono nell'aceto o in un prodotto anticalcare per circa 60 minuti e, una volta pronte, si userà uno spazzolino per eliminare i detriti rimasti. Se necessario si ripete l'operazione rimmergendole per altri 60 minuti, altrimenti si risciacquano e si riavvitano al rubinetto. È consigliata una manutenzione periodica (ogni due o tre mesi).

Riduttori di flusso

Riduttore di flusso.

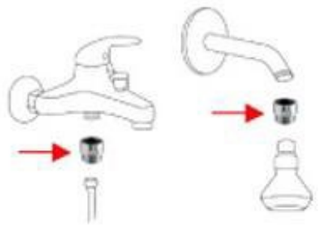
Il riduttore di flusso è un rompigetto aerato che permette di frammentare il flusso d'acqua uscente in minuscole particelle e miscelarla con l'aria presente nel getto stesso. Si tratta di un terminale realizzato con resine atossiche che impediscono l'incrostazione del calcare e la formazione di batteri. Si può integrare sia nei rubinetti che nella doccia, è facile da montare e riduce i consumi del 50%

Riduttore di flusso per rubinetti



Il riduttore di flusso per rubinetti è composto da una valvola di riduzione della portata, una piccola spirale che sottopone il liquido a un movimento circolare aumentandone la velocità, e un sistema di retine e fori che miscelano l'acqua con l'aria. In questo modo si garantisce il mantenimento della pressione in uscita. Quando si apre il rubinetto e la pressione dell'acqua aumenta, il riduttore di flusso interviene regolandola e stabilizzandone la portata. La riduzione della portata è circa pari a 6 litri/min.

Riduttore di flusso per docce



Riduttore di flusso per docce.

Il principio su cui si basa il riduttore di flusso per docce è lo stesso di quello per i rubinetti: assicura una diminuzione della portata d'acqua in uscita indipendentemente dalla pressione in entrata e inoltre mantiene una resa che varia dai 6 ai 11 litri al minuto, dimezzando i consumi d'acqua e quelli energetici per la produzione di acqua calda. Questo dispositivo consente alla doccia di erogare un getto costante anche in presenza di variazioni della pressione di alimentazione.

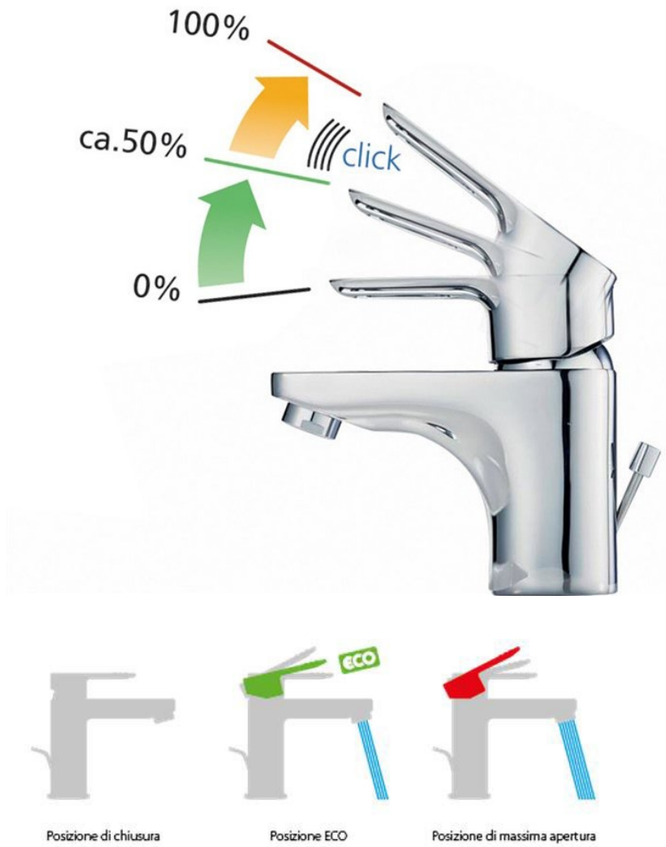
L'installazione

Per l'installazione del riduttore di flusso per rubinetti si procede a svitare il terminale del rubinetto e si inserisce al suo interno il riduttore di flusso. Una volta inserito, viene riavvitato il tutto facendo uso di una pinza. Bisogna assicurarsi quando si acquista il rubinetto, che la parte terminale sia svitabile, in modo che sia possibile l'inserimento del riduttore. Per le docce sono presenti in commercio riduttori speciali da avvitare nei flessibili dell'acqua calda o fredda. Tali riduttori vengono avvitati, attraverso un raccordo maschio femmina, prima del tubo flessibile, o braccetto, per le docce a cornetta e tra il soffione e il braccetto per docce fisse.

La manutenzione

I riduttori di flusso, essendo realizzati con resine atossiche, limitano molto l'incrostazione calcarea e diminuiscono la proliferazione batterica.

Limitatori di flusso



Miscelatori a risparmio idrico con interruttore di flussso.

I limitatori di flusso sono dispositivi che permettono di regolare il flusso d'acqua e la sua pressione in funzione delle necessità dell'utenza. Definiti anche regolatori di apertura, limitano il passaggio massimo dell'acqua. Si tratta di dispositivi che agiscono a livello meccanico azionandosi con una leva simile a quella del miscelatore. Un blocco, installato tra il flessibile e la chiave di chiusura, frena il movimento verticale della leva. In questo modo si garantisce all'utente un flusso costante con una minor quantità d'acqua; superata la resistenza iniziale della leva si può avere la portata totale dell'acqua. È possibile regolare un limitatore di flusso smontando la parte superiore del rubinetto e regolando l'apertura con un cacciavite secondo necessità. Il risparmio idrico è del 40% circa; è consigliato associarlo ad altri sistemi per il risparmio idrico.

La manutenzione

I limitatori di flusso richiedono un controllo e una pulizia periodica. Per farlo è necessario ricorrere all'assistenza di un professionista.

Tipologia		Pro	Contro
Rompigetto		• Regolatore di flusso dell'acqua • Ridotto volume di acqua in uscita a parità di comfort • Risparmio idrico (< 50%) ed energetico • Manutenzione periodica senza l'aiuto di un professionista • Facilità di installazione e di pulizia • Costi ridotti di installazione	• Manutenzione periodica ogni due o tre mesi • Accumula calcare e batteri dalle tubazioni • Possibile malfunzionamento nel caso di produzione instantanea di acqua calda
Riduttore di flusso per rubinetti		• Regolatore di flusso e di pressione dell'acqua • Ridotto volume di acqua in uscita a parità di comfort • Adattabile a qualsiasi prodotto esistente • Risparmio idrico (> 50%) ed energetico • Manutenzione ordinaria senza l'aiuto di un professionista • Facilità di installazione e di pulizia • Realizzato con resine atossiche che limitano la formazioni di calcare e batteri • Costi ridotti di installazione	• Accumula calcare e batteri dalle tubazioni • Possibile malfunzionamento nel caso di produzione instantanea di acqua calda

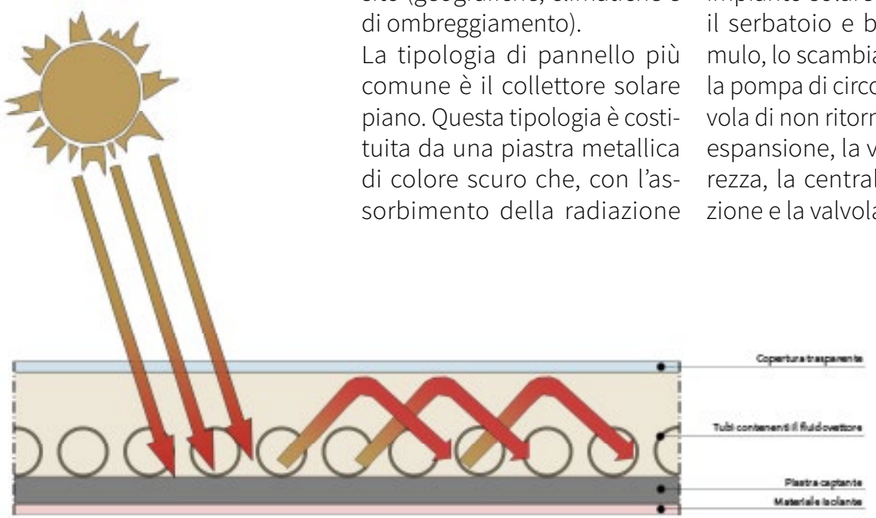
Tipologia		Pro	Contro
Riduttore di flusso per docce		• Regolatore di flusso e di pressione dell'acqua • Ridotto volume di acqua in uscita a parità di comfort • Adattabile a qualsiasi prodotto esistente • Risparmio idrico (< 40%) ed energetico • Manutenzione ordinaria senza l'aiuto di un professionista • Facilità di installazione e di pulizia • Costi ridotti di installazione	• Accumula calcare e batteri dalle tubazioni • Possibile malfunzionamento nel caso di produzione instantanea di acqua calda
Limitatori di flusso		• Regolatore di flusso e di pressione dell'acqua • Ridotto volume di acqua in uscita a parità di comfort • Adattabile a qualsiasi prodotto esistente • Risparmio idrico (< 40%) ed energetico • Costi ridotti di installazione	• Manutenzione periodica svolta da un professionista • Accumula calcare e batteri dalle tubazioni • Possibile malfunzionamento nel caso di produzione instantanea di acqua calda • Si consiglia di associarlo ad altri sistemi per il risparmio idrico

II. Sistema
solare termico

Aspetti generali

Il solare termico è una tecnologia impiantistica utilizzata per captare l'energia termica del sole e renderla disponibile per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento. Per farlo si utilizzano i collettori solari, sistemi che garantiscono la trasformazione in calore dell'energia elettromagnetica associata alla radiazione solare incidente. Per farlo, la superficie esposta alla radiazione solare assorbe parte dell'energia incidente riscaldandosi e, a sua volta, quella colpita dalla radiazione solare emette energia e cede calore all'ambiente caratterizzato da una temperatura inferiore per conduzione e convenzione. La scelta del tipo di collettore dipende dall' uso che deve assolvere e dalle condizioni del contorno del sito (geografiche, climatiche e di ombreggiamento).
La tipologia di pannello più comune è il collettore solare piano. Questa tipologia è costituita da una piastra metallica di colore scuro che, con l'assorbimento della radiazione solare, aumenta la propria temperatura. L'energia termica acquisita verrà poi trasferita per conduzione a un fluido termovettore, in genere l'acqua, presente nelle tubazioni saldamente connesse alla piastra. L'acqua calda prodotta verrà accumulata in un serbatoio d'accumulo e distribuita all'utenza con autonomia giornaliera.
Scambiando calore non solo con il fluido, ma anche con l'ambiente esterno, il collettore solare minimizza le perdite termiche attraverso l'uso di una lastra trasparente in vetro isolata posteriormente da materiale coibentante. Il tutto sarà poi racchiuso in una scatola di contenimento.
Oltre il collettore, le componenti che costituiscono un impianto solare termico sono: il serbatoio e boiler di accumulo, lo scambiatore di calore, la pompa di circolazione, la valvola di non ritorno, la valvola di espansione, la valvola di sicurezza, la centralina di regolazione e la valvola di sfiato.

Principio di funzionamento di un pannello piano. Sono specificate le relative componenti che lo compongono.



Componenti solare termico	
Piastra captante	La piastra metallica permette la captazione della radiazione solare e la trasformazione dell'energia in calore. Ha la funzione di trasferire il calore prodotto ai tubi a essa collegati e per realizzarla si utilizza l'acciaio o il rame. Spesso è trattata superficialmente con vernici opache per abbattere la riflessione e aumentare l'assorbimento. È anche selettiva, dotata di bassa emissività, per limitare le dispersioni con l'esterno.
Copertura trasparente	La copertura trasparente deve permettere il passaggio delle lunghezze d'onda della radiazione solare, ma limitare quelle dell'infrarosso. Si utilizza il vetro a singola o a doppia lastra: il primo è più trasparente e non limita molto le perdite per convenzione, il secondo è meno trasparente e più isolante termicamente.
Materiale isolante	Il materiale isolante ha la funzione di minimizzare le perdite per conduzione verso le superfici laterali e verso la parte inferiore del collettore. I materiali utilizzati più usati sono: il poliuretano, la lana di vetro, la lana di roccia e la lana di polistirene. In aggiunta verrà inserito un foglio di alluminio per limitare i fenomeni di condensa.
Scatola di contenimento	La scatola di contenimento ha lo scopo di proteggere le componenti del pannello dalla sporcizia e dagli agenti atmosferici, oltre che conferire compattezza e solidità meccanica all'insieme. Per realizzarla si utilizzano materiali quali l'acciaio inox e l'alluminio anodizzato.
Fluido termovettore	Il fluido termovettore è un fluido caratterizzato da elevata densità per alto calore specifico. È chimicamente inerte, stabile intorno ai 100° C e dotato di basso punto di congelamento e bassa viscosità. L'acqua è il fluido termovettore più utilizzato con queste caratteristiche. Avendo un punto di congelamento facilmente raggiungibile, in condizioni termiche molto rigide, viene aggiunto dell'antigelo: si utilizza quindi una soluzione acqua -glicole etilenico o propilenico. In quest'ultimo caso il fluido che circola nel collettore non è lo stesso che serve l'utenza finale.

Oltre il collettore, le componenti che costituiscono un impianto solare termico sono: il serbatoio e boiler di accumulo, lo scambiatore di calore, la pompa di circolazione, la valvola di non ritorno, la valvola di espansione, la valvola di sicurezza, la centralina di regolazione e la valvola di sfiato.

Componenti dell'impianto	
Serbatoio e boiler di accumulo	I serbatoi di accumulo sono grandi contenitori di forma cilindrica in acciaio in cui viene immagazzinata l'acqua calda. Vengono utilizzati per accumulare energia termica utile alla produzione di ACS e possono essere posti sia in orizzontale che in verticale. Si predilige la forma verticale per favorire la stratificazione dell'acqua: l'acqua calda è presente nella parte superiore del cilindro, dove viene poi resa disponibile all'utenza, e la fredda nella parte inferiore del cilindro dove avviene la messa in circolo dell'acqua di rete. I boiler di accumulo hanno caratteristiche simili ai serbatori e svolgono le medesime funzioni. Rispetto ai primi però comprendono all'interno uno scambiatore di calore ,che permette lo scambio di energia termica proveniente dai collettori solari. Le dimensioni del sistema dipendono dalla superficie captante e dallo sfasamento tra produzione e utilizzo dell'acqua.
Scambiatore di calore	Nel caso in cui il fluido di lavoro non corrisponde a quello di utilizzo, si inserisce uno scambiatore di calore tra il collettore e il serbatorio di accumulo. Questo ha il compito di cedere calore tra il fluido di lavoro e quello di utilizzo. Può essere sia interno al serbatoio di accumulo, quando consideriamo impianti di piccola dimensione, sia esterno, per impianti di grandi dimensioni.
Pompe di circolazione	Le pompe di circolazione sono utilizzate per garantire il flusso del fluido termovettore dal collettore allo scambiatore. Nel caso in cui lo scambiatore sia esterno sono previste più pompe di circolazione: una per la circolazione del flusso termovettore dai collettori allo scambiatore, un'altra per il flusso dallo scambiatore al serbatoio. La portata della pompa va valutata in funzione della superficie captante e del gradiente termico che i collettori devono garantire.
Valvola di non ritorno	La valvola di non ritorno viene inserita tra la pompa di circolazione e il collettore per evitare che si possa verificare una circolazione naturale irwersa del fluido termovettore, con conseguente perdita di calore tra collettore e l'ambiente esterno. Questo si verifica quando, all'interno del serbatoio, il fluido si trova a una temperatura superiore rispetto a quella del fluido termovettore presente nel collettore.

Componenti dell'impianto	
Vaso di espansione	Il vaso di espansione ha la funzione di evitare le fluttuazioni di pressione dovute alle variazioni di volume dell'acqua legate alla diminuzione di densità. È composto da un contenitore metallico ricoperto all'interno da una membrana elastica nella cui parte superiore viene introdotto un gas inerte, quale l'azoto.
Valvola di sicurezza	La valvola di sicurezza consente di evitare danni al circuito nel caso di sovrappressioni.
Centralina di regolazione	La centralina di regolazione ha la funzione di gestire l'accensione e lo spegnimento della pompa di circolazione. Tramite due sensori presenti nel collettore e nel serbatoio di accumulo, si acquisisce la differenza di temperatura del fluido nel collettore solare e quello nel serbatoio. Questo fa sì che, se il valore risulta essere più alto di quello impostato dall'utenza, si attiva la pompa di circolazione. La centralina può anche regolare la temperatura del serbatoio di accumulo bloccando la pompa una volta raggiunta la temperatura impostata.
Valvola di sfiato	La valvola di sfiato ha la funzione di far uscire l'aria dal circuito in quanto la sua presenza potrebbe compromette la corretta circolazione del fluido.

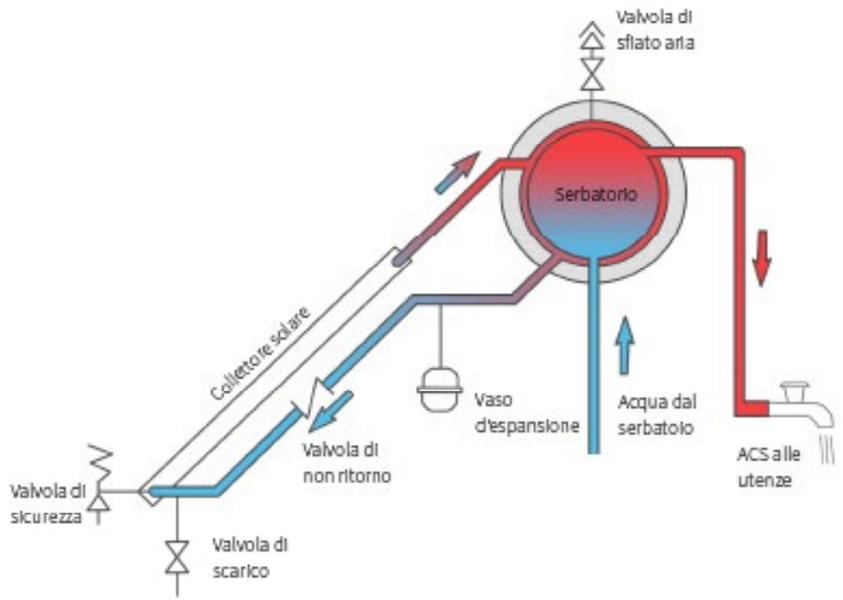
Classificazione dei solari termici

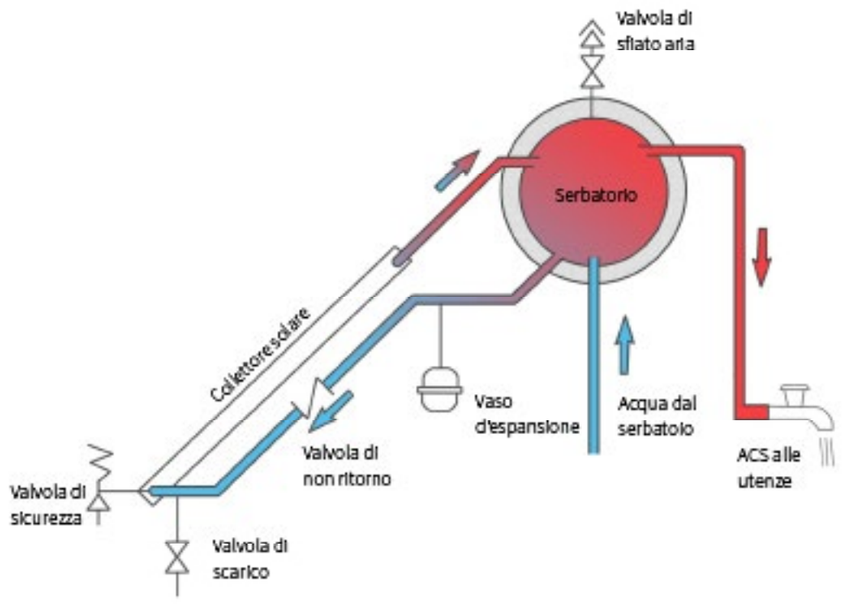
Gli impianti solari termici sono classificabili secondo diversi criteri: l'impianto più utilizzato è basato sul tipo di circolazione del fluido termovettore. Secondo questa suddivisione avremo che gli impianti solari termici sono distinguibili in:
- impianti a circolazione naturale
- impianti a circolazione forzata.

Impianti a circolazione naturale

Gli impianti solari termici a circolazione naturale basano il loro principio di funzionamento sul fenomeno della convezione: in una massa d'acqua le particelle calde, avendo una minor densità e forza peso, tendono a spostarsi verso l'alto al contrario di quelle fredde che, per gravità si dirigono verso il basso. È proprio in questa differenza di densità tra il fluido termovettore presente nei tubi di mandata e quello presente nei tubi di uscita a innescare il moto di circolazione.
Gli impianti solari termici a circolazione naturale sono distinguibili in:
- a singolo circuito
- a doppio circuito.

Gli impianti a singolo circuito sono impianti a circuito aperto in cui l'acqua sanitaria circola direttamente all'interno del collettore, mentre gli impianti a doppio circuito sono impianti a circuito chiuso in cui il fluido termovettore e l'acqua sanitaria sono separati da uno scambiatore di calore. In quest'ultimi il fluido vettore, una volta riscaldatosi, cede calore all'acqua sanitaria attraverso lo scambiatore.



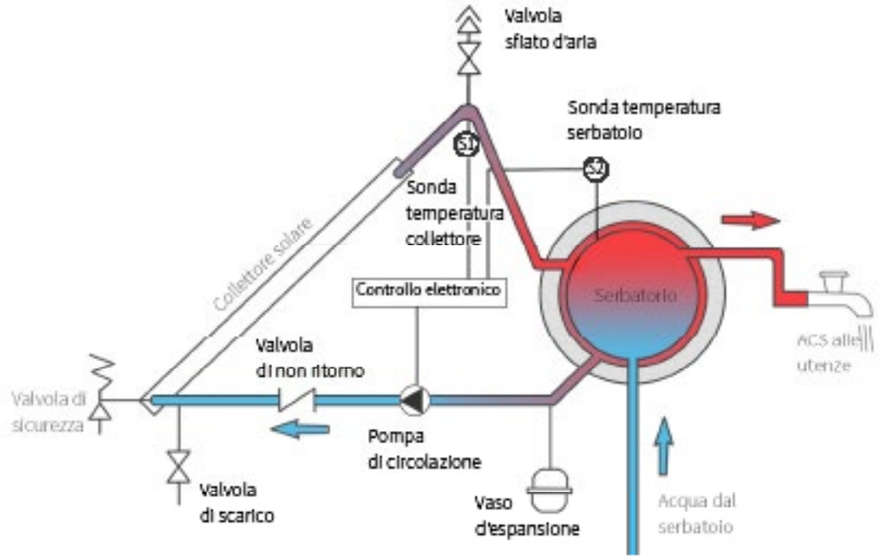


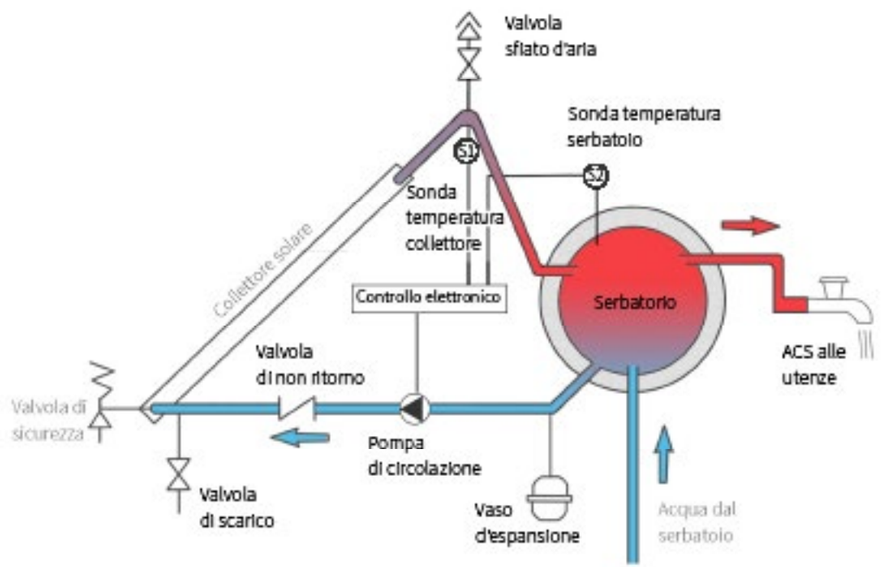
Pagina seguente, in alto: schema dell'impianto solare termico a circolazione naturale chiusa.
In alto: schema dell'impianto solare termico a circolazione naturale aperta.

Negli impianti a circolazione naturale è necessario che il serbatoio sia posizionato al di sopra del collettore solare affinché il punto in cui il fluido è più caldo non coincida con il punto più alto del circuito. In caso contrario si andrebbe a compromettere il principio della circolazione naturale del fluido.
Nel sistema di accumulo entra acqua fredda ed esce acqua riscaldata, che verrà poi gestita da un sistema di miscelazione prima di arrivare all'utenza (se la temperatura dell'acqua è maggiore di 65°C).
Se necessario si può integrare un'unità di back-up per il riscaldamento ausiliario, quale una caldaia a gas, che provveda alla generazione dell'energia termica quando l'impianto non riesce a produrne.

Impianti a circolazione forzata

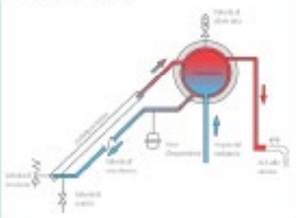
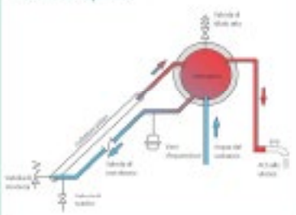
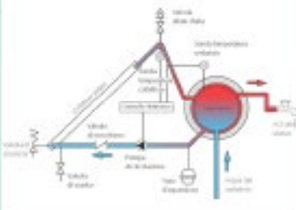
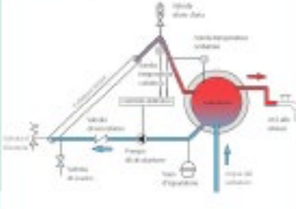
Gli impianti solari termici a circolazione forzata sono quegli impianti che ricorrono all'utilizzo di una pompa per la circolazione del fluido termovettore. In questo modo il serbatoio di accumulo non deve essere necessariamente posto in copertura, ma può essere collocato anche all'interno dell'edificio. Si utilizzano maggiormente nelle località in cui è molto alto il rischio di congelamento. La pompa di circolazione è regolata da un termostato differenziale che provvede ad avviarla: se la temperatura tra il fluido all'interno del collettore è superiore a 5- 10 °C rispetto al fluido presente nel serbatoio, il circolatore viene acceso e trasferisce energia dal collettore all'accumulo. Quando il regolatore differenziale disattiva la pompa però può verificarsi una circolazione naturale inversa del fluido termovettore: per evitare ciò è prevista l'installazione di una valvola di non ritorno.
Anche in questo caso è possibile fare la distinzione tra impianti a circuito chiuso ed impianti a circuito aperto. Come anche integrare un'unità di back-up per far fronte ai lunghi periodi di maltempo e ai picchi di fabbisogno energetico dell'utenza. L'integrazione prevede l'installazione di una caldaia elettrica o fossile, regolata da un termostato o una centralina che ne determina l'accensione.





Pagina seguente, in alto: schema dell'impianto solare termico a circolazione forzata chiusa.
In alto: schema dell'impianto solare termico a circolazione forzata aperta.

Confronto

Tipologia		Pro	Contro
Impianto a circolazione naturale	Circuito chiuso  Circuito aperto 	• L'acqua sanitaria è prelevata direttamente dall'accumulo • Unità premontata composta da collettore + serbatoio • Economico • Possibilità d'integrazione nella falda o sul tetto mediante un supporto • Non è prevista alcuna unità di back-up. Se necessario si può inserire una resistenza elettrica nello scambiatore o installare una caldaia	• Mancanza di regolazione della temperatura sull'accumulo • Posizionamento del serbatoio di accumulo più in alto del collettore solare • Ingombro visivo dell'accumulo in copertura • Necessità di un'inclinazione minima per favorire la circolazione naturale • Favorite le dispersioni termiche e le perdite di energia • Maggior peso sulla falda per la presenza del serbatoio di accumulo contenente il fluido termovettore.
Limitatori di flusso	Circuito chiuso  Circuito aperto 	• Possibilità di regolazione della temperatura sull'accumulo • Il serbatoio può essere posto all'interno dell'edificio • Minori dispersioni termiche e perdite di energia • Regolazione della temperatura del bollitore • Minor peso sulla falda per l'assenza del serbatoio di accumulo • Assenza di un ingombro visivo dell'accumulo in copertura • Non è prevista alcuna unità di back-up. Se necessario si può inserire una resistenza elettrica nello scambiatore o installare una caldaia	• Il prelievo dell'acqua non avviene direttamente dall'accumulo • Installazione della valvola di non ritorno per evitare la circolazione inversa del fluido termovettore • Costi maggiori • Maggiori ingombri • Installazione di più componenti (valvola di non ritorno, termostato...)

Riferimenti

Libri:

Rubini L., Di Veroli M., Calabria A. *Sistemi solari termici.* Dario Flaccovio Editori. Palermo, 2008. ISBN 9788877588111

Villarinil M., Germanò D., Fontana F., Limiti M. *Sistemi solari termici per la climatizzazione: con software SimulSolar Pro: Simulatore economico Solare termico.* Maggioli Editori. Santarcangelo di Romagna (RN), 2010. ISBN 9788838754388

IN/ARCH, Ministero dell'Industria, I*l sole e l'Habitat: atti del concorso nazionale per l'impiego dell'energia solare nell'edilizia residenziale e scolastica indetto dal Ministero dell'industria e dall' IN/ARCH, Istituto Nazionale di Architettura.* Edizioni Kappa. Roma, 1981.

De Paoli O., Ricupero M. *Sistemi solari, fotovoltaici e termici: strumenti per il progettista.* Celid. Torino, 2006. ISBN 9788876616990

Petrarca S., Cogliani E., Spinelli F. *La radiazione solare globale al suolo in Italia. Valori medi mensili stimati sulle immagini del satellite Meteosat. Anni 1998-1999 e media 1994-1999* . ENEA. Arti Grafiche Tilligraf Spa. Roma, 2000. ISBN 9788876616990

Pubblicazioni:

Filippi M. *L'esistente è engivoro, non solo per il comfort climatico, anche per le applicazioni domestiche, l'illuminazione, la manutenzione e gli impianti. Una valutazione su basi scientifiche.* In: "Modulo Progetto Tecnologia", 367, Marzo 2011, p. 110-123

Tesi:

Simonetti M. relatore Turri R. *Criteri di progettazione di impianti solari termici*, Tesi di laurea triennale, Università degli studi di Padova, Padova, 2009-2010.

Siti web (in ordine di consultazione):

Solare termico. Che cosa sono i sistemi a circolazione naturale [data della consultazione: 15 febbraio 2018]. Disponibile in:
http://www.nextville.it/Tipologie_impiantistiche/692/Sistemi_a_circolazione_naturale

Rivista Idraulica Caleffi [data della consultazione: 15 febbraio 2019]. Disponibile in:
https://www.caleffi.com/italy/it/rivista-idraulica

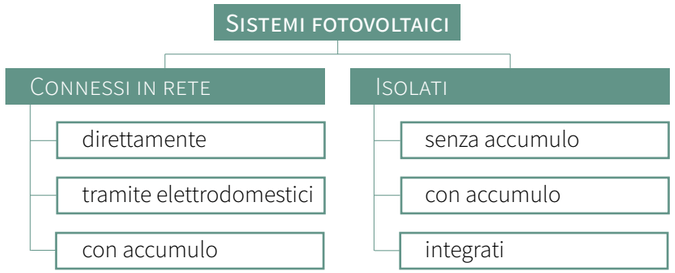
Junkers Bosch. Risparmiare con il solare termico [data della consultazione: 16 febbraio 2019]. Disponibile in:
https://www.bosch-thermotechnology.com/it/it/residenziale/informazioni/normative-e-incentivi/tecnologie-per-riscaldare/solare-termico/

III. Sistema fotovoltaico

Classificazione dei sistemi

In base alla loro funzione, i sistemi fotovoltaici possono essere classificati in:
- *Build-added Photovoltaics (BAPV)*: sistemi che sono aggiunti all'edificio dopo la sua costruzione, ad esempio, i pannelli installati sopra il manto di copertura
- *Building Integrated Photovoltaics (BIPV)*: i sistemi nei quali i moduli fotovoltaici sono integrati all'edificio sostituendo elementi costruttivi materiali convenzionali.
- altro: sistemi diversi da quelli installati o integrati negli edifici, come stazioni di ricarica per biciclette elettriche, coperture di stazioni di autobus con possibilità di caricare dispositivi elettrici etc.

In rapporto alla rete centrale di erogazione di energia elettrica, si classificano in due categorie: sistemi connessi in rete (*grid connected*) e sistemi isolati (*off grid*).

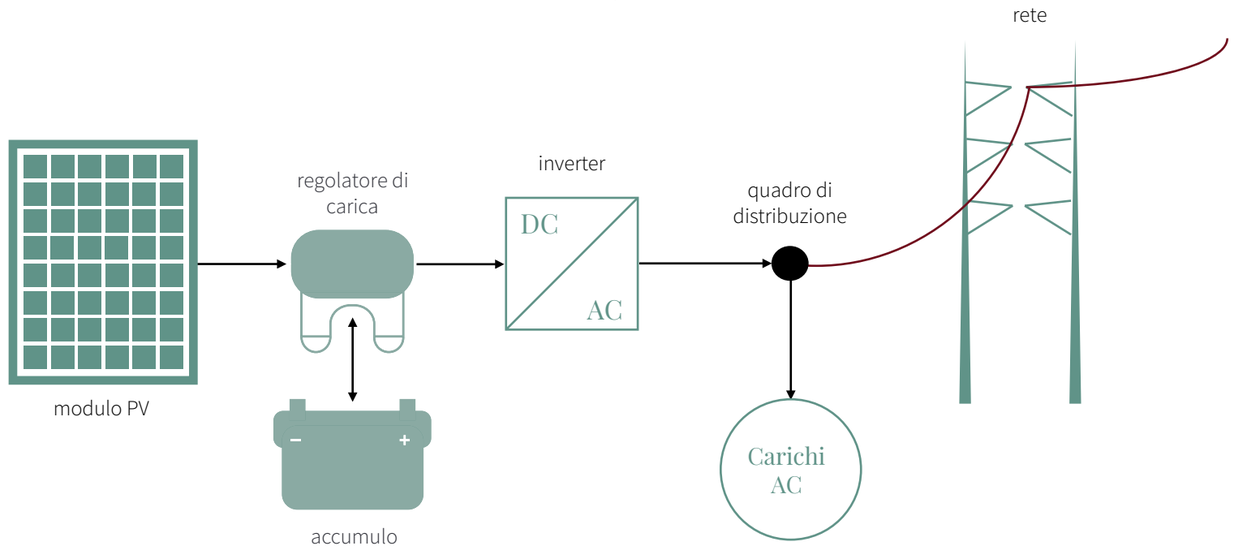


Vengono descritte di seguito queste due categorie e le sotto tipologie, escludendo i sistemi connessi direttamente in rete e i sistemi isolati senza accumulo (principalmente piccoli dispositivi) in quanto si vuole dare una descrizione dell'installazione dei sistemi fotovoltaici in ambito principalmente domestico.

Pagina seguente: Schema di un sistema fotovoltaico connesso in rete.

Sistemi connessi in rete

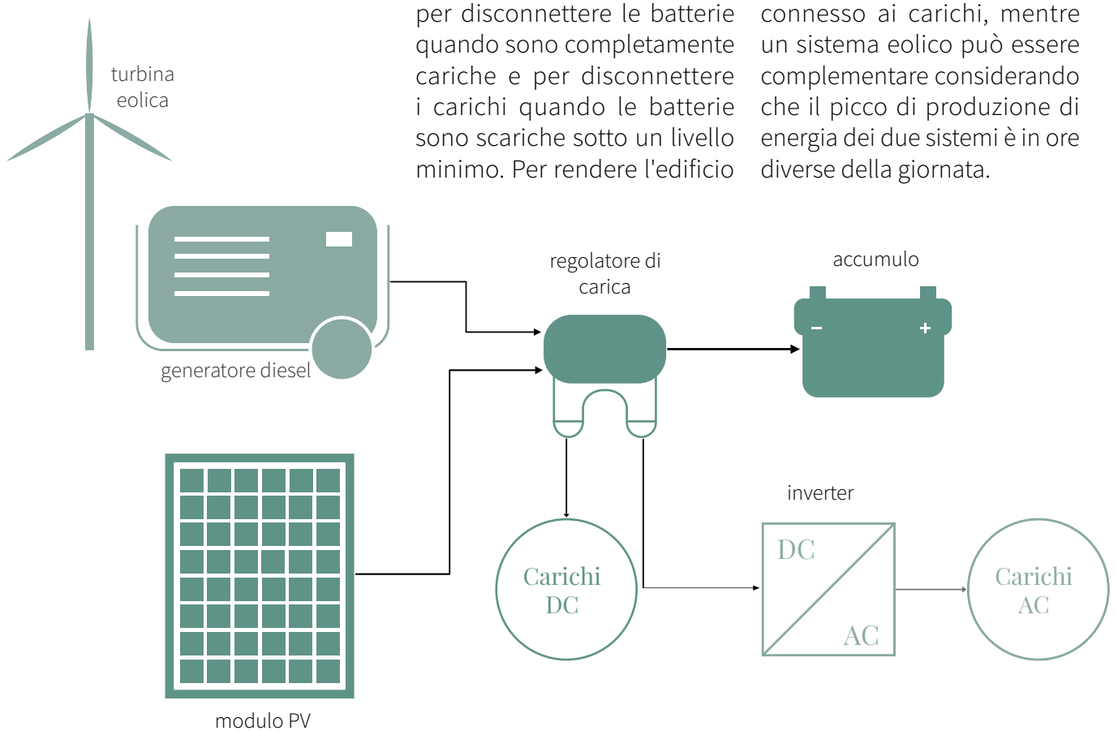
I sistemi connessi alla rete elettrica di distribuzione sono caratterizzati dalla presenza di un inverter, che converte la corrente continua prodotta dai pannelli fotovoltaici in corrente alternata (per l'Europa 230 V, 50 Hz), permettendo l'interoperabilità dei due sistemi. Questo dispositivo è connesso a un quadro di distribuzione con flusso energetico a doppia direzione: il surplus di energia prodotta dal sistema fotovoltaico viene trasportato alla rete per essere distribuita successivamente, mentre in caso di insufficienza di produzione si assorbe dalla rete l'energia necessaria per coprire il fabbisogno. I flussi in entrata e in uscita sono quantificati da contatori installati. La connessione con la rete permette alti livelli di affidabilità.
A questo sistema si può integrare un accumulo programmabile a immagazzinare energia elettrica dalla rete durante la notte, quando i prezzi sono più bassi, per utilizzarlo in casi di insufficienza dell'energia generata dal sistema fotovoltaico.



Sistemi isolati

I sistemi isolati sono caratterizzati dalla presenza di un sistema di accumulo che immagazzina l'energia in eccesso per renderla fruibile in giorni di insufficienza di produzione a causa delle condizioni climatiche. Le batterie devono essere dimensionate considerando sia lo sfasamento giorno e notte tra la generazione e il consumo di energia, sia periodi lunghi di radiazione solare bassa a causa delle condizioni climatiche. Necessita inoltre di un regolatore di carica per disconnettere le batterie quando sono completamente cariche e per disconnettere i carichi quando le batterie sono scariche sotto un livello minimo. Per rendere l'edificio in cui viene installato completamente indipendente dalla rete bisogna installare un inverter in modo da fornire energia anche ai carichi AC. In ogni modo è più efficiente separare la connessione delle cariche DC dal inverter, in modo da limitare le perdite del sistema per conversione dell'energia.
Per aumentare l'affidabilità, il sistema può essere integrato ad un altro fonte di energia: un generatore diesel può funzionare come back-up per le batterie o essere direttamente connesso ai carichi, mentre un sistema eolico può essere complementare considerando che il picco di produzione di energia dei due sistemi è in ore diverse della giornata.

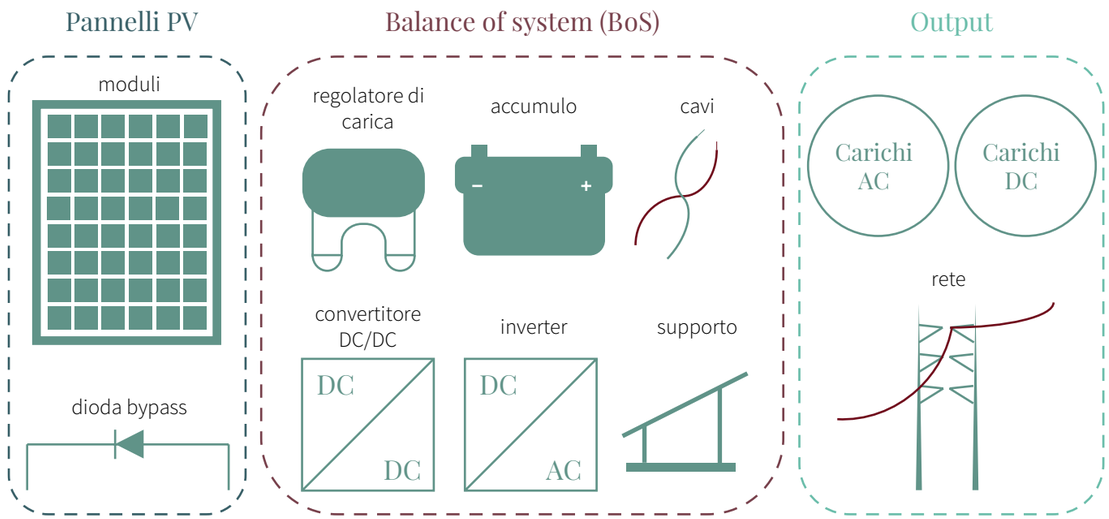
Schema di un sistema fotovoltaico isolato.



Componenti del sistema

La presenza o meno dei vari componenti del sistema fotovoltaico dipende molto dalla sua tipologia.
Generalmente ogni sistema è composto dai pannelli fotovoltaici e dai vari dispositivi a loro connessi (i BoS). Gli output di per sé non fanno parte del sistema fotovoltaico ma sono parte fondamentale della sua progettazione. Includono la rete di energia elettrica (in caso di sistemi connessi alla stessa) e i dispositivi elettrici connessi. Per un corretto dimensionamento bisogna dividerli in dispositivi che funzionano a corrente continua (DC) e dispositivi che funzionano in corrente alternata (AC), e tener conto del consumo di energia che richiedono (calcolato, per la maggior parte dei casi, in base alla potenza nominale e al tempo di utilizzo) e dei valori di tensione e di frequenza di funzionamento.

Schema dei componenti principali di un sistema fotovoltaico.



Pannelli fotovoltaici: dalla cella al generatore

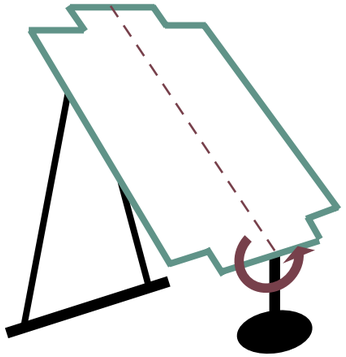
L'unità di base del sistema è la cella fotovoltaica, comunemente di forma quadrata con superficie circa 100 m2. Le celle vengono collegate in serie, disposte in file parallele, per costituire il modulo fotovoltaico, sigillato per la prezione dagli agenti esterni da una serie di vetri stratificati. Più moduli connessi a loro volta in serie su un'unica struttura di supporto costituiscono il pannello. Un numero (determinato in base al dimensionamento del sistema) di pannelli, ancorati al suolo o all'edificio, formano la stringa. In un sistema possono essere presenti una o più stringhe, che costituiscono il generatore di energia.

Diodi

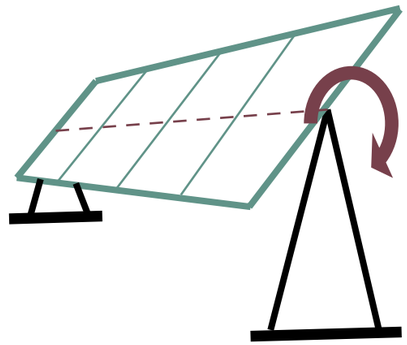
Nei pannelli fotovoltaici è presente un diodo di by-pass, che protegge gli stessi dal fenomeno di surriscaldamento. Inoltre, viene installato un diodo di bloccaggio per prevenire la circolazione del flusso dal circuito esterno al pannello fotovoltaico.

Balance of Systems

Supporto

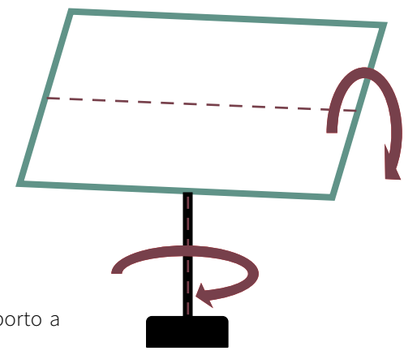


Il supporto è la struttura utilizzata per posare il pannello. Può essere fisso o con sistema di monitoraggio della radiazione solare. Quest'ultimo fa ruotare i pannelli per orientarli con angolo ottimale d'inclinazione per massimizzare l'incidenza della radiazione solare. I sistemi di monitoraggio possono essere a unico asse o a due assi.



Sistemi di monitoraggio a unico asse

Consistono in un unico asse di rotazione (1 grado di libertà) verticale oppure orizzontale alla terra. I primi funzionano in base ad un algoritmo con dati d'ingresso le coordinate del sito, la data e l'ora. I secondi regolano l'angolo di inclinazione del pannello in base all'altitudine.



Sistemi di monitoraggio a due assi

Funzionano con due gradi di libertà: un primo asse parallelo alla terra permette di cambiare l'angolo di inclinazione, mentre il secondo, perpendicolare al primo, permette il cambiamento del azimut.

Schema di tipologie di supporto a sistema di monitoraggio.

I cavi

Sono utilizzati per connettere i diversi componenti del sistema tra di loro e con i dispositivi elettrici. è importante dimensionare lo spessore dei cavi in modo da minimizzare le perdite di energia.

Le batterie

Le batterie sono una parte fondamentale dei sistemi isolati. Accumulano il surplus di energia prodotta in modo da poter distribuirla ai dispositivi elettrici connessi durante la notte o i giorni con minor irraggiamento solare, quando la produzione di energia non è sufficiente per coprire il fabbisogno. La presenza di un accumulo ha comunque alcuni svantaggi. Uno dei fattori principali da considerare è il breve ciclo di vita: tra i 5 e i 10 anni nei confronti 25 dei pannelli fotovoltaici. Inoltre, hanno bisogna considerare l'impatto economico e ambientale sull'intero sistema.

Batterie a piombo e a piombo/gel

Sono le batterie più comunemente utilizzati, assomigliano alle batterie delle macchine, tranne per alcuni accorgimenti progettuali che hanno come scopo il prolungamento del ciclo di vita. Le batterie a piombo durano 2 - 3 anni, mentre quelle a piombo/gel mediamente cinque.

Batterie a litio

Le batterie a litio hanno un peso minore e un ciclo di vita dai 10 ai 15 anni. Sono preferibili per la loro efficienza e durabilità, ma hanno un costo più elevato rispetto alla prima tipologia.

Il convertitore DC/DC

I moduli fotovoltaici possono produrre energia elettrica ad una tensione diversa da quella ottimale, a seconda dell'orario, delle condizioni meteorologiche e dei carichi connessi. Il convertitore DC/DC applica ai moduli una tensione adatta per poter essere trasferita ai carichi.

L'inverter AC/DC

L'inverter converte l'energia prodotta dai pannelli da corrente continua a corrente alternata. Nei sistemi isolati sono connessi solo a una parte dei carichi (dispositivi che funzionano in corrente alternata), mentre nei sistemi connessi possono trasmettere il corrente convertito alla rete. Solitamente hanno un'efficienza di conversione molto alta (94 - 98%). Effettivamente, gli inverter hanno un convertitore incorporato per cambiare la tensione da quella variabile generato dai pannelli a una tensione constante che serve come input per il converitore AC/DC.

Il regolatore di carica

Il regolatore viene utilizzato per controllare il livello di caricamento delle batterie. È dotato di un terminale a tre porte: una per collegare i pannelli, una per i dispositivi e un'altra per le batterie. Alcuni modelli hanno un convertitore DC/DC incorporato e un sistema di tracciamento del punto di massima potenza (MPPT) per il disaccoppiamento della tensione e della corrente dei moduli da quelli dell'accumulo, in modo da ottenere la massima potenza dai moduli. Il regolatore di carica protegge le batterie dal sovraccarico e non permette lo scaricamento sotto un limite prefissato: le batterie, in particolare quelle a litio, degradano più velocemente se spesso si scaricano completamente.

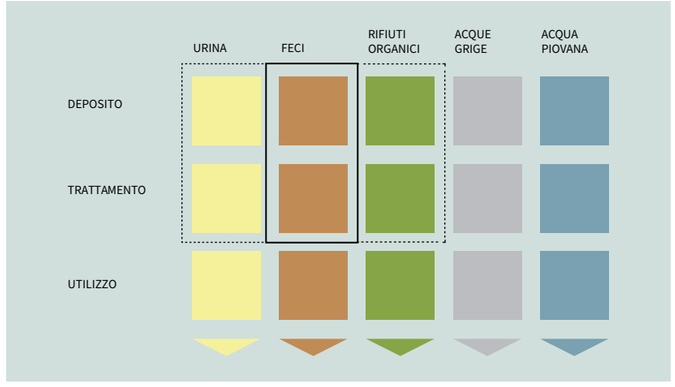
Riferimenti

I testi e l'elaborazione delle immagini sono riferite al materiale didattico del corso MOOC "Solar Energy: Photovoltaic (PV) Systems", parte del programma Micro Masters di Delft Univeristy of Technology, disponibile nella piattaforma online EdX (traduzione propria dall'inglese), disponibile in: https://www.edX.org.

IV. Compost toilet

Principi di funzionamento

I compost toilet sono servizi igienici nei quali gli escrementi umani vengono sottoposti al compostaggio. Solitamente il contenitore è posizionato sotto il gabinetto. A volte il compostaggio avviene in una struttura fuori dal contenitore: si tratta di un sistema di compostaggio più ampio, del quale il compost toilet ne fa parte.
Funzionano a secco: possono dunque operare indipendentemente dall'allacciamento all'acquedotto, oltre che alla rete di fognatura, fornendo un'alternativa igienicamente sicura per lo smaltimento delle acque nere nelle aree dove mancano tali infrastrutture. Siccome riducono notevolmente i consumi d'acqua e i costi di trattamento delle acque nere, sono utilizzati anche nelle aree fornite di reti di fognatura.
Questi sistemi depositano e trattano feci, urina (se non separata) e carta igienica. Alcuni sistemi sono progettati per trattare anche rifiuti organici domestici. Per raggiungere le condizioni di compostaggio, vengono aggiunti additivi ad alto contenuto di carbonio.
Il principio di base è il compostaggio per decomposizione aerobica da batteri termofili che attaccano e degradano la materia organica, eliminando velocemente gli agenti patogeni.
La distruzione completa non è garantita, in quanto di solito si raggiungono temperature molto più basse, e dunque un ambiente mesofilo. Si richiede spesso un secondo trattamento o tempi di compostaggio più lunghi.



I compost toilet depositano e trattano le feci e, in alcuni casi, l'urina. Esistono sistemi che sono progettati per trattare anche i rifiuti organici domestici, introdotti nel contenitore di compostaggio manualmente o tramite un condotto di connessione con la cucina.

Grafico rielaborato da CHIARAWATCHAI N., KLINGEL F., *Technical Datasheets for Ecosan Components*, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2004. Disponibile su: http://www.gtz.de/ecosan

Durante la decomposizione, vi è una riduzione notevole della massa per via della deidratazione, digestione e mineralizzazione (fino al 90% del volume iniziale). I prodotti finali, liberati da una serie di reazioni biochimiche, sono anidride carbonica, acqua (sotto forma di percolato, nel caso sia trattata anche l'urina, e vapore acqueo), sali minerali, calore e una sostanza organica stabilizzata definita compost (dal latino *compositum*: costituito da più materiali). Quando il compost viene utilizzato come fertilizzante bisogna considerarne la concentrazione di sali e nutrienti.
Il compost toilet consiste in due elementi di base: la latrina e il deposito (oppure fossa nei sistemi più semplici). Inoltre, può essere dotato di un sistema di ventilazione per aiutare l'aerazione ed eliminare gli odori.
La rimozione del materiale dipende dalla capacità del contenitore, dall'utilizzo e dalle condizioni di compostaggio, influenzanti la riduzione di massa.
Questi sistemi non sempre sono culturalmente accettati, nonostante i facili utilizzo e manutenzione.
I compost toilet vengono citati nelle *Guidelines on sanitation and health* dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, 2018)[1] e rientrano nella lista delle tecnologie migliorate di servizi igienico-sanitari, insieme ai cessi a scarico d'acqua connessi alla fognatura, le fosse settiche, le latrine a fosse, le latrine a fosse a ventilazione migliorata e con lastre (UNICEF/WHO, 2017)[2].

[1] *Guidelines on sanitation and health.* World Health Organization. Ginevra, 2018.
Licenza: Creative Commons BY-NC-SA 3.0 IGO.
Disponibile su: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/guidelines-on-sanitation-and-health/en/

[2] *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines.* World Health Organization (WHO) e United Nations Children's Fund (UNICEF). Ginevra, 2017.
Licenza: Creative Commons BY-NC-SA 3.0 IGO.
Disponibile su: https://www.unicef.org/publications/index_96611.html

Condizioni ottimali per il compostaggio

Il processo di compostaggio avviene per decomposizione della materia organica attraverso l'azione di batteri, funghi e attinomiceti termofili in condizioni aerobiche. In condizioni ottimali, la temperatura supera i 50°C, permettendo una riduzione veloce dei germi patogeni. Per raggiungere queste temperature, i microorganismi richiedono una buona aerazione del materiale, un'umidità di 45-65 % e un rapporto di contenuto tra carbonio e azoto di circa 30-35:1. Per raggiungere queste condizioni, nella camera di compostaggio vengono aggiunti additivi.

Additivi

Gli escrementi umani non offrono condizioni ottimali di compostaggio, siccome il contenuto di acqua e azoto è solitamente troppo alto, soprattutto nei sistemi che trattano anche l'urina.
Per migliorare l'aerazione aumentando la porosità e assorbire l'umidità, durante l'utilizzo vengono aggiunti additivi. Si tratta di materiali ad alto contenuto di carbonio che migliorano il rapporto tra carbonio e azoto del materiale. Inoltre, l'aggiunta di uno strato sopra le feci fresche riduce la possibilità di presenza di insetti. Alcuni additivi neutralizzano gli odori.
Si possono utilizzare come additivi trucioli da legno non trattato, corteccia di tronchi, segatura, fogliame, cenere.
Molti microrganismi necessari al compostaggio non sopravvivono in un ambiente acido: in caso il pH si abbassi sotto 6.5 bisogna aggiungere alghe e bucce di agrumi.

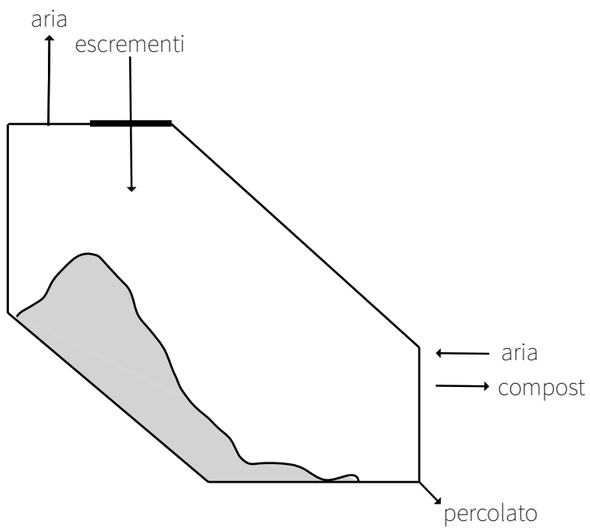
Ventilazione

I compost toilet vengono solitamente forniti di sistemi di ventilazione, atti a migliorare l'aerazione e l'evaporazione dell'umidità in eccesso e a eliminare gli odori.
I tubi hanno un diametro dai 10 ai 15 cm; nei climi estremamente umidi raggiungono anche i 25 cm. Di solito si estendono per 50 - 90 cm sopra la copertura e devono essere posizionati in modo da evitare effetti di ombreggiamento da alberi ed edifici adiacenti, ove possibile. Possono essere isolati e dipinti di nero per aumentare il tiraggio per convenzione naturale, e vengono forniti di griglie di protezione dagli insetti.
Nei sistemi più avanzati è presente un ventola elettrica con controllo di velocità.
Oltre ai tubi di ventilazione verticali, alcuni sistemi sono dotati anche di tubi orizzontali posizionati all'interno della (o in fondo alla) camera di compostaggio.

Compost toilet a camera unica

Principi di funzionamento

I compost toilet a camera unica di compostaggio contengono e trattano le feci, l'urina (se non separata) e a volte anche i rifiuti organici domestici insieme a materiali granulari, a seconda del modello.
Il principio di base del sistema è la decomposizione degli escrementi all'interno di un grande contenitore. La camera di compostaggio funziona come un reattore continuo, con gli escrementi aggiunti in cima, e il prodotto finale (compost) rimosso periodicamente dal basso. Di solito la camera è posizionata sotto il gabinetto, al di sotto del livello di pavimento. Le grandi dimensioni ne consentono la conservazione del materiale per tempi lunghi e favoriscono l'aerazione. Il fondo della camera ha solitamente una pendenza ripida per prevenire la compattazione e aiutare l'aerazione.
Il liquido derivante dalla decomposizione dell'urina (percolato), subisce cambiamenti biochimici rilevanti: si trasforma in una soluzione salina stabile e inodore ad alto contenuto di azoto, indicata come fertilizzante da utilizzare mescolato con acqua (rapporti da 3:1 fino a 10:1 a favore dell'acqua, a seconda dell'utilizzo). Il percolato fluisce in un contenitore separato ed, essendo biologicamente stabile, può essere conservato.



Schema di funzionamento del compost toilet a camera unica

Col tempo, la decomposizione naturale converte la maggior parte del materiale solido organico in anidride carbonica e acqua che poi evapora: rimane una piccola quantità di prodotto ricco di minerali e simile al terriccio. Il tempo di permanenza nel contenitore è di almeno un anno prima che sia rimosso il compost finale (circa 40 litri per persona all'anno in impianti residenziali). Il materiale scorre verso il basso per gravità oppure si sposta manualmente nella parte inferiore della camera. Una volta rimosso dal serbatoio, il compost può essere utilizzato come fertilizzante.

Utilizzo e manutenzione

Prima dell'utilizzo viene preparato un letto iniziale di materiale granulare assorbente (ad esempio un misto di terriccio, torba e schegge di legno), depositato nella camera di compostaggio per garantire una base drenante e l'avviamento biologico del compostaggio. Questo strato viene coperto di additivi ricchi di carbonio, come segatura, schegge di legno, paglia o foglie secche, umidificati. Durante l'utilizzo deve essere aggiunto un pugno di additivo all'incirca ogni 10 usi per mantenere il prodotto abbastanza poroso da far filtrare i liquidi e ventilare i solidi. Per assicurare il processo di decomposizione biologica è necessario movimentare frequentemente il materiale organico adoperando un bastone o un forcone. La movimentazione può anche essere svolta da vermi o altra fauna scavante la terra, qualora le condizioni lo permettano. Una volta che la camera sia riempita, il compost in fondo al contenitore deve essere rimosso gradualmente, una o due volte all'anno a seconda della capacità e del numero degli utenti, per assicurare che ci sia abbastanza spazio per lo svolgimento della decomposizione continua.
Un compost toilet a camera unica necessita di essere svuotato meno frequentemente rispetto ai sistemi a camere multiple. Comunque, la massa più grande del materiale può causare compattazione per peso: per assicurare una buona aerazione è richiesta una manutenzione frequente, importante per garantire una corretta performance del sistema.

Aspetti igienici e accettabilità

In un sistema a camera unica esiste il rischio che il materiale maturo e disinfettato sia mescolato con materiale fresco, e quindi contaminato di nuovo da agenti patogeni. Dispositivi progettati professionalmente, come un muro separatore tra la camera di compostaggio e la zona di rimozione, e una manutenzione qualificata e affidabile sono cruciali per evitare questo rischio. Se questi due criteri non possono essere garantiti, è consigliabile un sistema a camere multiple.
Se utilizzato correttamente, il sistema non ha impatti negativi diretti sull'ambiente. Il prodotto finale può avere impatti positivi grazie alle proprietà fertilizzanti.

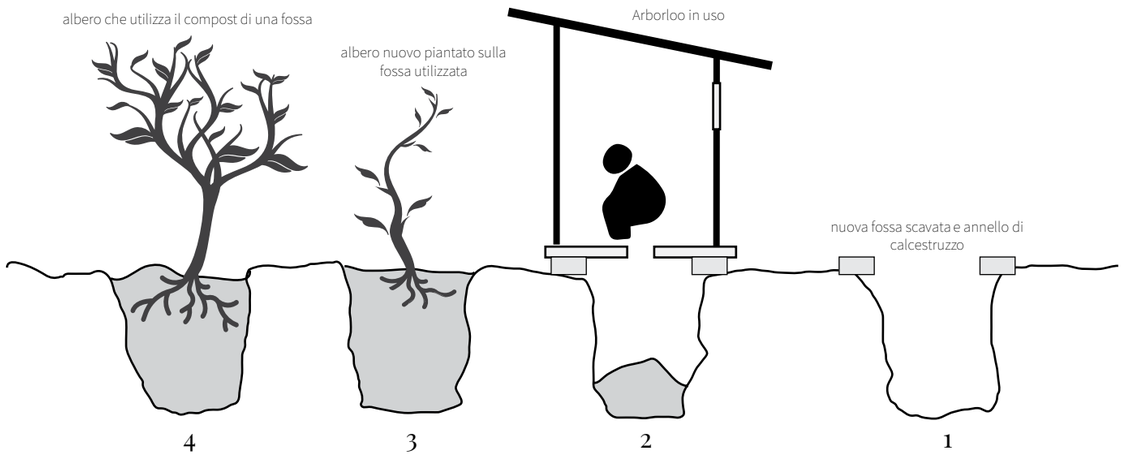
Costi

I sistemi di produzione industriale hanno un costo più elevato rispetto ai sistemi auto-costruiti, ma garantiscono livelli più alti di performance.
I prezzi per i sistemi industriali (ad esempio il Clivus Multrum) variano da 2300 € per un modello a uso stagionale, a più di 9000 € per un modello a uso pubblico istituzionale.
Il costo dei sistemi auto-costruiti dipende principalmente dal costo delle tubazioni e dei blocchi di calcestruzzo (o dei mattoni) per la camera di compostaggio.
Modelli più semplici e a costo molto basso sono diffusi in paesi in via di sviluppo, com'è il caso dell'Arborloo africano, il cui costo varia dai 14 ai 19 €, escludendo il costo dei lavori per lo scavo (di solito effettuati dai proprietari di casa o da volontari) e della struttura in elevazione (costruita dagli stessi con materiali locali reperibili a costo zero).
Nel confronto dei prezzi dei vari modelli bisogna considerare le condizioni di produzione, l'impatto ambientale, la durata, la durabilità, i costi del lavoro e del trasporto, e il valore della moneta locale.

Tipologie

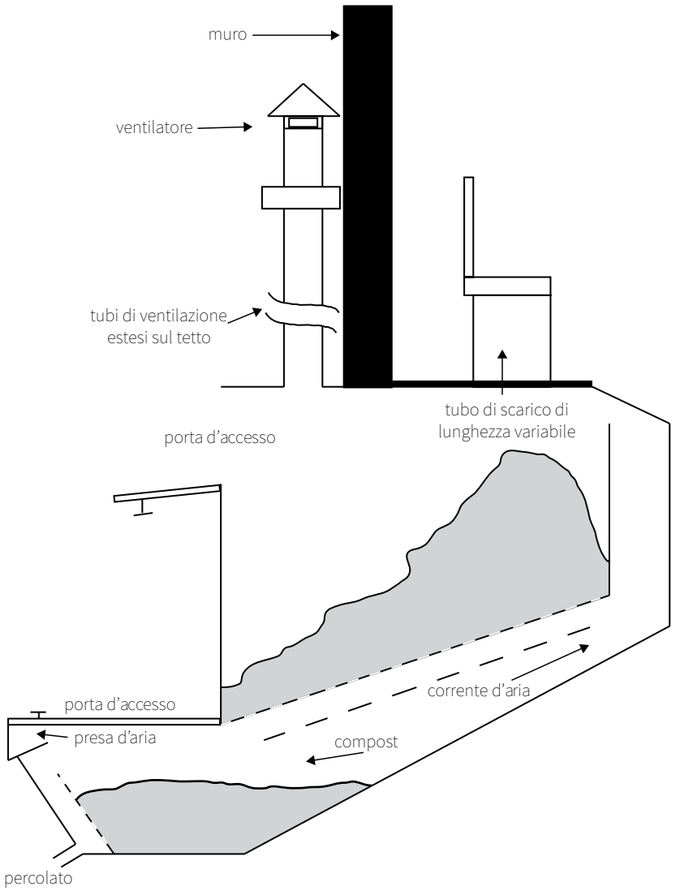
L'Abrorloo

L'Arborloo è una versione estremamente semplice e *low cost* dei sistemi a camera unica, sviluppata per le regioni rurali africane. È costituita da quattro parti principali: una fossa, un anello di calcestruzzo, una lastra di calcestruzzo posizionata sull'anello e una struttura in elevazione per consentire la *privacy*. Scartando la rimozione del compost, si usa una fossa di profondità da 1 a 1,5 m per il deposito e il compostaggio degli escrementi misti a terriccio, foglie secche e cenere di legna. Prima dell'utilizzo si aggiunge un letto di foglie secche e tutti i giorni si aggiungono terriccio e cenere per accelerare il compostaggio ed evitare la presenza di odori e insetti. Nella fossa non devono essere buttati altri rifiuti. Il servizio igienico ha carattere temporaneo e si sposta a intervalli che variano dai 6 ai 12 mesi. Quando la fossa è quasi piena, i contenuti vengono coperti da uno strato di terriccio di circa 15 cm. Un giovane albero da frutta viene eventualmente piantato nella fossa, preferibilmente all'inizio della stagione delle piogge. Allo stesso tempo un'altra fossa viene scavata e la struttura viene spostata nella nuova fossa, smontando e assemblando di nuovo le parti. Il rischio di esposizione al compost o alle feci fresche è basso, siccome questi sono coperti e non vengono rimossi dalla fossa.



Sezione schematica di un'Arborloo che rappresenta il suo principio di impiego.

Il Clivus Multrum

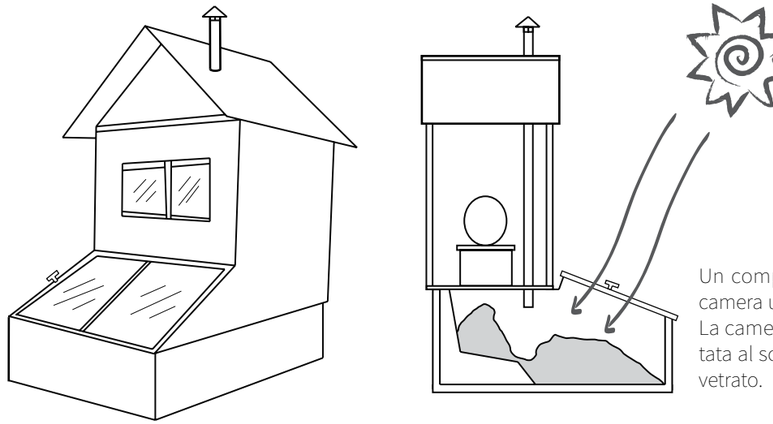


Sezione schematica di un Clivus Multurm.

Il Clivus Multrum è stato progettato da Rikard Lindström a Stoccolma, che lo costruì all'interno della sua proprietà nel 1939 catturando l'interesse dei suoi vicini sino ad avviare una piccola produzione e ottenere negli anni settanta il brevetto con il nome *Clivus*, ovvero "inclinazione" in latino. La parola "*multrum*", in svedese "luogo di composizione", fu aggiunta dopo per spiegare e completare il principio di funzionamento del sistema: un'unica camera dove avviene il compostaggio mescolando urina, feci e residui organici domestici. In basso è presente uno spazio di deposito a fondo inclinato. Un tubo connette il gabinetto con la camera di compostaggio e a volte è presente una conduttura per i residui della cucina. Il sistema è fornito di condotti di aerazione: la movimentazione dell'aria avviene per convezione naturale da una presa d'aria nella camera di compostaggio, ai condotti e fino al tubo di ventilazione. Questo flusso d'aria serve a evitare odori e ad assicurare l'ossigeno utile al compostaggio biologico.
Il prodotto è disponibile in commercio; si possono comunque auto-costruire, di fronte ad un'efficienza minore, compost toilet che seguono lo stesso principio di funzionamento. Sopratutto nei sistemi auto-costruiti ci possono essere problemi: i liquidi si accumulano al fondo della camera di compostaggio, trasportando i patogeni delle feci freschi e contaminando il materiale vecchio in fondo.

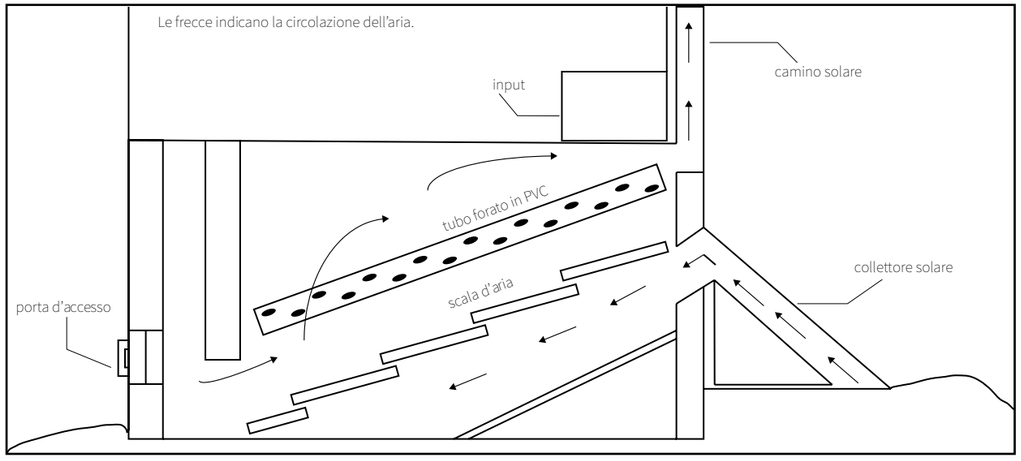
Rikard Lindström e il primo Clivus Multrum, costruito nella sua proprietà.
Fonte: Clivus Multrum, immagine disponibile su: http://www.clivusmultrum.it/history.php

Il compost toilet solare passivo



Un compost toilet solare passivo a camera unica (prospettiva e sezione). La camera di compostaggio è orientata al sole e il coperchio inclinato è vetrato.

Per incrementare l'evaporazione nella camera di compostaggio, il compost toilet può essere fornito di un dispositivo solare. Oltre ad aiutare l'evaporazione, l'energia solare aumenta la temperatura del cumulo e favorisce la ventilazione, accelerando la distruzione degli agenti patogeni. Consiste in una lastra vetrata oppure di alluminio dipinto di nero, che copre la parte della camera di compostaggio esposta al sole. Questo elemento funge anche da coperchio.



Schema di circolazione dell'aria in un compost toilet solare passivo (sezione).

Rielaborazione, fonte: Long Branch Environmental Education Center. Disegno disponibile su:

La camera di compostaggio viene fornita di un sistema a "scala d'aria" inclinata. Il materiale si muove su questa scala in modo da assicurare la decomposizione aerobica al raggiungimento della pavimentazione della camera. La ventilazione avviene in tre modi. Primo, la corrente d'aria entrante viene preriscaldata dal collettore d'aria calda a lastra solare piana (eliminando la necessità di una fonte di energia ulteriore), e viene portato sotto a "gradini" nella scala d'aria così che possa circolare dal basso all'alto nel cumulo. Secondo, l'aria viene condotta tramite un tubo inclinato e perforato in PVC (di diametro circa 10 cm) posizionato in centro. Terzo, l'aria circola per convezione naturale evaporando l'umidità in eccesso e il diossido di carbonio.

Il compost toilet solare è applicabile nei posti a clima umido e nei sistemi senza separazione dell'urina.

Compost toilet a camere multiple

Principi di funzionamento

I compost toilet a camere multiple sono dotati di due o più camere intercambiabili a secco per l'accumulo degli escrementi. In questi sistemi, una camera viene riempita per prima e lasciata maturare mentre un'altra viene utilizzata.

L'urina può essere separata. Generalmente questi sistemi non sono utilizzati per il compostaggio dei rifiuti organici domestici a causa del volume ridotto delle loro camere di compostaggio.

Utilizzo e manutenzione

Come nel caso dei compost toilet a camera unica, un pugno di additivi ricchi di carbonio deve essere aggiunto periodicamente (all'incirca ogni 10 usi o più spesso per sistemi relativamente piccoli) per favorire l'aerazione. I sistemi a camere multiple richiedono monitoraggio attento del livello di riempimento della camera in uso. La frequenza di svuotamento è generalmente più alta rispetto ai sistemi a camera unica.

Siccome il completamento del processo di compostaggio non è garantito, è consigliabile usare guanti impermeabili durante la rimozione. Il prodotto rimosso deve essere secco e di odore simile al terriccio. La manutenzione, come il mescolamento del materiale, è raramente richiesta, siccome i problemi di compattazione e le condizioni anaerobiche sono ridotti grazie al volume minore.

Aspetti igienici e accettabilità

Nei sistemi a camere multiple si evita la contaminazione del compost maturo con feci fresche. Di conseguenza il rilascio di agenti patogeni nell'ambiente può essere ridotto significativamente in confronto ai sistemi a camera unica e il processo di svuotamento può essere più comodo e accettabile per gli operatori. D'altro conto, a causa del piccolo volume del contenitore, il compostaggio non viene completato. Il materiale deve ricevere un secondo trattamento per essere igienicamente sicuro come fertilizzante.

L'Organizzazione Mondiale della Salute consiglia l'uso di compost toilet a camere multiple invece di quelli a camera unica per la maggiore protezione grazie all'esposizione limitata alle feci fresche. Inoltre, questo sistema presenta una durabilità migliore, siccome la camera in uso si può sostituire nel caso ci siano problemi o guasti.

Applicabilità

I sistemi a camera multipla di solito richiedono molto spazio: sono spesso costruiti all'esterno, separati dalle case. I sistemi più piccoli possono facilmente essere integrati nelle case, se viene garantita una ventilazione appropriata.

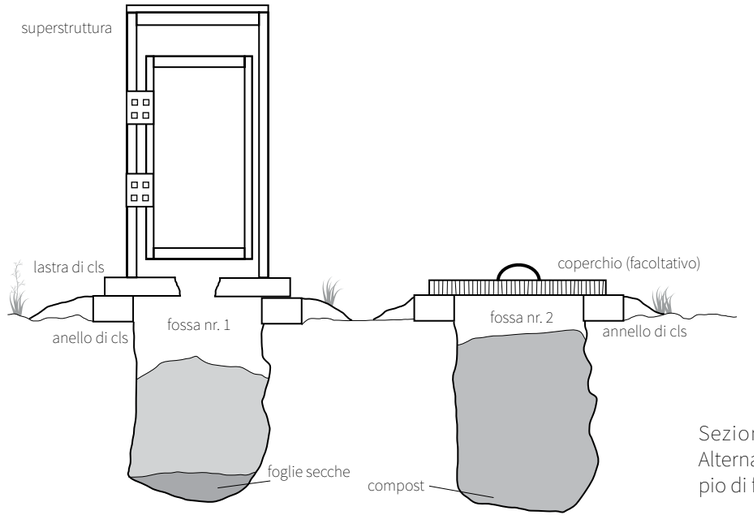
Costi

I sistemi a camere multiple di produzione industriale sono disponibili in diverse unità (da due a otto camere) di capacità variabili per prezzi dai 450 € per i piccoli modelli a uso stagionale per 2-4 utenti, fino ai 8000 € per i modelli a uso pubblico istituzionale per più di 20 utenti al giorno (il RotaLoo australiano). I prezzi per i modelli a uso domestico variano tra i 2000 e 3000 € (il Carousel norvegese).
Strutture a due camere prefabbricate in fibra di vetro, come il Sirdo Seco messicano, possono essere comprati a prezzi tra gli 800 e 900 €.
Possono anche essere auto-costruiti usando blocchi di calcestruzzo sigillati all'interno e all'esterno. Le dimensioni delle camere sono tipicamente 1,2 x 1,2 x 1,2 m per un volume di 1,8 m^3 ciascuna.

Tipologie

Compost toilet a camera doppia

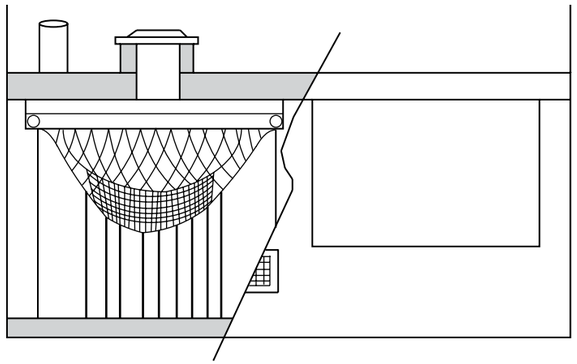
La Fossa Alterna

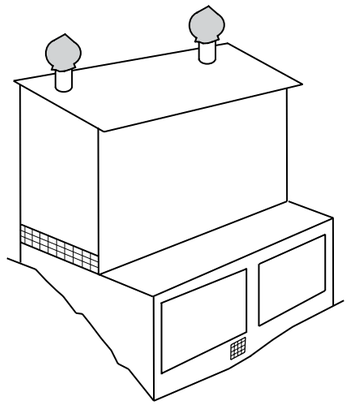


Sezione schematica della Fossa Alterna rappresentando il suo principio di funzionamento e l'utilizzo.

La Fossa Alterna, un sistema a doppia camera *low-cost*, è stato sviluppato per l'Africa rurale. Le camere di compostaggio sono fosse e la superstruttura del bagno viene spostata tra le due, utilizzate in alternanza.
La Fossa Alterna è costituita da sei parti: due fosse di profondità da 1,20 a 1,50 m, due anelli, un'unica lastra di calcestruzzo (posizionata su uno degli anelli) e la struttura in elevazione che garantisce la *privacy*.
L'utilizzo e la manutenzione sono analoghi all'Arborloo: un letto iniziale di foglie secche viene aggiunto prima dell'utilizzo e tutti i giorni si aggiungono terriccio e cenere. Quando la prima fossa è piena, la lastra di calcestruzzo e la superstruttura vengono smontati e assemblati di nuovo sulla seconda fossa. La prima fossa viene coperta da uno strato di terriccio di circa 15 cm. Per evitare di spostare la superstruttura, quest'ultima può essere più grande e costruita su entrambe le fosse. Per una famiglia piccola o media, la seconda fossa si riempie dopo un anno di utilizzo, mentre il materiale della prima sarà pronto a essere rimosso e utilizzato come fertilizzante del suolo. Se la fossa si riempie più velocemente (ad esempio in 6-9 mesi), è consigliabile trasferire il materiale rimosso in un'altra fossa sulla quale si può piantare un albero da frutta dopo qualche mese, piuttosto che utilizzarlo come fertilizzante nell'orto.

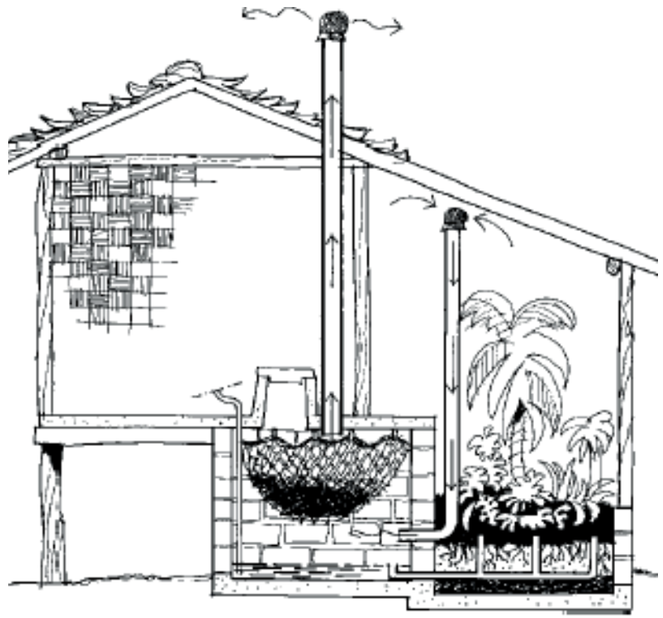
Il CCD toilet





A sinistra: Vista del CCD toilet che mostra l'interno di una delle camere di compostaggio. In questa versione, la rete che separa i liquidi dai solidi è appesa in un tubo di plastica per facilitare la rimozione quando il compostaggio è completo. Nella versione originaria, la rete è appesa in due ganci.
A destra: Assonometria del CCD toilet. I tubi di ventilazione hanno un diametro grande per assicurare una circolazione migliore dell'aria e sono forniti di griglie per la protezione dagli insetti.

Un sistema a doppia camera è stato progettato da David del Porto per il Centro per lo Sviluppo Pulito delle Isole dell'Oceano Pacifico (CCD). Il CCD toilet è adatto a climi tropicali e utilizzato nelle isole del sud dell'Oceano Pacifico.
Consiste in due camere a secco costruite sotto il gabinetto. Il sistema è stato progettato in modo da creare condizioni aerobiche nelle camere di compostaggio senza bisogno di mescolamento manuale del materiale. Gli escrementi cadono in una stuoia intrecciata di fronde di palma da cocco, appoggiata in cima a una rete da pesca di nylon sospesa all'interno della camera di compostaggio per separare i liquidi dai solidi. Questo fondo permette l'aria di penetrare nel cumulo di compost da tutte le parti.
La ventilazione è garantita da un tubo di diametro grande che corre lungo il muro posteriore della camera da una presa d'aria localizzata al di sotto della rete. La corrente d'aria aiuta anche l'evaporazione dei liquidi accumulati nel fondo della camera. L'evaporazione è ulteriormente assicurata da stoppini fatti da strisce di fibre di poliestere o rayon (ricavati ad esempio da vecchi vestiti), che sono sospesi dalla rete. Un'altra soluzione è prosciugare i liquidi in un letto di evapotraspirazione (Fig.10).
Il tubo e le camere sono dipinti di nero e, se possibile, esposti al sole, per favorire l'evaporazione e il compostaggio. Il tubo di ventilazione è fornito di una griglia di protezione dagli insetti.



Sezione di un servizio igienico fornito di un CCD toilet. L'evaporazione dei liquidi avviene tramite un letto di evapotraspirazione.

Prima di iniziare l'utilizzo, sulla stuoia viene preparato un letto di terriccio per fornire la camera di microorganismi utili a dar inizio al compostaggio aerobico. Nel momento i cui la prima camera è quasi piena, viene utilizzata la seconda.
L'esperienza dimostra che ci vuole una famiglia di 10 persone per riempire una camera di compostaggio nell'arco dell'anno. Dopo due anni, quando anche la seconda camera è piena e la prima deve essere svuotata e preparata all'utilizzo, il materiale solido è biodegradato e tutti i liquidi in eccesso evaporati.
L'istallazione dei CCD toilet nelle isole Pohnpei, Stati Federati di Micronesia, ha raggiunto risultati soddisfacenti per gli utenti.

Il Sirdo Seco

Il Sirdo Seco è un compost toilet a due camere posizionate all'interno di un contenitore di compostaggio, fornito di un diaframma scorrevole tra il condotto del gabinetto e il muro divisorio delle due camere. Il diaframma fa scorrere gli escrementi all'interno di una delle due camere. Quando una camera è riempita, la direzione del diaframma è cambiata da una leva, causando lo scivolamento degli escrementi dentro l'altra camera. Ogni camera ha un volume di 1.2 m^3. Se 6-8 persone lo utilizzano regolarmente, deve essere svuotato al massimo una volta all'anno.

Un tubo di ventilazione, dal contenitore al tetto, elimina gli odori ed è fornito di una griglia di protezione dagli insetti. Entrambe le camere sono fornite di coperchi fatti di lastre di alluminio dipinte di nero, per favorire l'evaporazione e il compostaggio per riscaldamento del materiale.

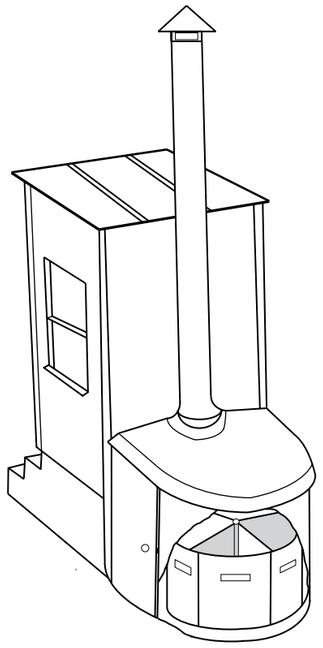
Il Sirdo Seco si utilizza in Messico da più di 20 anni. Un vantaggio particolare è il suo basso peso piccolo da vuoto. Quando le persone che abitano in insediamenti informali sono sfrattate con poco preavviso, possono svuotare il gabinetto e semplicemente portarselo via.

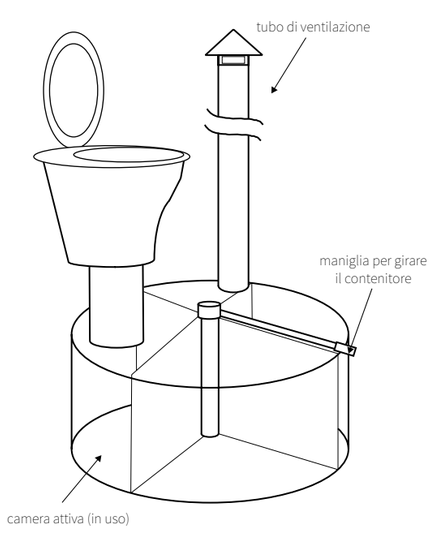
Compost toilet a camere multiple a rotazione

Il compost toilet a camere multiple è costituito da un contenitore cilindrico, posizionato sotto il gabinetto, dentro il quale un altro contenitore è in grado di ruotare. Il contenitore più piccolo è diviso in quattro (o più) camere. Quando la camera in uso è riempita, il contenitore viene ruotato, e la camera seguente è posizionata sotto il gabinetto. In questo modo ogni camera viene riempita a sequenza. Dopo il riempimento di tutte le camere, il materiale nella prima camera viene rimosso e svuotato tramite una porta di accesso.

Un dimensionamento appropriato del volume utilizzato è necessario per assicurarsi che il sistema a camere multiple funzioni correttamente: il tempo di riempimento delle camere deve essere sufficiente per il completamento del compostaggio del materiale depositato nella prima camera utilizzata. Alla fine i liquidi evaporano, lasciando il prodotto finale relativamente secco. Durante l'utilizzo è consigliabile aggiungere materiali ad alto contenuto di carbonio per favorire l'aerazione.

I sistemi prefabbricati disponibili in commercio (Rota-Loo, EcoTech Carousel, Nature-Loo) hanno fino a otto contenitori.

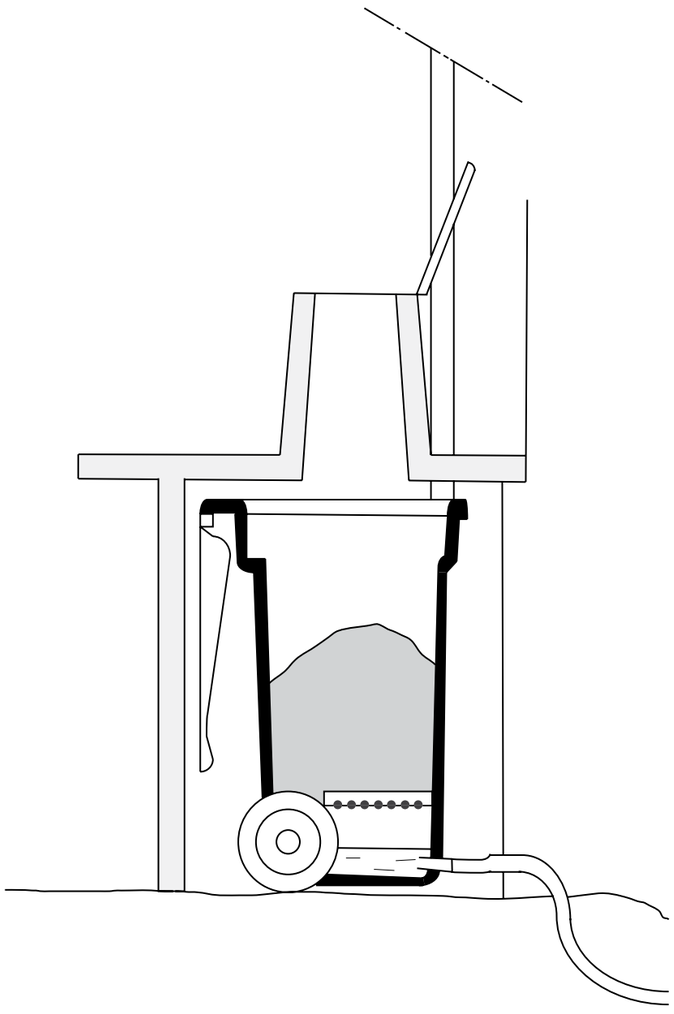




Assonometrie di un compost toilet a quattro camere a rotazione.

Toilet a secchio o bidone rimovibile

Principi di funzionamento

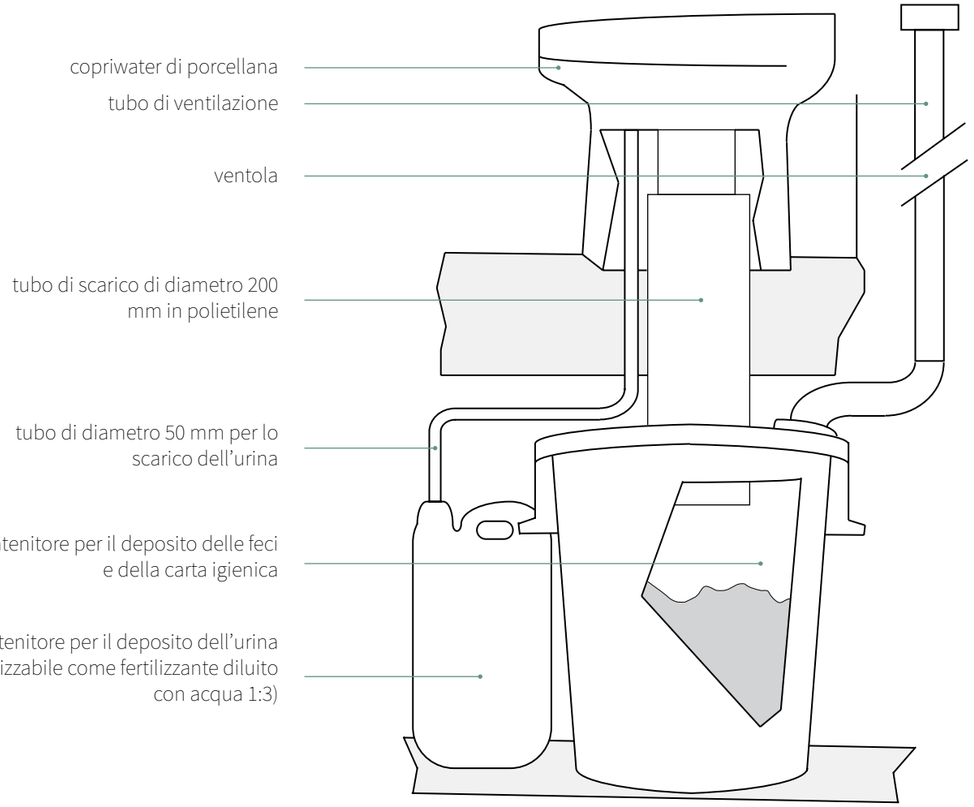


Toilet a bidone rimovibile a rotelle con tubo di drenaggio per il percolato.

I sistemi a secchio o bidone rimovibile non sono veri e propri compost toilet, ma contenitori per gli escrementi, siccome il compostaggio non avviene nel contenitore. Si possono adoperare secchi rimovibili alternati o bidoni a rotelle, connessi tramite giunti facilmente smontabili con il tubo di scarico del gabinetto, e, qualora fossero presenti, con il tubo di separazione dell'urina e con il tubo di ventilazione. I bidoni a rotelle sono disponibili in commercio, mentre i secchi possono essere di qualsiasi tipo e dimensione, preferibilmente forniti di coperchio e manico per essere trasportati. Il contenitore deve far parte di un sistema di compostaggio. Viene posizionato sotto il gabinetto e sostituito quando si riempie. Il contenuto del primo bidone viene depositato per essere trattato:

- *in situ*, in una struttura di compostaggio
- in un impianto di compostaggio o a biogas.

Alcuni sistemi adoperano dispositivi per la separazione dell'urina; altri depositano urina e feci in bidoni che di solito necessitano di additivi assorbenti e hanno un sistema di drenaggio per il percolato.



Toilet con secchio rimovibile a divisione dell'urina (modello EcoDry di Ecovita).

Fonte: Ecovita
Rielaborazione di disegno disponibile su: http://www.ecovita.net/ekologen.html

Altri sistemi che possono essere classificati come sistemi a secchi rimovibili, sono i cessi a secco compatti che depositano le feci e a volte anche l'urina in piccoli recipienti integrati nel gabinetto. I recipienti possono essere anche semplici sacchetti plastici o biodegradabili.
La maggior parte dei modelli è fornita di un sistema di ventilazione a pressione negativa naturale o a corrente elettrica, che aiuta a prevenire gli odori e a migliorare l'evaporazione.

Utilizzo e manutenzione

I secchi e i bidoni devono essere regolarmente svuotati e sostituiti. Per evitare di pulire i contenitori dopo lo svuotamento, si possono adoperare dei sacchetti biodegradabili, comodi e igienici, che durano per alcune settimane nel caso in cui l'urina sia separata. Il trattamento post-rimozione avviene di solito in un cumulo di compostaggio *in situ*.

Diversi fornitori specializzati offrono dispositivi per l'utilizzo e la manutenzione del sistema, includendo carrelli e piattaforme a rotelle per lo spostamento dei contenitori, pompe e rubinetti per il trasporto dei liquidi, riscaldanti elettrici e dispositivi automatici per il mescolamento.

Aspetti igienici e accettabilità

I dispositivi riempiti devono essere chiusi in modo sicuro con coperchi per evitare la fuoriuscita accidentale del materiale depositato e l'odore durante il trasporto e il deposito intermedio (se previsto) prima del trattamento finale. Durante il trattamento devono essere garantite ulteriori misure di protezione in modo da minimizzare i rischi per la salute degli utenti o dello staff di servizio. L'aggiunta di additivi assorbenti ricchi di carbonio è necessaria quando la ventilazione del contenitore non è prevista, e, in ogni caso, può aiutare ad assorbire gli odori. Il compostaggio e la disattivazione dei germi patogeni non avviene nei contenitori. Di conseguenza, un processo corretto di compostaggio è essenziale prima che il materiale organico sia utilizzato come fertilizzante. Il sistema ha guadagnato accettabilità, siccome si può utilizzare qualsiasi contenitore disponibile, mantenendo bassi costi. Inoltre, il contenitore può essere sostituito un'infinità di volte, rendendo la capacità del sistema idealmente illimitata.

Applicabilità

Questa tipologia di compost toilet guadagnò popolarità all'inizio degli anni settanta, quando furono progettati i bidoni di acciaio di 55 galloni (circa 208,2 litri). Siccome questi bidoni presentavano problemi legati alla durabilità e al peso, col tempo furono sostituiti con bidoni in polietilene riciclato.
I compost toilet a secchio rimovibile di piccola capacità sono adatti a un uso temporaneo, ad esempio nelle case di vacanze. Grazie alla loro piccola dimensione, non richiedono spazio come i compost toilet con grandi camere di compostaggio.
La frequenza di svuotamento è molto più alta e c'è bisogno di una struttura di compostaggio *in situ* o nelle vicinanze. Questo può scoraggiare l'utilizzo in casi in cui la frequenza d'uso sia alta e gli utenti stessi siano responsabili per lo svuotamento dei bidoni e il seguente compostaggio.

Costi

Il sistema a secchio rimovibile può essere facilmente costruito dagli stessi utenti. Bidoni e secchi, anche di seconda mano, sono facilmente disponibili e possono essere modificati per essere utilizzati come contenitori.
I bidoni prodotti specificamente con condotti per la ventilazione e il drenaggio del percolato sono più cari ma comunque molto meno costosi dei compost toilet a camera unica o multipla. Il costo per i secchi varia da 50 a 250 €; per i bidoni con capienza più grande dai 200 ai 600 €.
Il contenitore di raccolta è comunque solo una parte del sistema e, per assicurare il trattamento del prodotto, è richiesta una struttura di compostaggio, che comporta ulteriori costi. Una soluzione accettabile dal punto di vista economico può essere una struttura di compostaggio che tratta anche i rifiuti organici domestici, in caso ci sia una domanda locale per compost.

I COMPOST TOILET MECCANICI

Principi di funzionamento

Diversi produttori offrono sistemi forniti di dispositivi e riscaldanti elettrici, per accelerare l'evaporazione e la decomposizione degli escrementi. Questi dispositivi aiutano a compattare il materiale, aumentando la capacità del contenitore, e a semplificare la manutenzione. Il principio di base della maggior parte di questi sistemi è il mescolamento degli escrementi con materiale organico ricco di carbonio, tramite dispositivi per girare o mescolare, posizionati dentro al contenitore. La movimentazione migliora l'aerazione e la deidratazione, intensifica il contatto con i microorganismi e, di conseguenza, accelera la decomposizione del contenuto.

Il dispositivo di mescolamento può essere meccanico e adoperato a mano o piede (ad esempio dopo ogni utilizzo), oppure elettrico e attivato premendo un pulsante o automaticamente tramite sensori.
Per prevenire gli odori e assicurarsi il cambio d'aria è necessaria una ventilazione continua.
Molti sistemi trattano anche l'urina, ma in questi casi serve una quantità più grande di materiale assorbente carbonico e di energia di riscaldamento per gestire i liquidi in eccesso. Nei climi freddi può essere preferibile l'evaporazione dei liquidi tramite il riscaldamento. La separazione dell'urina permette la costruzione di sistemi più piccoli.

Utilizzo e manutenzione

L'utilizzo e la manutenzione dipendono dal fatto che si tratti di sistemi discontinui o continui.
Nei sistemi discontinui, il contenitore di compostaggio è riempito di uno strato di additivi carbonici prima di essere usato. Durante l'utilizzo, non sono necessari additivi, ma le condizioni del prodotto devono essere controllate regolarmente per assicurarsi che non si asciughi o che non sia troppo umido. Dopo il riempimento e un ulteriore periodo di decomposizione di almeno 6 mesi, il bidone deve essere completamente svuotato. Un nuovo carico di additivo è messo nel bidone per iniziare un nuovo riempimento.
I sistemi discontinui sono forniti di dispositivi meccanici e elettrici.
I sistemi continui sono riempiti con uno strato di additivi carbonici prima del primo uso e regolarmente durante l'uso. Il sistema garantisce un'estrazione regolare di piccoli volumi di compost maturato a intervalli frequenti (ad esempio una volta al mese), mentre il materiale fresco rimane nel contenitore.
L'uso dei dispositivi di mescolamento riduce le necessità manutentive. Il post-trattamento e le misure di sicurezza prima del uso del compost sono più bassi rispetto a tanti altri tipi di compost toilet, siccome la qualità igienica è più alta, grazie al controllo delle condizioni di compostaggio.
I sistemi meccanici ottimizzano il processo del compostaggio e minimizzano la manutenzione e il coinvolgimento dell'utente.

Aspetti igienici e accettabilità

I sistemi forniti di dispositivi di riscaldamento per evaporare l'urina e per mantenere le condizioni ottimali per il compostaggio e la distruzione dei patogeni possono ottenere un prodotto finale igienicamente sicuro. Il processo è controllato da termostati per garantire una temperatura costante dai 50 ai 60°C. Comunque, il prodotto finale può essere molto concentrato di sali e nutrienti: è consigliabile mischiare con terriccio povero.
I sistemi utilizzati in modo discontinuo possono richiedere un trattamento ulteriore del materiale per un uso sicuro.

Applicabilità

Le dimensioni dei sistemi variano da modelli piccoli individuali, che possono essere installati in cessi privati, fino a modelli grandi per cessi pubblici. La maggior parte dei sistemi necessita di una fonte energetica per i dispositivi di mescolamento, riscaldamento e ventilazione. Possono essere forniti di connessioni per la ventilazione, un serbatoio (solo se è previsto lo scarico del percolato o la separazione dell'urina) o un tubo di connessione per l'ulteriore trattamento del prodotto.

In generale, l'utilizzo di sistemi prefabbricati automatici o semi-automatici è limitato a paesi industrializzati, a causa del costo relativamente elevato e la difficoltà di essere riparati in caso di guasti.

Costi

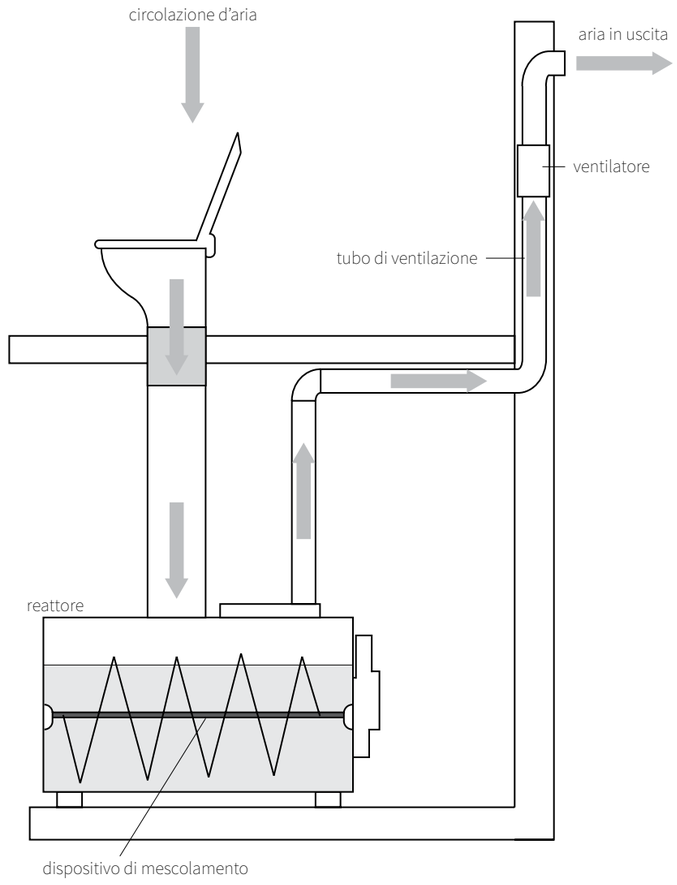
I compost toilet con dispositivi meccanici sono di solito più costosi rispetto agli altri tipi. I costi di investimento e di utilizzo sono più alti a causa dei componenti tecnici, delle frequenti riparazioni e del consumo di energia. La separazione dell'urina abbassa il consumo di energia.
I prezzi variano dai 3500 ai 5000 € per i sistemi grandi e dai 900 ai 2000 € per i sistemi piccoli.

Tipologie

Sistemi piccoli

I sistemi piccoli (come il Biolan Naturum scandinavo o il Biolet svizzero) sono progettati per un numero basso di utenti. Sono molto compatti e possono essere installati in case anche a uso temporaneo. Funzionano a processo continuo, e sono forniti di dispositivi meccanici o elettrici. In alcuni casi è presente un sistema di riscaldamento. L'urina è raccolta separatamente.

Sistemi grandi



I sistemi grandi (ad esempio il Phoenix americano o le versioni più grandi del BioLux giapponese) sono di solito localizzati sotto il gabinetto. Un volume di 1 m^3 di materiale additivo (ad esempio segatura) è necessario per 150 - 200 utenti al giorno. I sistemi che trattano l'urina insieme alle feci consumano molta più energia. I sistemi con la separazione dell'urina consumano energia solo per il riscaldamento, necessario a mantenere una temperatura ottimale per il compostaggio.

Arborloo | Arba Minch, Etiopia

Tipo di progetto:
Servizi igienico-sanitari per edifici residenziali
Scala: 9 Arborloo, 33 abitanti
Investimento: 310 €
Periodo: Ottobre 2006 - Marzo 2010

La costruzione fa parte del progetto ROSA (*Resource-Oriented Sanitation concepts for peri-urban areas in Africa*)

Costruzione della lastra di calcestruzzo (diametro 1 m, spessore 5 cm). Per creare la forma si utilizza un cumulo di sabbia, mentre per il getto del calcestruzzo si usa un foglio metallico largo 5 cm come sagoma. Con un sacco da 50 kg di cemento si possono costruire tre lastre.

Fonte:
Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA)
Foto di Rahul Ingle, disponibili su:
https://www.flickr.com/photos/gtzecosan/sets/72157622307596073

Dopo ogni utilizzo si devono aggiungere tre bicchieri di terriccio e uno di cenere. Per eliminare gli odori è presente un tubo di ventilazione.
La superstruttura è fatta di materiale locale a basso costo, solitamente di *karta* (bambù intrecciato), ed è facilmente spostabile.

Quando la fossa si riempie, le parti dell'Arborloo sono smontate e assemblate di nuovo su un'altra fossa. La vecchia fossa viene coperta con uno spesso strato di terriccio. Un albero viene piantato durante la stagione delle piogge.
Nella foto, albero di papaia piantato su una fossa già utilizzata e il nuovo Arborloo.

Compost toilet solare passivo al Dunton Family Farms | Molalla, Oregon

Tipo di progetto:
Azienda agricola
Scala: Compost toilet a uso privato
Costruzione: 2006

Il compost toilet è stato auto-costruito in circa 60 ore di lavoro con un costo basso (meno di 100 euro).

L'acquisto iniziale è un contenitore di plastica di capienza circa 200 litri (15 €). La pavimentazione è sollevata daterra ed è costituita da tavole di legno di cedro montate su due pallet. Il legname utilizzato per la struttura è di recupero.

La camera di compostaggio è fatta di lastre di *plexiglass* di spessore 6 mm. Il tetto piramidale è fatto da pannelli di lamiera e lastre di *plexiglass* in cima per assicurare un'illuminazione naturale.

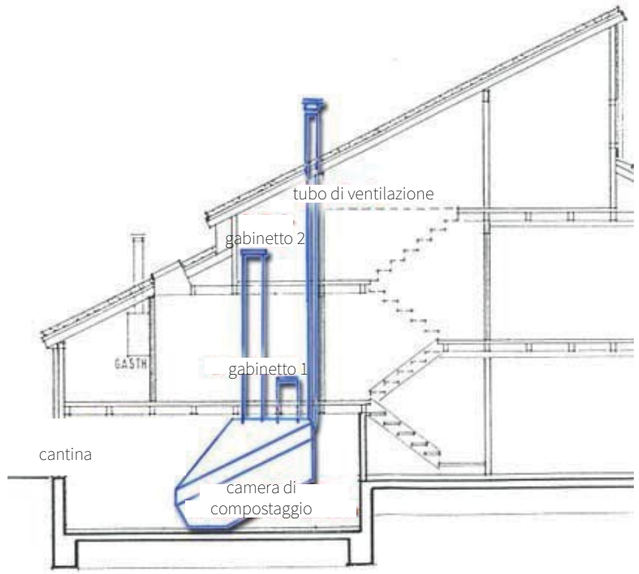
Fonte: Dunton Family Farms. Foto disponibili su: http://www.duntonfarms.com/projects/2006_toilet.htm#Summary

Tipo di progetto:
Insediamento residenziale in area urbana
Scala: 36 case unifamiliari, circa 140 abitanti
Inizio pianificazione: 1983
Costruzione: 1985-2002
Inizio utilizzo: 1986
Progettazione:
- Berger Biotechnik GmbH (sistema di compost toilet)
-AWA-Ingenieure (impianto di fitodepurazione)

Case ecologiche nel lato nord dell'insediamento.

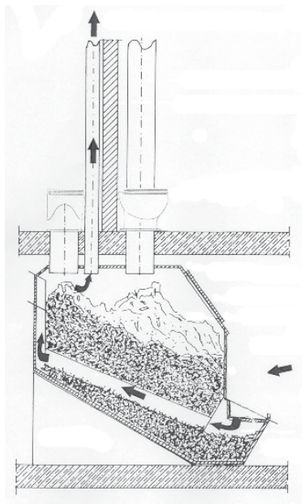
Fonte: Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA), immagine disponibile su https://www.flickr.com/photos/gtzecosan/3252523083/in/album-72157613321042025/

Il progetto architettonico ha tenuto in conto le specificità dei compost toilet. Ogni camera di compostaggio (volume da 1,5 a 3 m^3), posizionata nel piano seminterrato, è connessa a un massimo di quattro gabinetti e tratta gli escrementi umani, la carta igienica e i residui organici della cucina.
I modelli installati sono:
- 31 Berger Terra Nova
- 5 Clivus Multrum



Sezione fuori scala di una casa dell'insediamento. La camera di compostaggio è posizionata in cantina ed è connessa a due gabinetti, rispettivamente al primo e secondo piano, tramite tubi di scarico di diametro 30 cm.

Fonte: Ökologisches Leben Allermöhe e.V., rielaborazione di immagine presente sul sito Ökologisches Leben Allermöhe e.V., disponibile su https://www.oeko-siedlung-allermoehe.de/komposttoiletten



Camera di compostaggio (a sinistra) e sistema di funzionamento del compost toilet Berger Terra Nova (a destra).

Fonte: Berger Terra Nuova, immagini disponibili su http://www.berger-biotechnik.com/compost-toilets/-terranova-grp/index.php

Il sistema richiede circa un'ora al mese di manutenzione per mescolare il contenuto della camera di compostaggio e per aggiungere materiale organico dall'orto e dalla cucina. Lo svuotamento avviene 1-2 volte all'anno: una famiglia di quattro persone produce all'incirca 160 litri di compost all'anno. Si accede direttamente dall'orto alla cantina.

Contenuto del contenitore.

Fonte: SuSanA, immagine disponibile su https://www.flickr.com/photos/gtzecosan/sets/72157613321042025/with/3252523083/

A sinistra: Il copriwater assomiglia a uno convenzionale, ma il coperchio è fornito di un anello sigillante in modo da impedire la fuoriuscita d'aria quando il gabinetto non viene utilizzato. Il tubo di scarico di fianco connette un secondo gabinetto al piano sopra al contenitore di compostaggio in cantina.

Sopra: Il tubo di ventilazione è isolato per aumentare la circolazione d'aria ed evitare la condensa. Il ventilatore funziona a 29 Watt o meno (la potenza può essere regolata tramite un dispositivo di controllo della velocità).

Fonte: Ökologisches Leben Allermöhe e.V., immagini disponibili su https://www.oeko-siedlung-allermoehe.de/komposttoiletten

L'esperienza ha dimostrato che la quantità di compost prodotta è più grande del necessario per gli orti privati (130-250 m^2): il compost viene utilizzato anche per le aree verdi.
Il sistema risparmia circa 40 litri pro capite al giorno rispetto a un sistema tradizionale a scarico d'acqua, risultando in un risparmio di 5600 m^3 al giorno per l'intero insediamento.

Fossa Alterna | Arba Minch, Etiopia

Tipo di progetto:
Servizi igienico-sanitari per edifici residenziali
Scala: 30 servizi, 177 abitanti
Investimento:
76-157€/servizio
Periodo: Aprile 2007 - Marzo 2009

La costruzione fa parte del progetto ROSA (*Resource-Oriented Sanitation concepts for peri-urban areas in Africa*) finanziato dall'Unione Europea.

Fonte:
Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA)
Foto di Wudneh Ayele Shewa, disponibili su:
https://www.flickr.com/photos/gtzecosan/sets/72157622307596073

I telai quadrati, fatti di blocchi alleggeriti di calcestruzzo, sono costruiti intorno alle fosse (profondità 1,50-1,80 m). La misura esterna è 1,3 x 1,3 m, mentre quella interna 0,9 x 0,9 m (misure della fossa). Le lastre di pavimentazione (1,2 x 1,2 m, spessore 5 cm) sono fatte di calcestruzzo armato gettato in uno stampo di legno e trasportate successivamente. La superstruttura può essere fatta di *karta* (bambù intrecciato), telo o lamiera grecata.
La Fossa Alterna è stata generalmente più accettata rispetto agli altri modelli di compost toilet, grazie alla somiglianza ai sistemi tradizionali di servizi igienici (latrine a fosse).

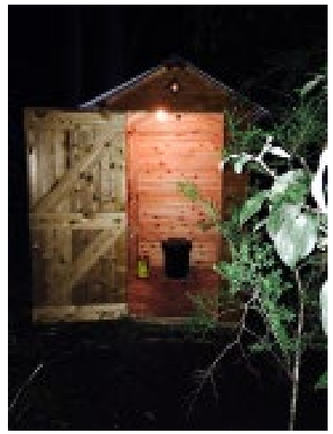
The Baloo Bush Retreat | Woollamia, New South Wales, Australia

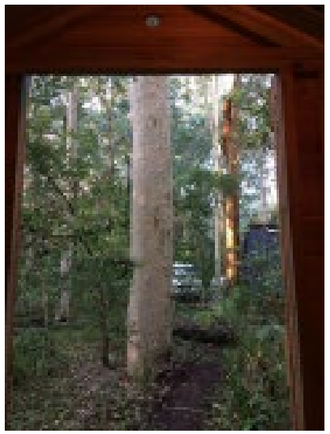
Tipo di progetto:
Struttura turistica
(una casa piccola, doccia esterna, cucina esterna coperta e servizi igienici)
Scala:
1 compost toilet Nature Loo (2 utenti)

The Baloo Bush Retreat è una piccola struttura turistica ecologica, progettata specificamente per coppie.
Vista la mancanza degli allacciamenti alla rete fognaria nel sito e i vantaggi economici e ambientali, è stato scelto di installare un compost toilet meccanico di tipo Nature Loo.

In alto: La cucina esterna del Baloo Bush Retreat coperta di tettoia.

Fonte: Airbnb. Foto disponibile su: https://www.pinterest.it/pin/408772103673239022/visual-search/?x=25&y=0&w=530&h=397





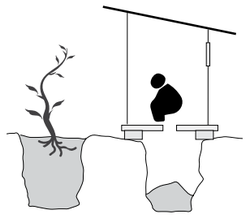
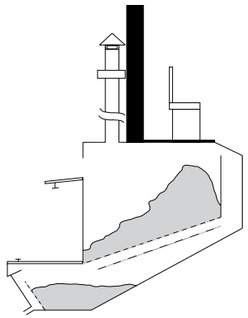
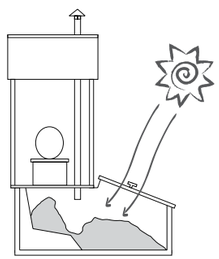
Di fianco in alto: La struttura è in legno di cedro con copertura in lamiera grecata.

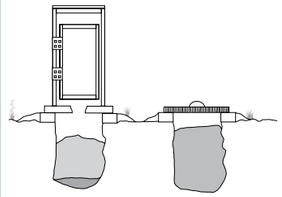
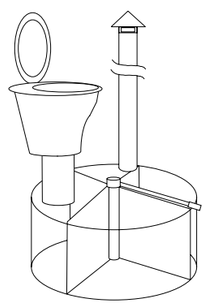
In basso a sinistra: Vista dell'interno dei servizi igienici.

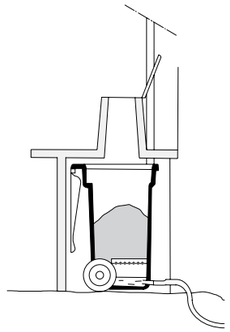
In basso a destra: Vista dall'interno dei servizi igienici.

Fonte: Nature Loo. Foto disponibili su: https://www.nature-loo.com.au/main/index.php/case-studies/27-the-baloo-bush-retreat-case-study

Confronto

	Tipologia	Pro	Contro
Compost toilet a camera unica	 Arborloo	⊕ Auto-costruzione semplice ⊕ Low cost ⊕ Può incoraggiare la piantumazione di alberi e la produzione di frutta	⊖ Necessità di scavare una nuova fossa quando si riempie quella in uso ⊖ Rischio di contaminazione delle acque sotterranee Richiede molto spazio ⊖ Ci sono problemi di odore ⊖ in caso la ventilazione non sia ben progettata ⊖ Manutenzione alta
	 Clivus Multurm	⊕ Costo medio ⊕ La grande dimensione della camera permette una conservazione lunga e favorisce l'aerazione ⊕ Può essere facilmente auto-costruito	⊖ Manutenzione frequente ⊖ Mescolamento frequente del materiale ⊖ Richiede molto spazio ⊖ Deve essere posizionato sotto il gabinetto (non adatto ai gabinetti posizionati al piano terra in assenza di pendio) ⊖ Ci sono problemi di odore in caso la ventilazione non sia ben progettata
	 Solare passivo	⊕ Costo medio ⊕ Usa energia solare ⊕ Eliminazione dei germi patogeni sicura grazie alle temperature elevate	⊖ Manutenzione frequente ⊖ Richiede molto spazio ⊖ Deve essere orientata al sole ⊖ L'efficienza è più bassa in inverno e nei climi più freddi ⊖ Ci sono problemi di odore in caso la ventilazione non sia ben progettata

	Tipologia	Pro	Contro
Compost toilet a camere multiple	 Fossa Alterna	⊕ Auto-costruzione semplice ⊕ Low cost	⊖ Rischio di contaminazione delle acque sotterranee ⊖ Richiede molto spazio ⊖ Ci sono problemi di odore in caso la ventilazione non sia ben progettata ⊖ Manutenzione alta
	Sidro Seco	⊕ Svuotamento comodo ⊕ Non richiede mescolamento del materiale ⊕ Eliminazione dei germi patogeni sicura (esposizione limitata alle feci fresche) ⊕ Può essere facilmente integrato in casa	⊖ Costo alto ⊖ Volume limitato ⊖ Richiede molto spazio ⊖ Di solito è necessario un secondo trattamento prima che il materiale sia utilizzabile come fertilizzante. ⊖ Frequenza di svuotamento alta ⊖ Deve essere posizionato nel piano sotto il gabinetto
	 A rotazione	⊕ Svuotamento comodo ⊕ Non richiede mescolamento del materiale ⊕ Eliminazione dei germi patogeni sicura (esposizione limitata alle feci fresche)	⊖ Costo alto ⊖ Volume limitato della camera di compostaggio ⊖ Richiede molto spazio ⊖ Di solito è necessario un secondo trattamento prima che il materiale sia utilizzabile come fertilizzante ⊖ Frequenza di svuotamento alta ⊖ Posizionata di solito fuori

Tipologia		Pro	Contro
Toilet a bidone rimovibile		⊕ Svuotamento comodo ⊕ Mescolamento del materiale non richiesto ⊕ Low cost ⊕ Auto-costruzione facile ⊕ Adatto a usi temporanei ⊕ Adatto a spazi piccoli	⊖ È solo un contenitore ⊖ È necessaria una struttura di compostaggio, in sito o centrale (costi aggiuntivi) ⊖ Frequenza di svuotamento alta ⊖ Deve essere regolarmente sostituito il contenitore
Compost toilet meccanico		⊕ Svuotamento comodo ⊕ Mescolamento del materiale non richiesto ⊕ Eliminazione sicura di agenti patogeni ⊕ Compatto ⊕ Senza odori (ventilazione continua) ⊕ Deidratazione controllata ⊕ Aerazione sicura ⊕ Manutenzione bassa ⊕ Basso coinvolgimento degli utenti ⊕ Non necessita di un secondo trattamento se il compost non viene utilizzato nell'orto	⊖ Costo alto ⊖ Richiesta di energia (nella maggior parte dei modelli) ⊖ Disponibile solo in paesi sviluppati ⊖ Alta frequenza di svuotamento (ogni mese, se regolarmente utilizzato)

Riferimenti

La ricerca riferita ai compost toilet è stata elaborata dalle schede della Sustainable Sanitation Alliance, disponibili in https.//www.susana.org/en/ (traduzione propria). Le fonti delle elaborazione degli immagini vengono inserite nelle didascalie specifiche.

RIFERIMENTI

Bibliografia

Libri

AA. VV. *Manuale per il recupero, la tutela e la salvaguardia del patrimonio naturale e degli elementi tipici del territorio,* G.A.L. Langhe e Roero Leader, 2013

Battaglio, N., Bocco, A. *Linee guida, indirizzi tecnici e prescrizioni per gli interventi di recupero e di nuova costruzione nel comune di Premia*, 2007

Belforte, S. (a cura di), *Oltre l'ACNA: identità e risorse per la rinascita della Valle Bormida.* Franco Angelo. Mialno, 1993. ISBN 88-204-8076-X

Bocco A. *Werner Schmidt Architect: ecology, craft, innovation.* Springer. New York, 2013. ISBN 9783709112724

Bosia, D. *Guida al recupero dell'architettura rurale del G.A.L. Langhe Roero Leader.* Vol.1. Blu Edizioni. Torino, 2006. ISBN-13: 978-88-7904-022-8

Bosia, D. *Guida al recupero dell'architettura rurale del G.A.L. Langhe Roero Leader.* Vol.2. Blu Edizioni. Torino, 2012. ISBN-13: 978-88-7904-135-5

Boyle, G., Harper, P. (a cura di) *Radical technology.* Pantheon Books, New York, 1976. ISBN 0-394-73093-3

Elain, Ch. *Un petit coin pour soulager la planète. Toilettes sèches et histoires d'eau.* Euphilane, Vanxains, 2005. ISBN 978-2-9530877-0-3

Friedman, Y. *L'architettura di sopravvivenza. Una filosofia della povertà.* Bollati Boringhieri, Torino, 2009. ISBN 9788833920115

Hellman, A. *Cent'anni di veleno. Il caso Acna: l'ultima guerra civile italiana.* Stampa Alternativa, Viterbo, 2005

Mamino, L. *Paesaggio, architettura e pietra di Langa: La costruzione del paesaggio storico nelle Valli Belbo, Bormida e Uzzone.* Comunità montana Langa delle Valli, Politecnico di Torino. Arti Grafiche Dial, Mondovì (CN), 2008. Supplemento a ISSN 1974-5559 Guardare Fuori

Mamino, L. (a cura di), *Il recupero di edifici esistenti nelle alte valli del Cuneese.* Politecnico di Torino. Tipolitografia Stilgraf, Santuario di Vicoforte (CN), 2010. ISBN 978-88-904403-11

McEvoy, A., Markvart, T., Castañer, L. *Practical Handbook of Photovoltaics. Foundamentals and Applications.* Elsevier Science, 2012. ISBN 978-0-12-385934-1

Paludi G., Zeppetella P. (a cura di), *Valorizzare le risorse della montagna. L'esperienza del progetto CAPACities*, L'artistica editrice, Savigliano, 2011

Paludi G., Zeppetella P. (a cura di), *Valorizzare le risorse della valle Varaita. Legno, energia, edilizia: analisi e proposte del progetto CAPACities*, L'artistica editrice, Savigliano, 2011

Poggio, P. P. (a cura di) *Una storia ad alto rischio: l'ACNA e la Valle Bormida*, Edizioni Gruppo Abele, Torino, 1996

Rudofsky, B. *Architecture without architects: A short introduztion to nonpedigreed architecture.* Museum of Modern Art, New York, 1964. ISBN 0-385-07487-5

Sennett, R. *L'uomo artigiano.* Feltrinelli, Milano, 2008. ISBN 9788807104398

Stefanutti, L. *Impianti per la climatizzazione. Tecniche Nuove.* Milano, 2011. ISBN 9788848123037

Vale, B., Vale, R. *The new autonomous house. Design and planning for sustainability.* Thames & Hudson, New York, 2002. ISBN 0-500-28287-0

Tesi di laurea

Ottaviani, A., Pezzola, M., Piscioneri, M., relatore Bocco, A. *Guida al recupero dei ciabòt in Alta Langa*, Tesi di laurea magistrale, Vol. 1, Politecnico di Torino, Torino, 2015.

Ottaviani, A., Pezzola, M., Piscioneri, M., relatore Bocco, A. *Guida al recupero dei ciabòt in Alta Langa*, Tesi di laurea magistrale, Vol. 2, Politecnico di Torino, Torino, 2015.

Pubblicazioni

Bocco A. *Tecnología y comportamiento humano.* In: "Revista de arquitectura", vol. 250, 2013, p. 46 - 53. ISSN 0327-330X

Doninelli M., Doninelli M. *Produzione di acqua calda ad accumulo.* In: "Idraulica Caleffi. Pubblicazione periodica di informazione tecnico-professionale", 16, Poligrafica Moderna S.p.A, Novara, Gennaio 1999, p. 1 - 21

Doninelli M., Doninelli M. *Gli impianti a pannelli solari. Tecniche e schemi di realizzazione.* In: "Idraulica Caleffi. Pubblicazione periodica di informazione tecnico-professionale", 29, Poligrafica Moderna S.p.A, Novara, Dicembre 2005, p. 1 - 36

Doninelli M., Doninelli M. *Impianti solari. Schemi di realizzazione.* In: "Idraulica Caleffi. Pubblicazione periodica di informazione tecnico-professionale", 32, Poligrafica Moderna S.p.A, Novara, Giugno 2007, p. 1 - 44

Durante, G., Grasso, F. *L'ACNA di Cengio e la sua pesante storia ambientale.* In: "Industria e ambiente", 3, 2010, p. 104 - 105

Le Ménahèze G. *Eau du pluie: un don du ciel.* In: "La Maison écologique", 97, Febbraio - Marzo 2017, p. 28 - 38

Sampò L., *Boundaries. Compact Living*. 12, Graffietti Stampati s.n.c., Viterbo, Marzo 2015. ISNN 2239 - 0332.

Sampò L., *Boundaries*. *Tiny houses self built – off the grid*. 13, Graffietti Stampati s.n.c., Viterbo, Aprile 2015. ISNN 2239 - 0332

Sampò L., *Boundaries. Tiny architectures on the move*. 14, Graffietti Stampati s.n.c., Viterbo, Giugno 2015. ISNN 2239 - 0332

Verdi, L. *Sistemi modulari di recupero acque piovane: importati dall'ecologia nazionale tedesca a garanzia di una risorsa sempre più limitata. Senza trascurare l'aspetto estetico degli impianti.* In: "Modulo Progetto Tecnologia", 370, Luglio 2011, p. 555 - 123

Dini, R., Girodo, S. (a cura di) *ArchAlp. Architetture minime.* Foglio semestrale del Centro di ricerca Istituto di Architettura Montana, Politecnico di Torino, Torino, Luglio 2018. ISNN 2039-1730

Siti web (in ordine di consultazione)

Cartina dei sentieri [data della consultazione: 13 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.parcoculturalealtalanga.org/sentieri/

Unione Montana Alta Langa [data della consultazione: 13 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.unionemontanaaltalanga.it/

Geoportale Piemonte. Catalogo. [data della consultazione: 13 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.geoportale.piemonte.it/geocatalogorp/?sezione=catalogo

Ente turismo Alba Bra Langhe e Roero. [data della consultazione: 13 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.langheroero.it/l-ente-turismo

Alberghi diffusi. [data della consultazione: 13 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.alberghidiffusi.it/

PVGIS JRC- Solar radiation- europa.eu [data della consultazione: 16 febbraio 2019]. Disponibile in: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Rivista Idraulica Caleffi [data della consultazione: 16 febbraio 2019]. Disponibile in: https://www.caleffi.com/italy/it/rivista-idraulica

Collettori solari: riscaldamento ecosostenibile [data della consultazione: 17 febbraio 2019]. Disponibile in: https://www.bosch-thermotechnology.com/it/it/ocs/residenziale/collettori-solari-789932-c/

Pannelli solari termici di ultima generazione Panda. Costruzioni Solari [data della consultazione: 17 febbraio 2019]. Disponibile in: https://www.costruzionisolari.com/prodotti/pannelli-solari-termici/

Solare termico [data della consultazione: 17 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.sime.it/it/media/files/navsolterm/navsitcnat/easysysnat/dimensioni_EASYSYSNAT.pdf

Componente solare termico. Sime. Clima di valore [data della consultazione: 17 febbraio 2019]. Disponibile in: http://www.sime.it/it/it/documentazione/non_a_catalogo/?macroclasse=COMPONENTE%20SOLARE%20TERMICO