Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale
in
Architettura per il Progetto Sostenibile

Tesi di Laurea Magistrale

"AN ÒGNI GIR DË STRA"

Analisi del sistema di fortificazioni e sentieri militari nell'area del Passo della Gardetta (CN).

Studio comparativo tra fonti cartografiche storiche
e tecnologie innovative di rilievo metrico 3D in ambiente GIS.

Relatore
prof.ssa Antonia SPANO'

Co-Relatore
Giacomo PATRUCCO

Candidato
Valentina Santoro

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

01

1. INTRODUZIONE: IL DUALISMO DELLA MONTAGNA E LA QUESTIONE DELLE TERRE ALTE.....13

1.1 Le alte valli e le porte di valle.....15

1.1.1 Densità abitativa e densità turistica.....20

1.1.2 Accessibilità a confronto - dati statistici, viabilità esistente e digital divide.....32

1.1.3 I servizi, il territorio e il patrimonio culturale.....41

1.2 Mappatura dei fenomeni e proposte d'intervento.....56

1.2.1 "Bando di ricerca applicata per lo sviluppo economico e sociale dei territori alpini di Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta".....58

02

2. FINALITA' DELLA TESI E METODI DI ANALISI.....63

2.1 Obiettivi generali.....64

2.2 Strumenti di analisi: la Geomatica applicata al patrimonio.....66

2.2.1 Il sistema GPS/GNSS per il rilievo topografico.....71

2.2.2 Fotogrammetria.....76

2.2.3 MMS (Mobile Mapping System).....92

2.2.4 L'ambiente GIS.....98

03

3. LA VAL MAIRA: ANALISI E POTENZIALITA'.....103

3.1 Inquadramento e caratteri generali.....104

3.1.1 Inquadramento territoriale.....109

3.1.3 Sintesi storica.....116

3.1.4 Uso del suolo e criticità.....124

3.2 Strumenti di pianificazione e governo del territorio.....132

3.2.1 Piano Paesaggistico Regionale (PPR).....133

3.2.2 SNAI e Unioni Montane Valli Grana e Maira.....139

3.2.3 Modalità di sviluppo: il GAL e il PSL.....147

3.3 Sintesi delle ponenzialità e anteprima sul caso studio 158

04

4. CASO STUDIO: ALTOPIANO DELLA GARDETTA, Strade e fortificazioni.....163

4.1 Morfologia ed etimologia a confronto.....164

4.2 Passi indietro nella storia.....173

4.2.1 XVIII secolo.....174

4.2.2 XIX secolo.....182

4.2.3 XX secolo e il Vallo Alpino del Littorio.....187
4.3 Cartografia storica.....192
4.3.1 Cartografia pubblica e militare - Schedatura e analisi.....194
4.3.2 Simbologie a confronto: le fortificazioni e la rete stradale.....226
4.4 L'utilizzo del GIS per l'analisi cartografica.....241
4.5 La rete viaria dell'Alta Val Maira.....251
4.5.1 Rete viaria XXIII secolo.....252
4.5.2 Rete viaria XIX secolo.....257
4.5.3 Strade del Vallo Alpino e conversioni d'uso ... .261
4.5.4 Rete viaria ed escursionistica odierna.....273
4.6 Analisi dei percorsi storici e loro trasformazioni.....279
4.6.1 Strada militare 194 e mulattiera 192 | Acceglio - Passo della Gardetta.....281
4.6.3 Strada militare 254, 341, 342 | Demonte – Passo della Gardetta.....298
4.7 Strategie e proposte turistiche in atto.....310

05 **5. CAPOSALDO GARDETTA-OSEROT.....315**
5.1 Inquadramento storico e territoriale.....316
5.1.1 Sottosettore e sottosettore.....326
5.1.2 Le circolari.....329
5.1.3 Documenti d'archivio e schedatura.....334
5.2 Un'opera del vallo alpino.....340
5.3 Le tre opere di sbarramento.....347

06 **6. IL RILIEVO DELLE OPERE.....353**
6.1 Le operazioni di rilievo metrico 3D.....354
6.1.1 Il rilievo topografico della rete di inquadramento.....355
6.1.3 Il rilievo fotogrammetrico aereo.....357
6.1.4 Il rilievo attraverso MMS.....359
6.2 L'elaborazione dei modelli 3D.....362
6.2.1 Elaborazione delle acquisizioni fotogrammetriche.....363
6.2.2 Elaborazione delle nuvole Zeb.....370
6.2.3 Integrazione delle nuvole di punti ottenute.....383
6.3 Le restituzioni grafiche per la rappresentazione architettonica.....384
6.4 Opera 179.....402
6.4.1 Ricostruzione planimetria dello stato originario dell'opera antecedente ai crolli.....404
6.4.2 Rilievo stato di fatto.....408
6.5 Opera 180.....414
6.5.1 Ricostruzione planimetria dello stato

originario dell'opera antecedente ai crolli.....416
6.5.2 Rilievo stato di fatto.....418
6.6 Opera 181.....422
6.6.1 Ricostruzione planimetria dello stato originario dell'opera antecedente ai crolli.....424
6.6.2 Rilievo stato di fatto.....428

07 **7. ANALISI MULTISPETTRALE: FORTIFICAZIONI, CROLLI E DISSESTI.....437**
7.1 I corpi sottoposti a radiazione elettromagnetica.....438
7.1.1 Assorbimento, riflessione ed emissione ...440
7.1.2 Lo spettro elettromagnetico 442
7.1.3 Oltre il visibile.....444
7.2 Classificazione delle bande spettrali 445
7.2.1 Il vicino infrarosso (Nir) e il bordo rosso (Red Edge) 446
7.3 Immagini multispettrali acquisite da piattaforma UAV 449
7.3.1 Acquisizione, elaborazione e interpretazione delle immagini.....452
7.3.2 Visualizzazione delle immagini spettrali..459
7.4 Gli elementi della fotointerpretazione 461
7.4.1 Operazioni sulle immagini: gli indici spettrali 463
7.5.2 Visualizzazione in falsi colori e GIS.....466
7.5 Risultati ottenuti e analisi comparativa con dati da rilievo 3D.....472
7.6 Opera 179.....480
7.7 Opera 180.....486
7.8 Opera 189.....488
7.9 Fortificazioni XVIII secolo.....492

08 **8. POTENZA DI TIRO E ZONE DI CONTROLLO: UN'ANALISI ATTRAVERSO L'AMBIENTE GIS.....499**
8.1. Armamento del Vallo Alpino: le opere della Gardetta e l'analisi in ambiente GIS.....500
8.1.1 Le armi della Gardetta: fonti bibliografiche e tracce nei manufatti.....503
8.2 Bacini di tiro e analisi GIS con plugin Vieshed Analysis.....513
8.3 Bacino di tiro opera 179 tramite strumenti GIS.....518
8.3.1 Malloppo con postazione per mitragliatrice FIAT 14/35.....520
8.3.2 Caponiera con postazione per fucile mitragliatore BREDA mod.30.....521
8.3.3 Caponiera con lancia bombe a mano.....523
8.3.4 Bacino di tiro complessivo opera 179.....524
8.4 Bacino di tipo opera 180 tramite strumenti GIS....526
8.4.1 Malloppo con postazione per mitragliatrice FIAT 14/35.....528

8.4.2 Malloppo con postazione per cannone anticarro 47/32....529
8.4.3 Bacino di tiro complessivo opera 180....530
8.5 Bacino di tipo opera 181 tramite strumenti GIS....533
8.5.1 Malloppo con postazione per mitragliatrice FIAT 14/35....534
8.5.2 Caponiera con postazione per fucile mitragliatore BREDA mod.30....535
8.5.3 Bacino di tiro complessivo opera 181....536
8.6 Settore di copertura opere 179 - 180 - 181....538
8.7 Bacino visuale strada mulattiera Prato Ciorliero - Passo Gardetta....541
8.8 L'osservatorio dell'opera 179....546
8.9 L'impianto fotofonico....554

09 **9. CONCLUSIONI....560**

10 **10. BIBLIOGRAFIA....564**

11 **11. ALLEGATI....572**

RINGRAZIAMENTI....598

"La Val Maira"

"La Val Maira, mè car, l'é tuta bela,
da doa ancomensa fin a la ciapera;
an ògni gir dë stra i é na capela,
i é un borgh con na sorgiss ch'a rìi legera.

E 'l cel l'é bleu, pì bleu dla gensianela:
e bleu l' é dcò 'l color dij teit ëd pera.
Bela d'invern quand crija la crivela
p ì bela ancor quand ven la primavera.

Anlor la biola l ùcida as dësvìa,
buta le prime feuje e con folia
a fa 'l prim bal ansema al vent d'avril;

d'antorn a gira un p ërfum longh, sutil,
forse d viol ëtte, forse d cërfojèt:
o l' é dël liri d'aqua dël Saret."[1]

"La val Maira, miei cari, è tutta bella,
da dove inizia fino a Chiappera;
ad ogni tornante di strada c'è una cappella,
c'è un borgo con una sorgente che ride leggera.

E il cielo è blu, più blu della genzianella:
e blu è anche il colore dei tetti di pietra.
Bella d'inverno quando grida il gheppio
più bella ancora quando viene la primavera.

Allora la betulla lucida si sveglia,
mette le prime foglie e con follia
fa il primo ballo insieme al vento d'aprile;

intorno si espande un profumo lungo, sottile
forse di violette, forse di cerfoglio:
o è del giglio d'acqua del Saretto."[2]

Silvio Einaudi

1 Einaudi. S, *La Val Maira, disponibile su < http://www.lassu.it/SITO/ValMaira.html>*
2 ibidem.

Abstract

"Learn from yesterday,
live for today,
hope for tomorrow."

(Albert Einstein)

Mountains make up 35% of Italy's surface area and, whether Alps or Apennines, they have always had the dual reputation of frontier/limit and pass/connection, two sides of the same coin.
Unlike the common imagination that relegates it - and limits it - to an isolated place, mostly remembered for the great ski slopes, it is enough to rewind the tape of the history of the mountain valleys to read in it a projection of their future.
"Everything here was a garden [...] here around our hamlets, up to the rock, were cultivated fields. In the good season it was a continuous coming and going of people along the mule tracks"[1]. It was a living mountain, made up of men and communities and an incessant wandering along paths, trails, mule tracks that populated the valley. They were responsible for connecting the villages and adjacent valleys, connecting them with neighbouring states, providing trade routes but also, and above all, useful routes for smuggling. Last but not least, the fundamental contribution of the valleys during the two wars and, more generally, that of the roads in providing a quick and effective connection between the fortified posts built here.

The aim of this thesis is, therefore, to investigate, through the methodologies proper of Geomatics, this capillar network of paths and fortified systems and, in particular, the case constituted by the Gardetta Plateau in the Upper Maira Valley, which, through the pass of the same name, overlooks the Unerzio Valley, theatre of the War of Austrian Succession in 1744 and outpost during the two World Wars. The valley, which experienced centuries of isolation in the past, is famous for its unspoilt landscape, the result of this 'dark' period, which is now proving to be a strong point in a revitalisation project, with a focus on sustainability.

The survey, aimed at enhancing the places, will make use of the most innovative technologies of photogrammetry with UAV (Unmanned Aerial Vehicle) and laser scanning through mobile mapping systems, integrated and supported by GIS tools useful in comparing the metric products obtained and for their subsequent analysis. The topics covered will be

1 Revelli N., 1977, Il mondo dei vinti – testimonianza di vita contadina, Einaudi.

Abstract

La montagna costituisce il 35% della superficie italiana e, da sempre, che siano Alpi o Appennini, essa ha la duplice fama di frontiera/limite e di valico/connessione, due facce della stessa medaglia.
A differenza dell'immaginario comune che la relega - e limita - a luogo isolato, perlopiù ricordato per le grandi piste da sci, basta riavvolgere il nastro della storia delle valli montane per leggervi una proiezione del loro futuro.
"Qui era tutto un giardino [...] qui intorno alle nostre borgate, fino su alla roccia, erano campi coltivati. Nella buona stagione era un andare e un venire continuo di gente lungo le mulattiere".[1] Si trattava di una montagna viva, fatta di uomini e comunità e di un incessante peregrinare lungo percorsi, sentieri, mulattiere che popolavano la valle. A questi spettava il compito di mettere in comunicazione le borgate e le valli adiacenti, di connetterle con gli Stati vicini, fornendo direttrici commerciali ma, anche e soprattutto, vie utili per il contrabbando. Non ultimo, il fondamentale contributo delle valli durante le due guerre e, più in generale, quello delle strade nel fornire un collegamento rapido ed efficace tra le postazioni fortificate qui realizzate.

L'obiettivo di questa tesi è, quindi, quello di indagare, attraverso le metodologie proprie della Geomatica, questa rete capillare di sentieri e sistemi fortificati e, in particolare, il caso costituito dall'Altopiano della Gardetta in Alta Valle Maira che, attraverso l'omonimo passo, si affaccia sul Vallone di Unerzio, teatro della Guerra di Successione austriaca del 1744 e avamposto durante le due Guerre Mondiali. La Valle, che in passato ha vissuto secoli di isolamento, è famosa per il suo paesaggio incontaminato, frutto proprio di questo periodo "buio" che, ad oggi, si sta rivelando punto di forza in un progetto di rilancio, attento alla sostenibilità.

L'indagine, volta alla valorizzazione dei luoghi, farà uso delle più innovative tecnologie di fotogrammetria con sistemi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) e laser scanning tramite mobile mapping system, integrate e supportate da strumenti GIS utili nel confronto dei prodotti metrici ottenuti e per le loro successive analisi. I temi trattati saranno duplici. Da un

"Impara dal passato, vivi nel presente, spera nel futuro."
(Albert Einstein)

1 Revelli N., 1977, Il mondo dei vinti – testimonianza di vita contadina, Einaudi.

twofold. On one hand, the trail network of the Upper Valley and its genesis from the ancient mule tracks, researching and recognising its transformations over the centuries and, specifically, during the Second World War, which saw its conversion into military roads. On the other hand, the three cave structures of the Gardetta, belonging to the great defence system of the Western Alpine Wall, which were carefully surveyed, documented and analysed, also exploiting the potential offered by the GIS environment, in an attempt to bring these artefacts back to life, at least metaphorically and in digital space.

This thesis work, moreover, through the invaluable contribution of Geomatics, subtends to a broader objective of documenting the architectural and landscape heritage of the Upper Maira Valley and, in particular, the Gardetta Plateau area. The ultimate aim of this documentary apparatus, in addition to preserving the memory of this land, is to draw attention to territories rich in potential and steeped in history and traditions that, through their rediscovery, can provide examples and teachings to the new generations, who are increasingly interested in the themes of sustainability and recovery. Fortunately, this trend reversal has also been seen in recent years in the greater attention paid to these places by public opinion and the public administration, through the publication of ad hoc calls, such as the PNRR's 'Bando Borghi' to which the Turin Polytechnic[2] and the Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali (Geomatics Laboratory for Cultural Heritage) contributed, in the candidature of the municipality of Elva, also in Alta Valle Maira.

2 Polito News web page. Online on <https://www.dad.polito.it/news/(idnews)/18376>

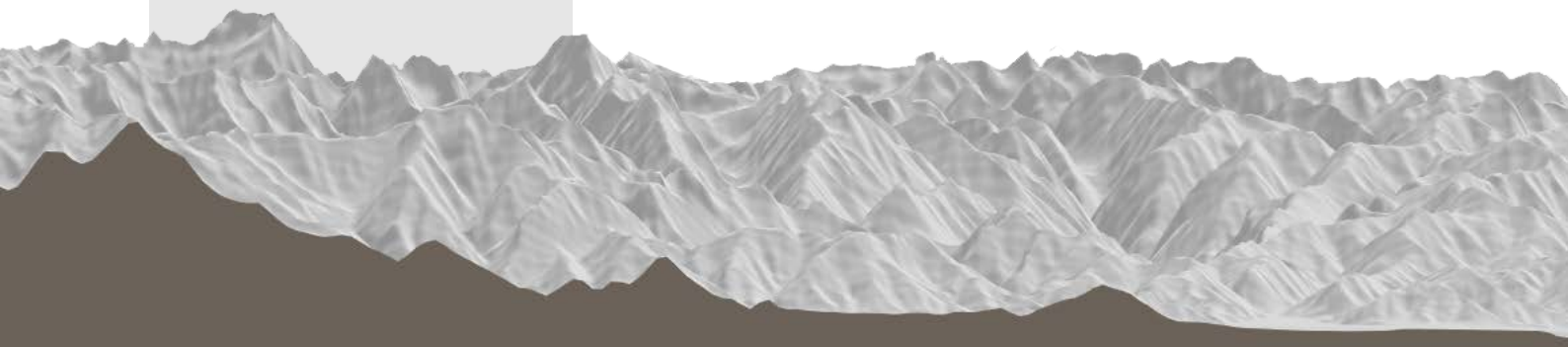
lato la rete sentieristica dell'Alta Valle e la sua genesi a partire dalle antiche mulattiere, ricercando e riconoscendo le sue trasformazioni nel corso dei secoli e, nello specifico, durante la Seconda Guerra Mondiale che ne ha visto la conversione in strade militari. Dall'altro, invece, le tre opere in caverna della Gardetta, afferenti al grande impianto difensivo del Vallo Alpino Occidentale, che sono state accuratamente rilevate, documentate e analizzate, sfruttando anche le potenzialità offerte dell'ambiente GIS, nel tentativo di ridar vita a questi manufatti, almeno metaforicamente e nello spazio digitale.

Questo lavoro di tesi, inoltre, attraverso l'inestimabile contributo della Geomatica, sottende ad un obiettivo più ampio di documentazione del patrimonio architettonico e paesaggistico dell'Alta Valle Maira e, in particolare, dell'area dell'Altopiano della Gardetta. Lo scopo finale di tale apparato documentario, oltre alla conservazione della memoria di questa terra, è quello di richiamare l'attenzione su territori ricchi di potenziale e pregni di storia e tradizioni che, attraverso la loro riscoperta, possono fornire esempi e insegnamenti alle nuove generazioni, sempre più interessate ai temi della sostenibilità e del recupero. Fortunatamente questa inversione di tendenza si è rilevata anche, negli ultimi anni, nella maggiore attenzione rivolta a questi luoghi anche da parte dall'opinione pubblica e dall'amministrazione pubblica, attraverso la pubblicazione di bandi ad hoc, come il "Bando Borghi" del PNRR a cui il Politecnico di Torino[2] e il Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali hanno contribuito, nella candidatura del Comune di Elva, anch'esso in Alta Valle Maira.

2 Pagina Web Polito News. Disponibile su <https://www.dad.polito.it/news/(idnews)/18376>

01

INTRODUZIONE:
IL DUALISMO DELLA MONTAGNA E LA QUESTIONE DELLE TERRE ALTE





▲ In alto, Vallone dell'Arma, alta Valle Stura, settembre 1977.

Agosti P., 1978, *Il mondo dei vinti*, A: foto galleria libreria, disponibile su < https://www.stsenzatitolo.com/st/portfolio-item/paola-agosti-il-mondo-dei-vinti/>

01

1.1 Le alte valli e le porte di valle

"La montagna la percorro in lungo e in largo, tocco le valli del Monregalese, salgo e risalgo lungo le valli Gesso, Stura, Grana, Maira, Varaita, e Po. Valli diverse ma tutte uguali, tutte soffocate dai molti problemi senza soluzione." [1] è come Nuto Revelli descrive la montagna del Cuneese in "Il mondo dei vinti – Testimonianze di cultura contadina. La pianura. La collina. La montagna. Le Langhe." edito da Einaudi nel 1977. Trattasi di un insieme di testimonianze e "racconti" raccolte dall'autore tra il 1970 e il 1975 che, girovagando per le borgate, ha dato voce a quei "vinti" e alle loro storie ma, più in generale, possiamo dire, ha dato voce alla storia della montagna e delle sue genti, storia che se nel 1970 era al tramonto, ormai è del tutto assopita. Partire dalle sue parole pare il modo più adatto per parlare di quella "montagna", la cui storia negli ultimi due secoli è stata ed è costellata da tutta una serie di momenti e sconvolgimenti.

Da sempre le valli piemontesi sono state, infatti, testimoni di una storia comune e perlopiù derivata dalla loro geomorfologia che, tuttavia, ha visto, seppur con fatica e una lunga serie di adeguamenti, proliferare e prosperare la propria popolazione. Si trattava perlopiù dei contadini descritti da Revelli che, inerpicati e legati alla loro montagna, vivevano una vita semplice, con quel poco che la terra fruttava ma, come riporta lo stesso autore in una delle interviste, "*sapesse quanta allegria è passata in questa stalla, [...] Quanti balli, quante veglie, quante feste..."*[2].

A parte questo senso di nostalgia che accomuna tutti gli intervistati, ciò che appare interessante per questa disamina è come, sin dal titolo dell'opera, venga messa subito in evidenza la scansione del territorio in pianura, collina e montagna che rispecchia l'esatta realtà dei fatti e di tre modi diversi di vivere. In generale, a prescindere che si tratti di "trapiantanti" (come vengono definiti coloro che dalla montagna si sono spostati in collina o in pianura) o dei "vinti" che hanno resistito nonostante tutto, legati alle loro case, quelle pagine evidenziano come, a partire da inizio '900,

1 Revelli N., 1977, *Il mondo dei vinti - Testimonianze di cultura contadina. La pianura. La collina. La montagna. Le Langhe.*, 1°ed, Torino, Einaudi.
2 ibidem.

sia avvenuta una sempre maggiore compartimentazione dei territori e la popolazione si sia dovuta adattare di conseguenza.
Se un primo spopolamento è stato legato alle due guerre mondiali, il dopoguerra è stato il momento di svolta e propulsione per questo fenomeno mentre le fabbriche i motori trainavano la progressiva diminuzione della popolazione, in particolare attraendo i giovani che hanno abbandonato la montagna per le famose "buste-paga". Limitare, tuttavia, le ragioni che hanno spinto le famiglie ad emigrare a quest'unico motivo non è corretto e, anzi, ora come allora, i motivi di questo abbandono sono sempre gli stessi che oggi, tranne in alcuni casi, tengono lontani nuovi residenti dalle borgate.

"Qui non abbiamo né la farmacia, né il medico, né una macelleria, né un collegamento di autobus: ecco perché i giovani che si sposano cercano casa a Borgo San Dalmazzo o a Cuneo. Cosí vediamo che il paese declina lentamente." [3]sono parole che fanno riflettere e fanno risaltare quali siano i "veri" motivi che spinsero all'esodo, ovvero quella mancanza di servizi, di mezzi di trasporto e vere e proprie strade che, ad oggi, ancora mancano e sono richieste a gran voce nei piccoli comuni sopravvissuti nelle alte valli. Proprio queste aree, infatti, sono quelle più colpite dallo spopolamento e costellate da borgate e frazioni disabitate che, con grandi sforzi, si sta cercando di far rivivere.

Interessante, sotto questo punto di vista, è stato il tentativo portato avanti da Regione Piemonte nel 2021 con il bando "Residenzialità in montagna"[4] per l'acquisto e il recupero di immobili da destinare a prima abitazione per persone che trasferiscono la propria residenza in comuni montani.
Se un lato, tuttavia, lo si può considerare un primo sforzo volto ad incentivare un ritorno alla montagna e a ripopolare quei piccoli comuni che ormai, se ancora vivi, lo sono grazie ai più vecchi che, testardi e legati alle proprie origini, sono rimasti lì, dall'altro, visti i risultati ottenuti, ha ribadito a gran voce quali siano le ragioni per cui tale "ripopolamento" non avviene e, se avviene, perché delimitato a determinate zone.
Le richieste pervenute, infatti, erano tutte riferite a comuni che sì, sono considerati come "montani" e appartenenti alle valli piemontesi ma, come si vedrà in seguito in modo più approfondito, sono tutti delimitati alle porte di valle ovvero quei territori di bassa valle, più vicini alla pianura e alla città e, per queste ragioni, meglio collegati e più forniti di servizi.
Servizi e collegamenti – sia viari che di rete internet - sono, quindi, le due maggiori criticità e, di conseguenza,

3 ibidem.
4 Regione Piemonte, 2021, *Bando Residenzialità in montagna*, disponibile su <https://bandi.regione.piemonte.it/system/files/Bando_aggiornato.pdf>

oggetti principali di intervento in queste zone che, però, vedono affiancato un altro tema quanto mai attuale: il turismo.

"Canosio, uno dei villaggi piú belli dell'alta valle, un po' si rianima con la breve stagione del turismo estivo. Ma sono le frazioni alte che a poco a poco si spengono per sempre. A Preit e al Colletto vivevano centinaia di persone. Ne vivono ancora sette." [5]



▲ In alto, Elva, (1637 m), alta Valle Maira, agosto 1978.

Agosti P., 1978, *Il mondo dei vinti*, A: foto galleria libreria, disponibile su < https://www.stsenzatitolo.com/st/portfolio-item/paola-agosti-il-mondo-dei-vinti/>.

"Rastello ha appena ottenuto la sua strada asfaltata, grazie alla spinta del turismo incipiente. Ed ecco il risultato. Rastello sta morendo come comunità contadina. Un albergo nuovo, una vecchia trattoria rimodernata, un piccolo condominio, rappresentano le premesse turistiche, il domani di questo borgo di montagna. Le poche baite ancora in piedi, le molte baite ormai in rovina, rappresentano il passato. Se non fosse che l'acquisto dei ruderi e delle baite è problematico, perché i proprietari vivono in Francia o nelle Americhe, a quest'ora sarebbe già entrato in funzione il bulldozer a spianare tutto. Muoiono cosí i nostri villaggi di montagna, muoiono male." [6]

Due testimonianze, due punti di vista differenti che ben mettono in luce le due facce della medaglia di quel turismo

5 Revelli N., 1977, *Il mondo dei vinti - Testimonianze di cultura contadina. La pianura. La collina. La montagna. Le Langhe.*, 1°ed, Torino, Einaudi.
6 ibidem.

che negli anni 70 e fino a pochi anni fa era la "modalità" più comune di fare turismo. Da un lato, il turismo visto come un qualcosa di positivo, che tiene in vita i comuni e fornisce, seppur in periodi limitati, linfa vitale a quelle zone che altrimenti sarebbero spopolate e abbandonate. Dall'altro lato, invece, la realtà dura del turismo che "cancella" quella che era la realtà contadina fino a quel momento, soppiantandola con alberghi e trattorie più appetibili al turista e decisamente meno al residente.



▲ In alto, Elva, (1637 m), alta Valle Maira, agosto 1978.

Agosti P., 1978, *Il mondo dei vinti*, A: foto galleria libreria, disponibile su < https://www.stsenzatitolo.com/st/portfolio-item/paola-agosti-il-mondo-dei-vinti/>.

Un dettaglio interessante che, ancora una volta, è attuale, è legato al rapporto con le istituzioni e al loro intervento che, come viene accusato nell'intervista, si attiva solo per i turisti e, invece, dimentica o, forse, ignora tutti quelli che vivono i comuni 365 giorni l'anno. La "colpa" delle istituzioni è un tema che ritorna più volte già solo nel primo capitolo dell'opera ma rimanda ancora una volta alla difficoltà odierna di stanziare fondi per le alte valli, dovuta perlopiù al basso numero di residenti, continuando a muoversi in quel loop "pochi residenti = meno fondi" che va avanti da decenni.

Appare evidente, quindi, come quei "problemi senza soluzione" citati da Revelli incidano in maniera differente sulla popolazione in funzione della distanza dai grandi centri urbani. Maggiore è la distanza, maggiormente si fa sentire l'isolamento e la carenza di servizi e mentre "*i paesi posti*

all'imbocco delle valli, i paesi che si affacciano sulla pianura, piú o meno resistono, piú o meno conoscono un certo benessere [...], basta esplorare la collina [...] per incontrare quel mondo dai confini incerti, dove sopravvivono gli eterni dimenticati." [7]

7 ibidem

1.1.1 Densità abitativa e densità turistica

▶ A destra, **Carta della densità abitativa delle Valli cuneesi.**
Scala 1:400.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dati ISTAT 2011 rielaborati dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

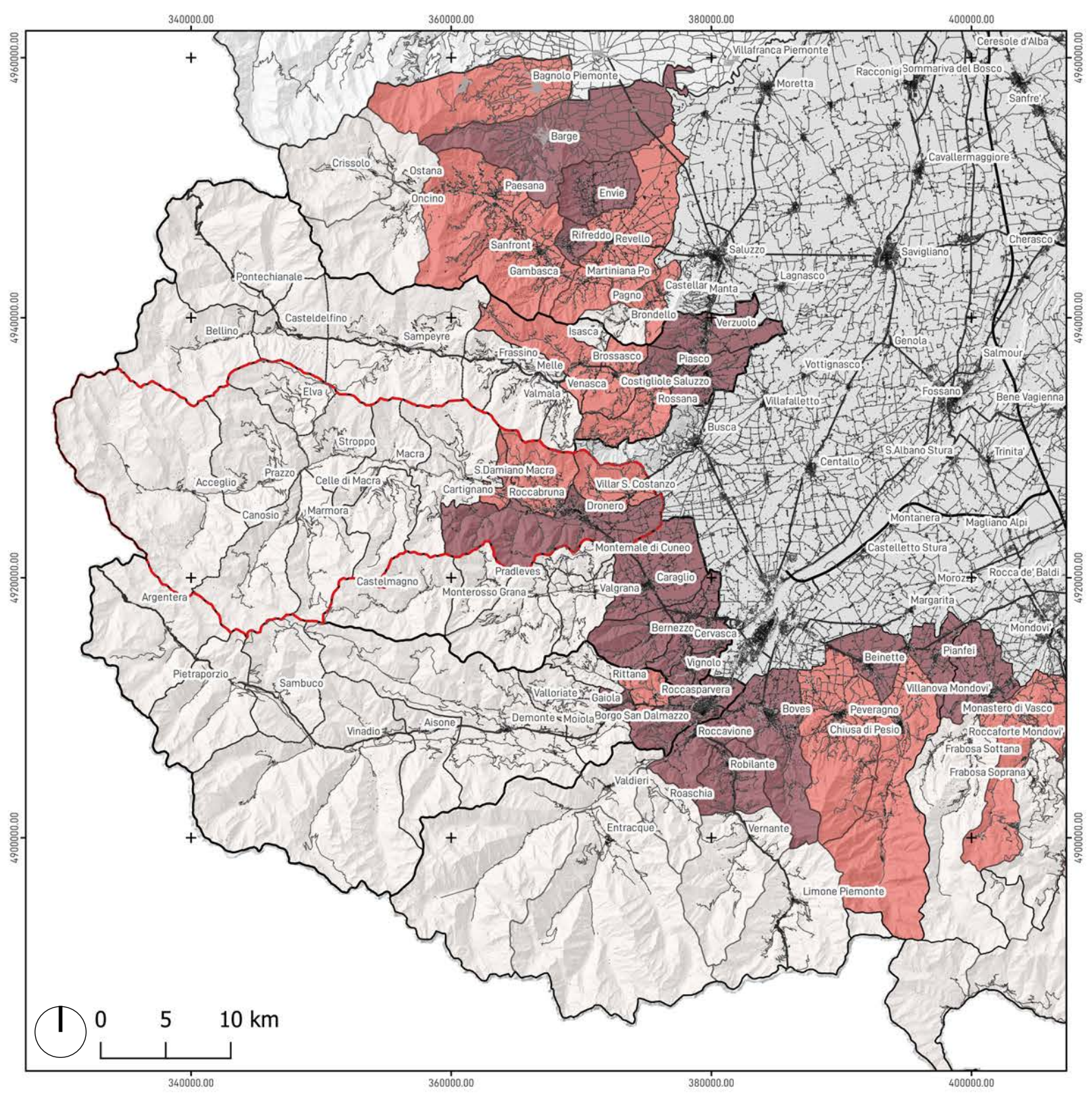
Prima di affrontare ed analizzare le ragioni alle spalle dell'abbandono e dello spopolamento, occorre innanzitutto comprendere la portata di tale fenomeno che, come anticipato, ha colpito la montagna.
E' un fenomeno che nasce lontano, a partire dalle prime emigrazioni verso le Americhe e la Francia, alla ricerca di una vita migliore ma raggiunge l'apice, dopo momenti di stallo dovuti alle due guerre mondiali e al Fascismo, proprio nel secondo dopoguerra e con l'avvento delle grandi industrie in pianura. A spostarsi sono perlopiù i giovani e, proprio per questo, lo stesso Nuto Revelli, in un'intervista per la Rai nel 1977, sottolineò come nelle sue montagne non ci fossero più giovani, "giovani montanari" ma solo vecchi e anziani, parole che, in realtà, al giorno d'oggi, echeggiano sulle testate giornalistiche ma in senso opposto.
Difatti "I nuovi montanari", citando un esempio, è il titolo del numero 46 (aprile 2014) del magazine Dislivelli, interamente dedicato proprio a questo fenomeno di ripresa che, a prescindere dalle ragioni che lo generano, viene addirittura definito dagli autori come inaspettato in una "montagna che sembrava dover oscillare fra sfruttamento industriale, luddismo consumistico e mitizzazione del selvatico"[8].

Passando, però, dalla retorica ai numeri, bisogna partire dal presupposto che i valori che si vedranno in seguito devono essere, e saranno, "scalati" e rapportati al contesto montano e ci si riferirà a valori medi italiani solo per avere degli ordini di grandezza. La montagna e l'intero territorio italiano viaggiano, com'è ovvio che sia, su binari differenti e non avrebbe senso paragonare le due realtà, bensì è utile confrontare tra di loro realtà montane.

Un primo indice che permette di contestualizzare la situazione demografica di queste aree è sicuramente la densità abitativa, espressa in numero di abitanti per chilometro quadrato.

Osservando i risultati legati all'area montana della provincia di Cuneo, proposti nella carta a lato, appare chiaro come l'ordine di grandezza che caratterizza le aree in analisi sia completamente differente da quello medio nazionale pari a 192 abitanti/kmq[9]. Innanzitutto, dei comuni vallivi esaminati, pochi raggiungono i 90 abitanti/kmq e si tratta fondamenlmente di comuni di bassa valle mentre, in modo inversamente proporzionale all'aumentare di quota, la densità

8 Salsa A., 2014, *Abitare le Alpi nel XXI secolo*, Dislivelli, n°46, Associazione Dislivelli, pg.41, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/immagini%20aprile%202014/46_WEBMAGAZINE_aprile14.pdf>
9 Istat (2011), disponibile su <https://www.istat.it/it/files/2011/06/italiaincifre2004.pdf



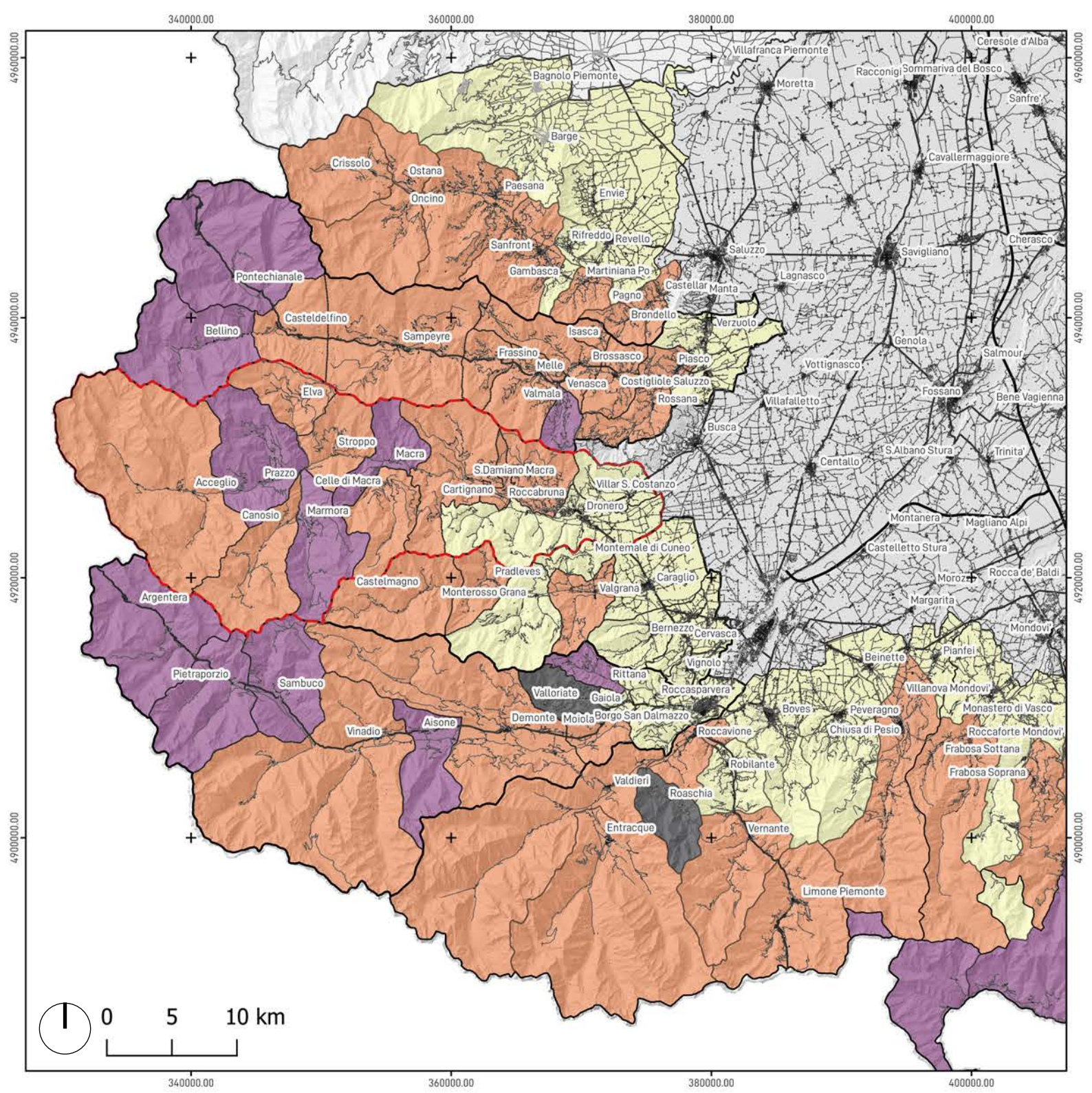
Legenda

Densità abitativa
- 0 - 15 ab/kmq
- 15 - 35 ab/kmq
- 35 - 90 ab/kmq
- >90 ab/kmq

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni



Legenda

Densità abitativa
- 40 - 46,3 anni
- 46,3 - 52,5 anni
- 52,5 - 58,8 anni
- 58,8 - 65 anni

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

abitativa si riduce drasticamente fino ad avere comuni in alta valle con densità che va da 0 a 15 abitanti/kmq.

Questo valore può essere letto in parallelo con l'età media della popolazione che, ancora una volta, mette in evidenza come all'aumento di quota, consegua un aumento dell'età media dei residenti. Si tratta di un'età compresa tra i 40 e i 46 anni nelle basse valli, in linea con quello che è il valore medio della popolazione italiana al 1° gennaio 2021[10] pari a 46,1 anni, mentre alcuni comuni delle Valli Stura e, Maira e Varaita raggiungono una media di 60-65 anni che testimonia come le parole di Revelli siano ancora attuali, a distanza di quasi 5 decenni.

Allora, da dove nasce questa idea dei "nuovi montanari" che sta via via prendendo piede oggigiorno? E' uno degli articoli della stessa rivista citata poc'anzi, di Di Gioia, ricercatore presso il Politecnico di Torino, che dà una risposta a questa domanda.

"In definitiva la popolazione alpina aumenta già da un po' di tempo, sostanzialmente da un ventennio [...]. Certamente potremmo considerare che molte di queste realtà sono caratterizzate da territori delle zone di bordo, dell'avampaese alpino, o di aree alpine poco interne [...] ma in realtà deve prevalere la considerazione che le tendenze negative di molti Comuni interni, perdurate in alcuni casi per più di un secolo, stanno cambiando segno. Dalla lettura dei dati quantitativi certamente non possiamo parlare di cambiamenti strutturali dal punto di vista territoriale, considerando le serie storiche di lungo periodo, tuttavia possiamo definire la presenza di una certa inversione di tendenza, diffusa soprattutto in alcuni territori."[11]

Che si tratti di un inversione di tendenza, seppur diffusa in maniera eterogenea sul territorio, ce lo ribadisce anche il già citato bando promulgato da Regione Piemonte nel 2021, "Residenzialità in montagna"[12] che, cogliendo e incentivando questa nuova volontà, promuove l'acquisto e il recupero di immobili come prima abitazione per tutti coloro che decidono di trasferire la propria residenza in comuni montani.
Questi, elencati in un allegato del bando stesso, devono avere una popolazione residente inferiore ai 5000 abitanti, motivo per cui, concentrando l'attenzione sulla Provincia di Cuneo e sulle valli Maira, Stura, Grana e Varaita, vengono esclusi i

◀ A sinistra, **Carta dell'età media della popolazione delle Valli cuneesi, al 2020.**
Scala 1:400.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dati ISTAT 2022 rielaborati dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

10 Istat (2022).
11 Di Gioia A, 2014, *Nuovi abitanti: una lettura generale dei dati*, Dislivelli, n°46, Associazione Dislivelli, pg.41, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/immagini%20aprile%202014/46_WEBMAGAZINE_aprile14.pdf>
12 Regione Piemonte, 2021, *Bando Residenzialità in montagna*, disponibile su <https://bandi.regione.piemonte.it/system/files/Bando_aggiornato.pdf>

▶ A destra, **Carta serie storica popolazione Valli Varaita, Maira, Grane e Stura negli anni 1861, 1901, 1951, 2001, 2021.**
Scala 1:300.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dati ISTAT 2021 e serie storiche 1861, 1901, 1951 rielaborati dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

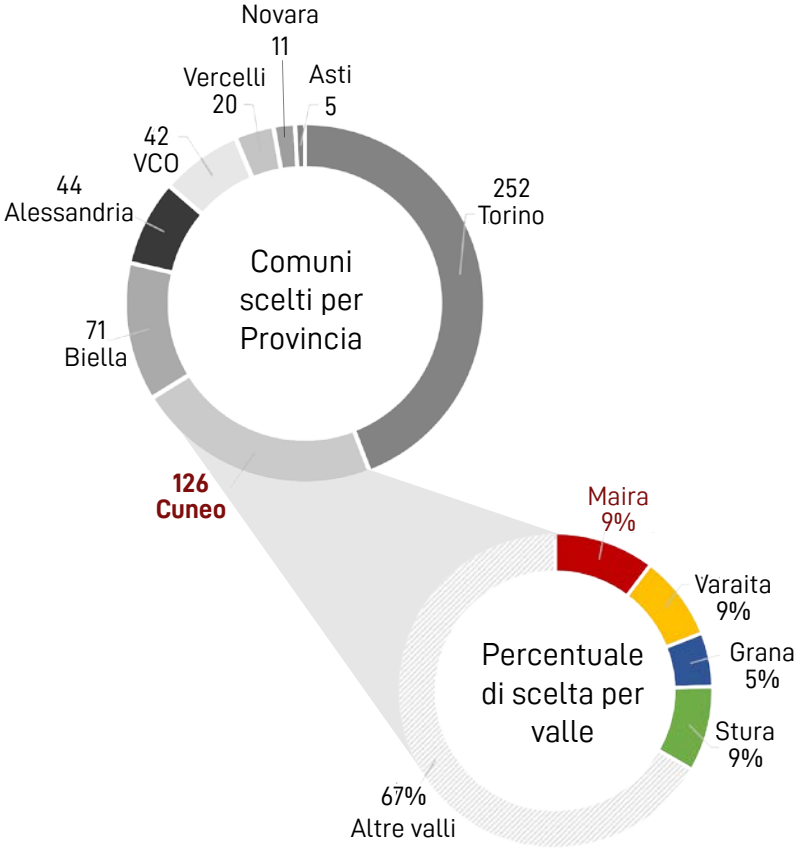
▶ A destra, **Grafico bando "Residenzialità in montagna" - Regione Piemonte.**

Rielaborazione dei dati a cura dell'autore.

seguenti nuclei (tutti facenti parte delle porte di valle):
- Val Maira: Dronero;
- Valle Stura: Borgo San Dalmazzo;
- Valla Grana: Caraglio, Cervasca;
- Valle Varaita: -.

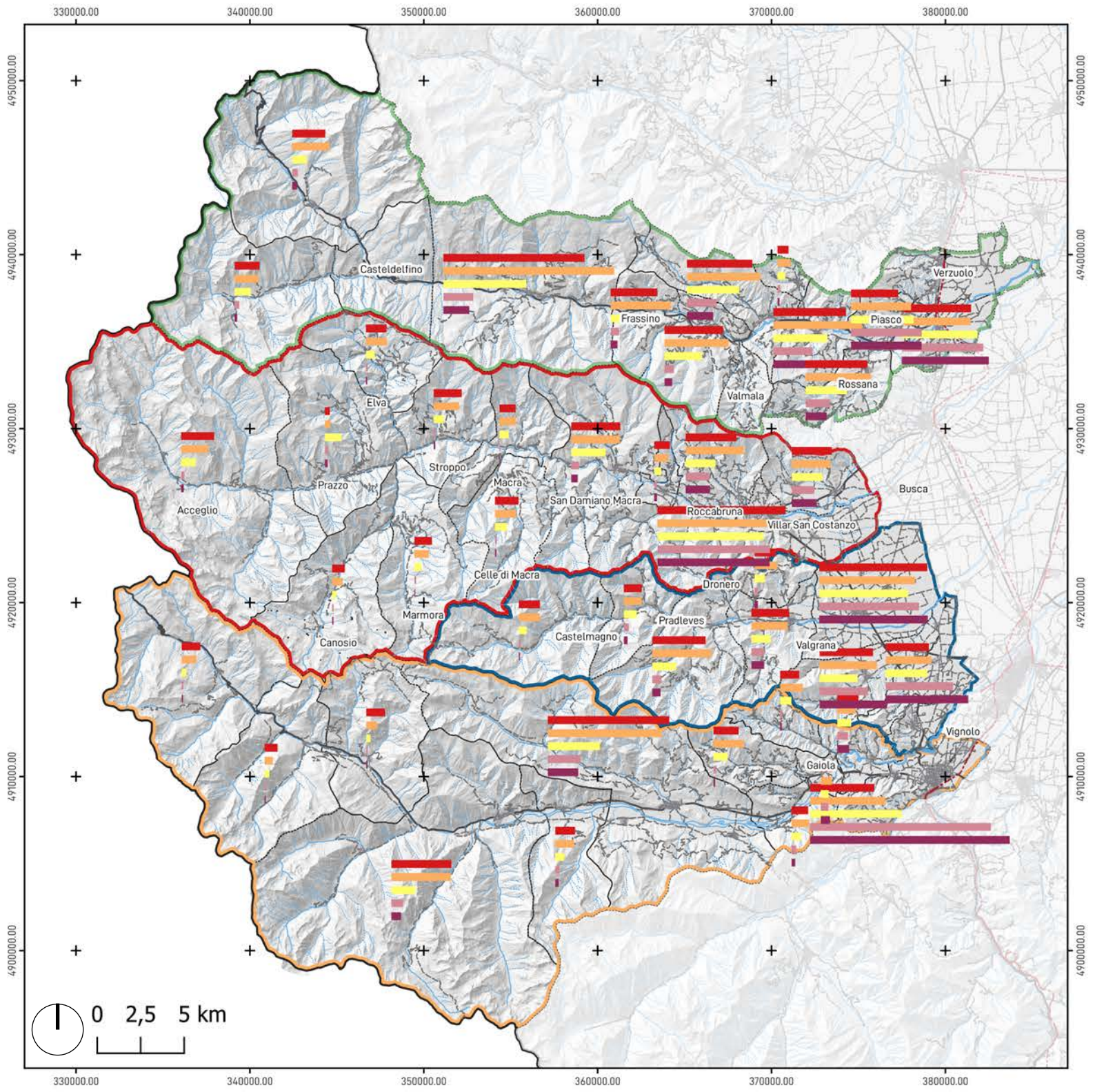
A partire da questo stesso allegato[13], una prima informazione sulle valli viene data proprio dalle dimensioni dei nuclei abitati. Infatti, a parte i pochi casi citati, tutti i comuni contano 5000 o meno anime, con una media che si attesta attorno alle 368 anime in Val Maira, 421 in Valle Stura, 718 in Val Varaita e, con il valore più alto, 1239 in Val Grana. Si tratta, quindi di comuni che contano davvero pochi abitanti, considerando anche il fatto che essi non si trovino tutti nel capoluogo ma siano distruibuiti nelle varie frazioni e borgate ancora esistenti.
Basti pensare, per esempio, al Comune di Acceglio, il più alto della Val Maira, al confine con la Francia, che conta 157 abitanti, suddivisi nelle 11 frazioni e borgate.

Trattandosi di un bando del 2021, è già possibile procedere ad una lettura dei risultati[14] ottenuti. Delle 571 richieste pervenute, ben il 22% delle scelte è ricaduta su Cuneo come provincia di futura residenza – seconda classificata dopo



13 Regione Piemonte, 2021, *Bando Residenzialità in montagna - allegato 2*, disponibile su <https://bandi.regione.piemonte.it/system/files/Bando_aggiornato.pdf>

14 Mora P.C., 2021, *571 domande per trasferirsi nei paesi delle montagne piemontesi,* Piemonte informa, disponibile su < 571 domande per trasferirsi nei paesi delle montagne piemontesi>



Legenda

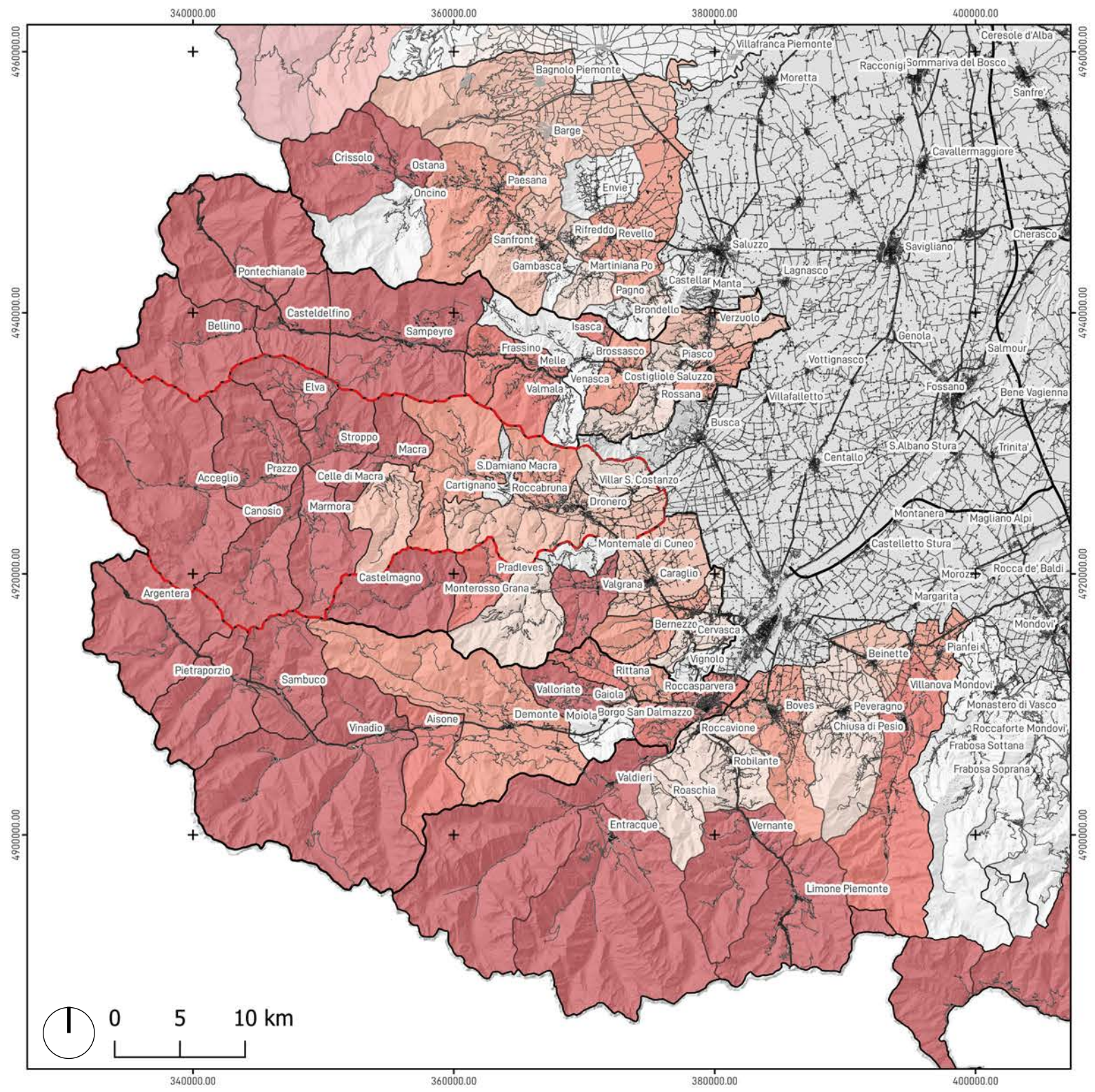
Popolazione residente
- 1861
- 1901
- 1951
- 2001
- 2021

icato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Secondaria
- Terziaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Valle Varaita
- Valle Grana
- Valle Stura



Legenda

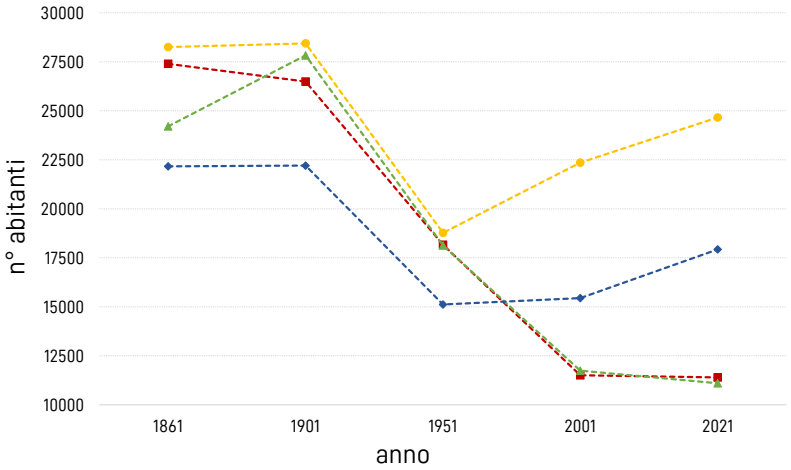
Densità turisitca
- Comuni non turistici
- Molto bassa
- Bassa
- Media
- Alta
- Molto alta

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

Torino – e vede le quattro valli sopracitate avere un'incidenza tra il 5-10% ciascuna, come dimostra il grafico a lato.
In particolare, è possibile notare come, tra le quattro, la Val Maira sia quella generalmente più scelta mentre, come già aveva anticipato l'analisi di Di Gioia, ritorna il tema della



Legenda

- Valle Maira
- Valle Varaita
- Valle Grana
- Valle Stura

scelta dei comuni posizionati all'imbocco delle valli rispetto a quelli a quota superiore. Ovviamente, ci sono alcune eccezioni come Stroppo, Prazzo e Marmora in Alta Val Maira e Bellino, Sampeyre, Pontechianale in Val Varaita e proprio queste eccezioni mettono alla luce come, da un lato, ci siano ancora delle criticità da risolvere per poter dare una maggiore spinta al ripopolamento delle valli ma, dall'altro, molti lati positivi che danno un forte contributo in tale senso.
Infine, lascia ben sperare e credere nel ritorno dei "giovani montanari", invece, il risultato di questo bando in termini di età dei richiedenti ammessi, la cui maggior parte rientra nella fascia di anni 1980-1989 , seguita dalla fascia 1990-1999, dove con gli anni si fa riferimento proprio all'anno di nascita dei richiedenti.

◀ A sinistra, **Carta della densità turistica delle Valli cuneesi.**
Scala 1:400.000

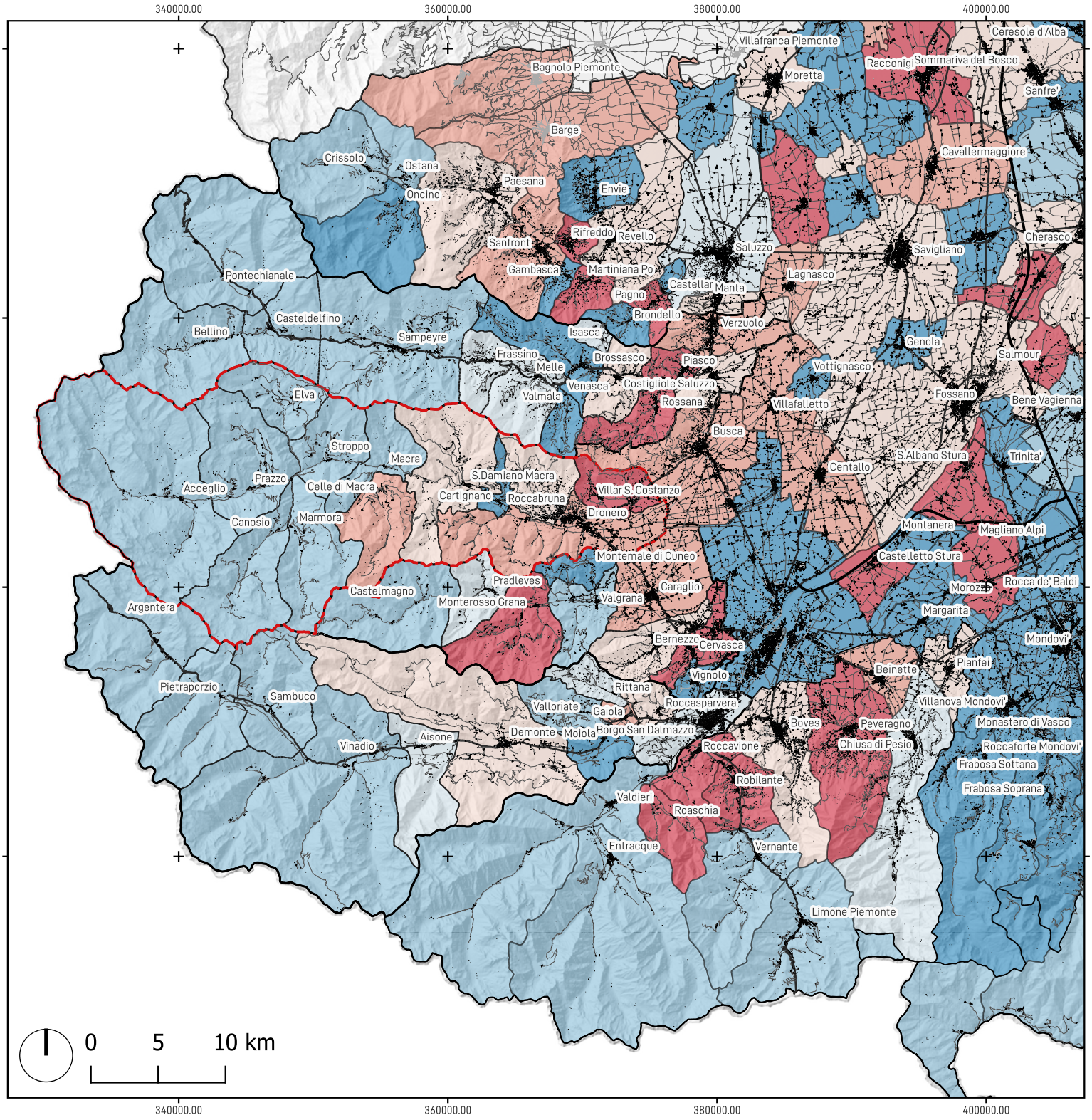
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dati ISTAT 2022 rielaborati dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Se, da un lato, lo spopolamento è una delle criticità di queste aree, sicuramente, dall'altro, dei benefici giungono dal turismo che attrae diversi visitatori ogni anno e che dà sicuramente anche un certo contributo al ripopolamento, facendo conoscere i luoghi ad un pubblico sempre maggiore.

Un valore interessante che permette di analizzare al meglio il fenomeno è il cosidetto indice di densità turistica[15] – definito da Istat come indice sintetico di densità turistica – ottenuto dalla sintesi di altri tre indici di cui, ovviamente, esso tiene conto ma che, a loro volta, sono la combinazione di altri indici elementari e, in generale, tiene conto della dotazione delle strutture ricettive, dei flussi turistici della presenza di attività economiche connesse al turismo.
In particolare, riassume:
- l'indice composito di dotazione di infrastrutture ricettive;

15 Istat, 2022, disponibile su < https://www.istat.it/it/files//2020/09/classificazione-turistica-comuni.Istat_.pdf >



Legenda

Vocazione turistica

- Altri comuni turistici con due vocazioni
- Comuni a vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica
- Comuni a vocazione montana e culturale, storica, artistica e paesaggistica
- Comuni con vocazione montana
- Comuni non turistici
- Comuni turistici non appartenenti ad una categoria specifica

Edificato

- Centro abitato

Viabilità

- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Limiti amministrativi

- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

- l'indice composito relativo ai flussi turistici (che esamina la permanenza media nelle strutture ricettive, la stagionalità e il target di riferimento);
- l'indice composito relativo alle attività economiche connesse al turismo.

Oltre alle informazioni instrinseche nell'indice stesso, come appare evidente dalla carta a lato, si deduce come tutti i comuni di alta valle siano considerati ad alta densità turistica e classificati come "Comune a vocazione montana" [16]nel caso della catagolazione della categoria turistica [17]prevalente, derivata dalla Legge n.77 del 17 luglio 2020[18] mirata a consentire l'accesso a misure di sostegno per l'emergenza epidemiologica anche al settore del commercio, della ristorazione e delle strutture ricettive colpite dalla riduzione dei flussi turistici.

La categoria turistica prevalente rappresenta la potenziale vocazione turistica del Comune e tiene conto sia di fattori geografici, come la vicinanza al mare e l'altitudine, sia antropici. A livello nazionale si configurano 12 categorie differenti che, nel caso ristretto alle Valli Maira, Stura, Varaita e Grana, sono solo 6.

▼ In basso, **Tabella Categorie turistiche prevalenti e relative caratteristiche e requisiti - Istat.**

https://www.istat.it/it/archivio/247191

Tipo di Comune	Caratteristica geografica e/o antropica	Primo requisito minimo aggiuntivo	Secondo requisito minimo aggiuntivo
MONTANO	Comune con altitudine superiore a 600 metri sul livello del mare.	Numero di presenze turistiche totali nell'anno superiori al valore del 1° decile (10%) dei Comuni montani, al fine di garantire un minimo di vocazione turistica.	Presenze turistiche per abitante superiori al 1° quartile dei Comuni montani.

Dalla carta della pagina seguente si nota come buona parte dei comuni si configuri come "Comune con vocazione montana"[19], una percentule molto bassa come "Comune non turistico"[20] (es. Moiola in Valle Stura) e come "Comune turistico non appartenente ad una categoria"[21], infine un solo comune (Vinadio) compare come "Comune turistico con due vocazioni"[22] e un altro (Pontechianale) come "Comune con vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica"[23].

Poiché, a parte i casi appena citati, molti dei Comuni fanno riferimento alla classe "Comune con vocazione montana" andremo ad indagare cosa significhi e quali requisiti debba soddisfare per rientrare in questa categoria.

Da ciò che emerge da questa tabella riassuntiva, l'avere una "vocazione montana" (almeno nel caso di questa analisi Istat)

◀ A sinistra, **Carta delle categorie turistiche delle valli cuneesi della e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:400.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dati ISTAT 2022 rielaborati dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

16 ibidem.
17 ibidem.
18 Istat, 2020, disponibile su < https://www.istat.it/it/files/2020/09/Decreto-rilancio_Classificazione-territori_16_09_2020.pdf>
19 Istat, 2022, disponibile su < https://www.istat.it/it/files//2020/09/classificazione-turistica-comuni.Istat_.pdf >
20 ibidem.
21 ibidem.
22 ibidem.
23 ibidem.

coincide con caratteri geografici e di densità turistica quindi per avere un'idea della "dotazione turistica" di queste zone si farà riferimento sia al Rapporto "Le Montagne del Piemonte" del 2019 redatto da Ires Piemonte che all'Osservatorio turistico di VisitPiemonte, società in house di Regione Piemonte e Unioncamere Piemonre che si occupa di valorizzazione turistica e agroalimentare del territorio.

VisitPiemonte ha, infatti, redatto nel 2021 dei sondaggi sulla popolazione italiana rispetto all'acquisto di un viaggio in Piemonte nelle varie stagioni dell'anno e, tra le domande poste al potenziale turista, si chiede anche che tipologia di esperienza si preveda di andare a fare durante la vacanza in questione.

Esaminando il sondaggio II sulla stagione autunnale[24] e il sondaggio III[25] su quella invernale, si denota subito come le attività più gettonate siano quelle all'aria aperte, outdoor e natura, i cammini e le visite/soggiorni culturali a cui, nel caso specifico dell'inverno, si affianco gli sport della neve (che risultano comunque secondi ai soggiorni culturali).
I fattori determinanti per la scelta del luogo, a prescindere dalla stagione, invece, sono principalmente due: paesaggio e bellezza del luogo e località non ancora conosciute.
Ciò che potrebbe giocare a sfavore delle alte valli, in reatà, sempre nell'ambito del sondaggio, è il tempo che si intende dedicare per raggiungere il luogo di vacanza: più dell'80% degli intervistati vorrebbe impiegare al massimo mezza giornata.

Partendo da questi dati, quindi, l'ovvia conclusione è che sicuramente i punti di forza delle aree più interne delle valli siano sicuramente il paesaggio, la tradizione e la cultura e, di conseguenza, tutte le attività che sono strettamente collegate a ciò ma, viene in mente anche la deduzione che, proprio questi valori, mettano tutte le aree - sia di alta che bassa valle - sullo stesso livello, relegando il problema dell'accessibilità a qualcosa da affrontare ma di non limitante.

Differente sicuramente sarà il punto di vista di un residente che, vivendo la zona durante tutto o buona parte dell'anno, deve scontrarsi con problematiche che il turista non incontra o che, nella sua esperienza sono marginali e, ancora,

24 Osservatorio Turistico Regione Piemonte, 2021, *Sondaggio sulla popolazione italiana relativamente all'acquisto di un viaggio in Piemonte in autunn,* VisitPiemonte, disponibile su < https://www.visitpiemonte-dmo.org/wp-content/uploads/2021/11/SondaggioVacanzaPiemonte_III_wave_Inverno_2021_PUBBLICO.pdf>

25 Osservatorio Turistico Regione Piemonte, 2021, *Sondaggio sulla popolazione italiana relativamente all'acquisto di un viaggio in Piemonte a settembre, ottobre e novembre,* VisitPiemonte, disponibile su <https://www.visitpiemonte-dmo.org/wp-content/uploads/2021/09/SondaggioVacanzaPiemonte_II_wave_Autunno_2021_PUBBLICO_DEF.pdf>

differente sarà l'opinione del "nuovo" residente che, stimolato dalla voglia di vivere quei luoghi, vedrà alcuni di quei problemi non come limiti ma, addirittura, come le ragioni dietro la sua scelta, come viene fatto presente in una testimonianza di uno di questi "nuovi montanari" riporatata in calce.

Chiaro è che i problemi citati nel paragrafo precedente – carenza di servizi e scarsa accessibilità delle alte valli – siano sicuramente delle debolezze che dovranno essere migliorate ma, altrettanto sicuro, è che i punti di forza e le potenzialità di questi luoghi siano intrinseci nelle valli stesse e si tratta solo di valorizzarli al meglio, risolvendo o almeno provando a migliorare i "molti problemi senza soluzione" che soffocano, come sosteneva Revelli, le valli.

"Essere cresciuto in città mi ha permesso in seguito di non avere alcun rimpianto per la vita urbana, differenziandomi da molti valligiani di nascita: nelle Alpi si pensa spesso che i cittadini siano privilegiati, e che stare in montagna sia penalizzante da un punto di vista economico e di fruizione dei diritti. Io trovo vero il contrario: tutto ciò che conta è a portata di mano, sia il necessario, sia la bellezza e la calma. Vivere qui è un grande privilegio, ma forse occorre provare l'alternativa per rendersene conto. La libertà nettamente maggiore del crescere in montagna ha infatti una contropartita: non ci si sente costretti nei piccoli spazi dei quartieri urbani trafficati, nell'aria irrespirabile, nell'assenza di qualsiasi cosa che non sia maledettamente artificiale."[26]

(Franco Michieli, geografo e giornalista
di montagna, trasferitosi in Valle Camonica nel 1995)

26 Michieli F, 2014, *Andar per Alpi,* Dislivelli, n°46, Associazione Dislivelli, pg.41, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/immagini%20aprile%202014/46_WEBMAGAZINE_aprile14.pdf>

1.1.2 Accessibilità a confronto - dati statistici, viabilità esistente e digital divide

"Già i nostri vecchi avevano chiesto tanto la strada. Poi l'abbiamo chiesta tanto noi [...] È salito il geometra e mi ha detto: "Già che faremo la strada, tanto sarà farla per un carretto come per un camion". Ma nemmeno per il carretto l'hanno poi fatta. E adesso come facciamo ad aggiustare le nostre case? Ci portiamo già tutto sulla schiena, il fieno, la legna... Come faremo a portare su i materiali, i mattoni, la calce?"[27]

La "strada", come ben denuncia questa testimonianza, è una richiesta che gli abitanti delle valli hanno quasi inciso nell'anima, tanto è radicata nelle generazioni che, però, non hanno mai visto, o solo parzialmente, una sua realizzazione. Il problema è chiaramente derivato dai "condizionamenti ambientali determinati dagli orizzonti altimetrici e dalla orografia accidentata" che, se da un lato offre *"quadri paesistico ambientali di straordinario interesse e singolarità, è anche il principale fattore di penalizzazione della infrastrutturazione economica e sociale di questi territori. Penalizzazione leggibile [...] nella difficoltà dei collegamenti fisici che innervano il territorio montano e lo connettono alle reti urbane delle pianure e delle aree costiere. "*[28]

Attualizzando il problema, tuttavia, c'è da specificare che la difficoltà non sta solo nei collegamenti e nell' accessibilità degli abitanti e non è limitato alle reti viarie che si diradano salendo di quota (anche se questa frase non è del tutto corretta, come vedremo in seguito) bensì, puntando l'attenzione sullo smartworking che ha caratterizzato gli ultimi anni e la sempre maggiore digitalizzazione dei servizi, si tratta anche di una carenza di collegamenti digitali e internet che vanno ad isolare ulteriormente zone già di per sé remote.

La rete viaria, che in questa dissertazione sarà analizzata solo per quanto concerne l'area di Cuneo e in particolare le quattro valli Maira, Grana, Stura e Varaita ed è rappresentata nella carta a lato, mette subito in evidenza proprio quel diradarsi dell'infrastruttura viaria man mano che dalla pianura, e quindi dalle città, ci si sposta verso il confine e montagna.

La rete autostradale, rappresentata in verde, raggiunge Cuneo e qui, ai piedi della Valle Stura si ferma ma, dalla stessa città, si dipartono quattro direttrici extraurbane principali – blu scuro – che solo in tre casi raggiungono il confine, verso la Francia. La prima, partendo dal basso, attraversa la Valle Vermenagna fino al colle di Tenda; la seconda risale la Valle Stura fino al colle della Maddalena; la terza attraversa la bassa Valle Grana per poi raggiungere, e fermarsi, all'imbocco

27 Revelli N., 1977, *Il mondo dei vinti - Testimonianze di cultura contadina. La pianura. La collina. La montagna. Le Langhe.*, 1°ed, Torino, Einaudi.

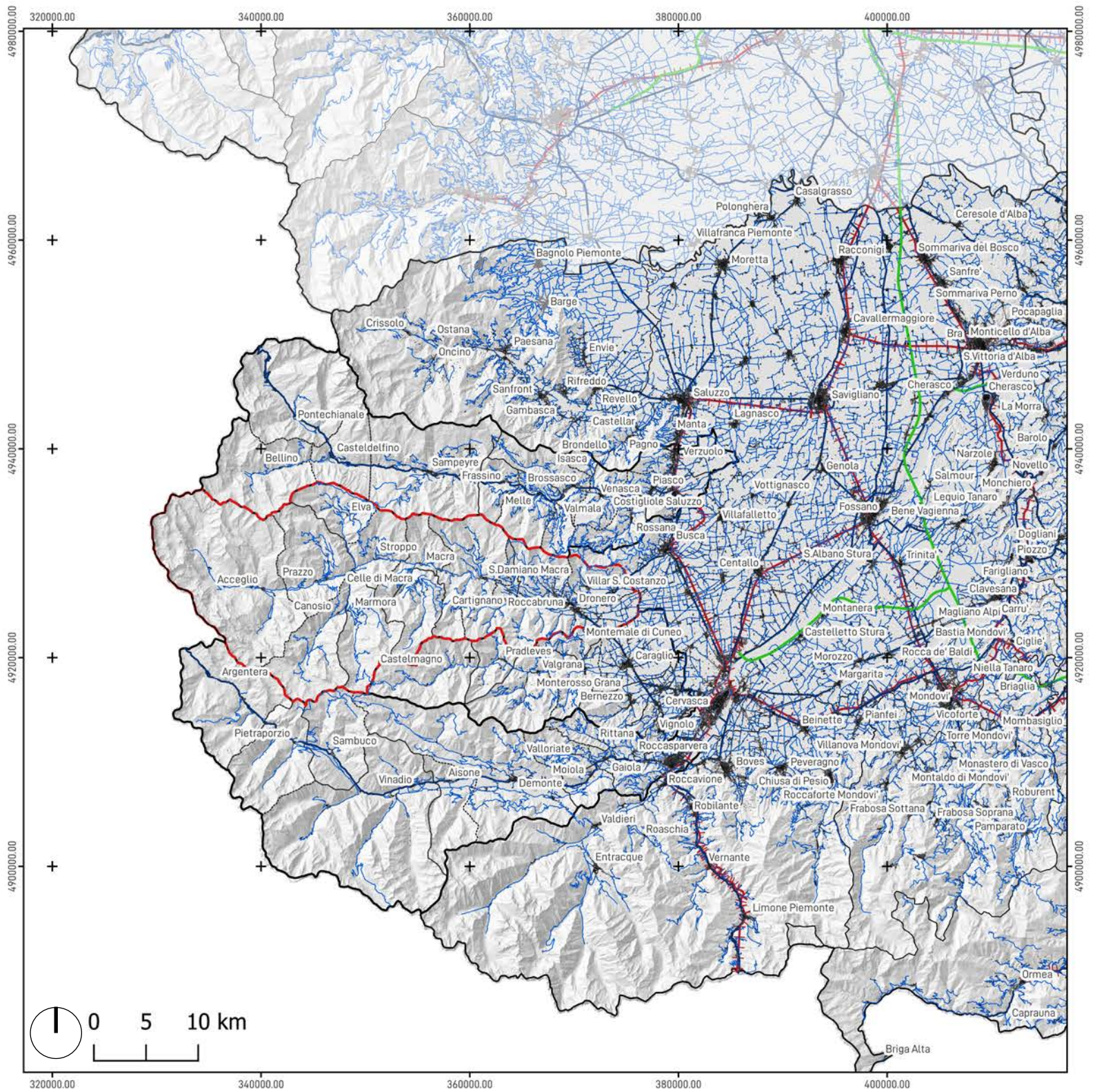
28 Fondazione Montagne Italia, 2017, *Rapporto Montagne Italia 2017, Caire Consorzio, pg.106.*

della Valle Maira; la quarta passa per la Valle Varaita fino al colle dell'Agnello.
Da questa strada che, generalmente, segue il corso del fiume principale della valle, si dipartono, sui due versanti, tutta una serie di strade secondarie principali e locali che, tentano, di collegare al meglio i vari comuni e frazioni. Il tentativo, però, è limitato poiché proprio queste strade sono costruite nelle valli minori e, quindi, ad altitudini inferiori, servendo in modo efficiente solo i comuni più vicini al corso d'acqua e meno tutte quelle frazioni e grange isolate poste più a monte.
In realtà, è importante anche sottolineare che se l'infrastruttura viaria effettiva si dirada man mano e poi interrompe con le strde locali, la rete percorribile dall'uomo sia a piedi che con veicoli leggeri prosegue oltre e risale le diverse vette. Si tratta di tutta quella serie di vecchie mulattiere e sentieri citati diverse volte sia dalle testimonianze raccolte da Revelli ma anche rappresentate, a partire dal XVII secolo, che sono da sempre state utilizzate per consentire lo spostamento tra un luogo e l'altro in alta montagna e che, oggi, vengono anche sfruttate come tracciati escursionistici.
Per capire quanto questi sentieri estendano la rete viaria è sufficiente confrontare le due carte presentate, con e senza il grafo della viabilità escursionistica. Bisogna, inoltre, aggiungere che i sentieri qui presentati sono solo quelli mappati da Regione Piemonte e che nella realtà si tratta di una rete molto più estesa che, spesso e volentieri, sfruttando tracciati a pendenza variabile ma brevi, collega in modo efficace località che la comune viabilità "su gomma" lega attraverso itinerari chilometrici seppur più comodi.
Un altro tema, anche più critico di quello precedente, è legato alla rete ferroviaria che interrompe "la sua corsa" all'imbocco delle valli, mettendo in collegamento solo comuni di grandi dimensioni come Saluzzo, Busca, Cuneo, Fossano e Savigliano, inerpicandosi tra le valli solo nel caso già citato della Valle Vermenagna, fino al Colle di Tenda.

Dei numeri:

Cuneo – Acceglio (45 km di distanza in linea d'aria)
Tempo impiegato: 1h 8' passando per SP422.
Lunghezza tragitto: 54,8 km
Mezzo di trasporto: auto

Argentera – Acceglio (10 km di distanza in linea d'aria)
Valle Stura – Valle Maira
• Tempo impiegato: 2h 2' passando per SS21, Cuneo, SP422
Lunghezza tragitto: 106 km
Mezzo di trasporto: auto

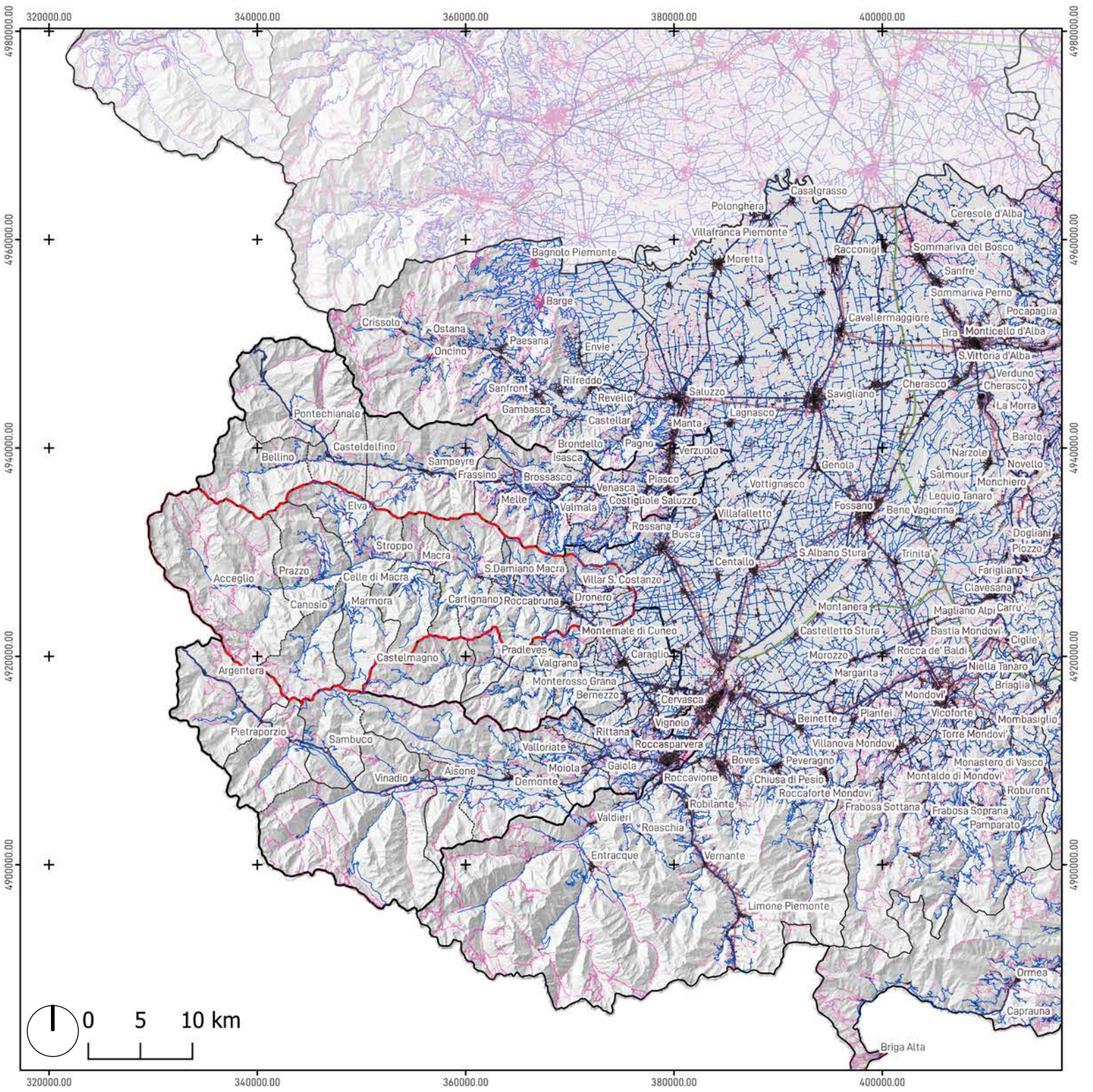


▲ In alto, **Carta della viabilità valli cuneesi della e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

▶ In alto a destra, **Carta della viabilità e della rete escursionistica valli cuneesi della e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset rete escursionistica Regione Piemonte

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



Legenda

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Rete escursionistica
- Viabilità
- Sentieri

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

► A destra, **Carta dello stato dei lavori per la rete in Fibra Ottica, valli cuneesi della e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:400.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset stato lavori fibra ottica rielaborato dall'autore e tratto da Piano Strategico Banda Ultralarga.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

• Tempo impiegato: 4h 18' passando per Borgo Villa, tramite sentiero.
Lunghezza tragitto: 26 km
Mezzo di trasporto: bicicletta

• Tempo impiegato: 5h 54' passando per SS21, Cuneo, SP422.
Lunghezza tragitto: 106 km
Mezzo di trasporto: bicicletta

Bersezio – Castelmagno (17 km di distanza in linea d'aria)
Valle Stura – Valle Grana

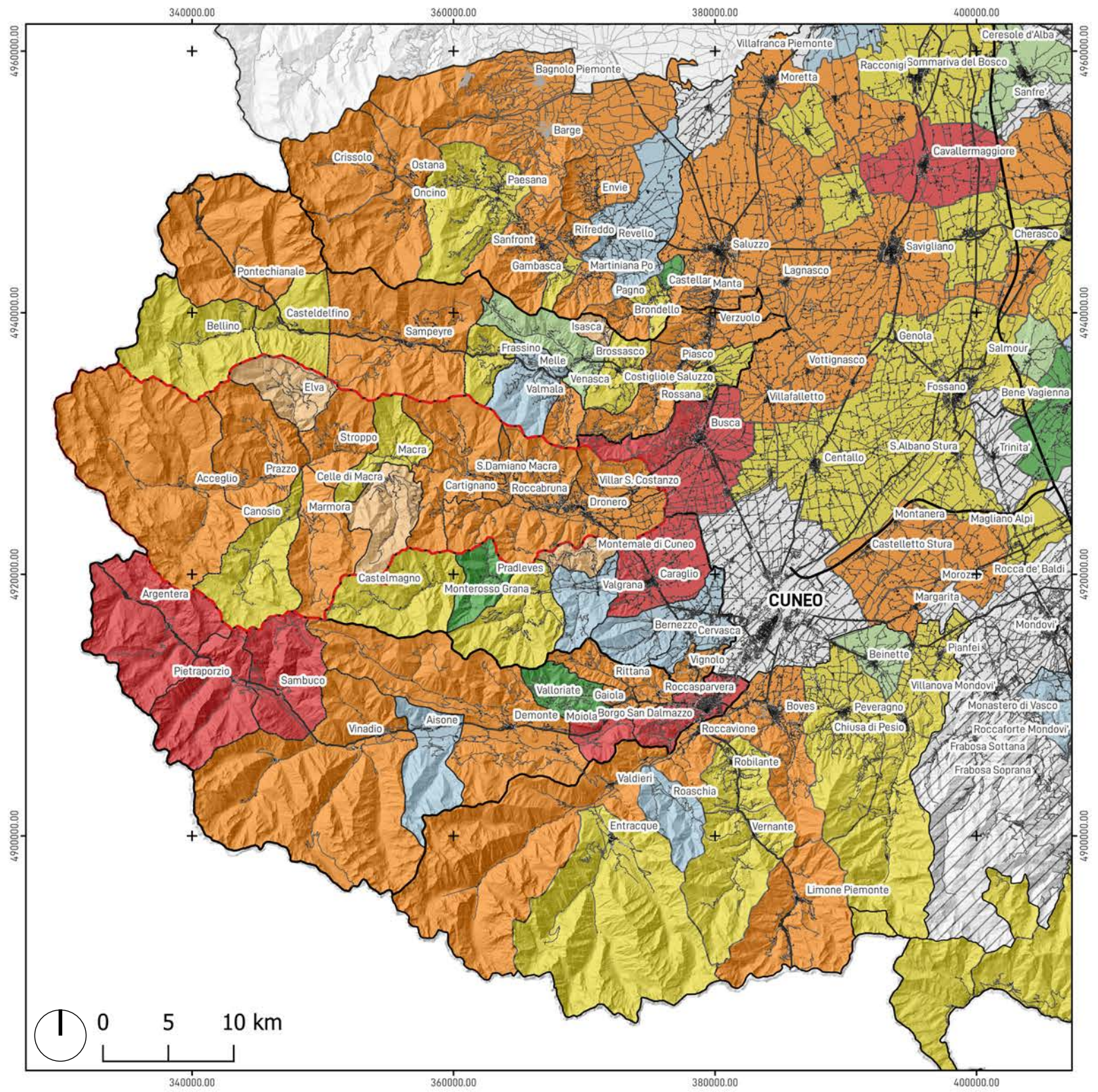
• Tempo impiegato: 1h 46' passando per SS21.
Lunghezza tragitto: 66,9 km
Mezzo di trasporto: auto

• Tempo impiegato: 5h 16' passando per SP23 e SS21.
Lunghezza tragitto: 87,2 km
Mezzo di trasporto: bicicletta

• Tempo impiegato: 4h 45' passando per il Colle Margherina.
Lunghezza tragitto: 35,7 km
Mezzo di trasporto: bicicletta

"Per paradossale che possa parere, lo stato della infrastrutturazione per le comunicazioni immateriali, infrastrutture più leggere e più smart, descrive un quadro di penalizzazioni territoriali per le Montagne italiane che è oggi peggiore di quello determinato dall'assetto delle più tradizionali infrastrutture stradali e ferroviarie."[29]
Per infrastrutture immateriali si fa riferimento alla Banda Ultra Larga, alla telefonia mobile, fino alla semplice ricezione del segnale televisivo che per buona parte dei territori montani sono un miraggio o solo dei progetti su carta. E' stato il lockdown del 2020 a portare questo problema al massimo della sua dimensione e criticità, con lo smart working e la didattica a distanza che, nel caso della montagna, invece che unire in un momento di distanziamento sociale, ha aumentato le distanze e anche lo stress.
Come evidenzia il report "Montagne in rete" del luglio 2020, se la carenza di infrastrutture stradali adeguate coinvolge tra il 30 e il 60% dei comuni montani e il 20-30% della popolazione, la situazione si fa più grave quando si tratta di infrastrutture immateriali: l'80-90% dei comuni e il 50-70% della popolazione vivono condizioni di perifericità e isolamento.

29 UNCEM, Fondazione Montagne Italia, CAIRE, a cura di, 2020, *La montagna in rete, pg.20, disponibile su < https://www.montagneinrete.it/enti/rete-montagna-associazione-internazionale-di-centri-di-studio-sulla-montagna>.*



Legenda

Banda Ultralarga - Fibra

- in collaudo
- in esecuzione
- in progettazione definitiva
- in progettazione esecutiva
- in programmazione
- lavori chiusi
- terminato
- previsto

Edificato

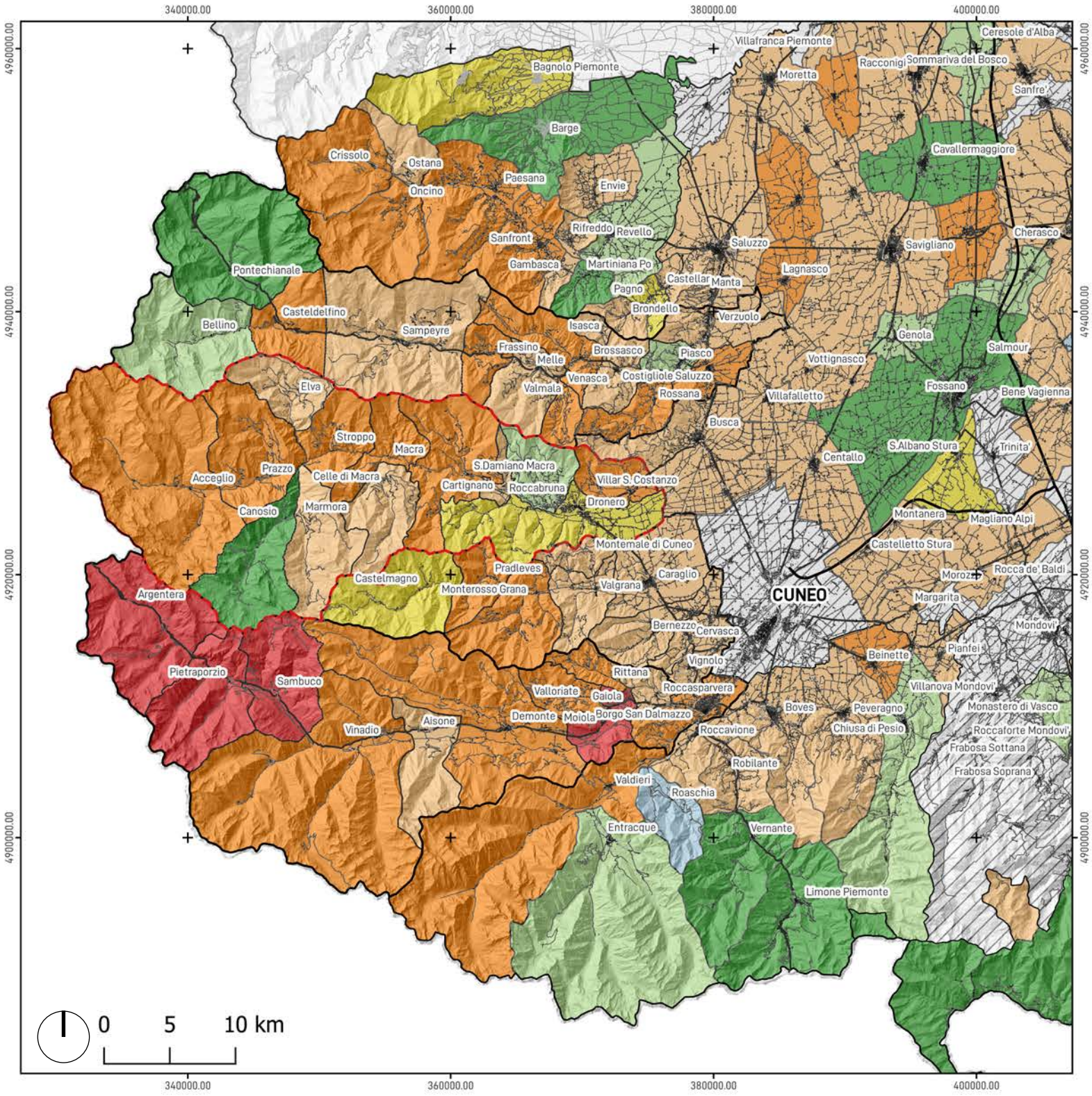
- Centro abitato

Viabilità

- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Limiti amministrativi

- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni



Legenda

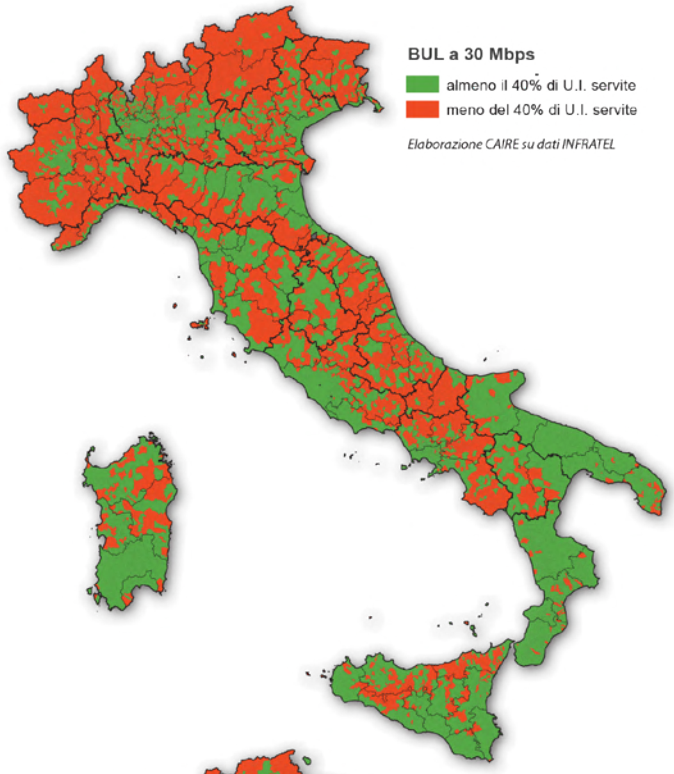
Rete wireless
- in collaudo
- in esecuzione
- in progettazione definitiva
- in progettazione esecutiva
- in programmazione
- lavori chiusi
- terminato
- previsto

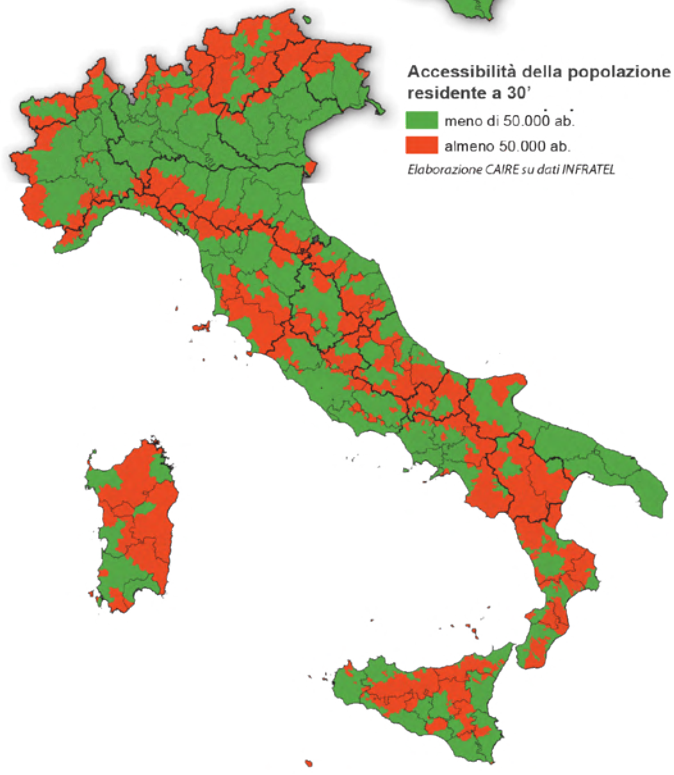
Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

Indagando, infatti, la situazione di connessione wireless e fibra delle valli del cuneese, riportata nelle due carte a lato, appare subito lampante come solo pochi comuni usufruiscano della connessione in fibra ottica del tutto attiva e funzionante mentre, fortunatamente, il numero aumenta nel caso della connesione wireless. Per il resto dei territori, si tratta ancora di progetti o cantieri in corso.





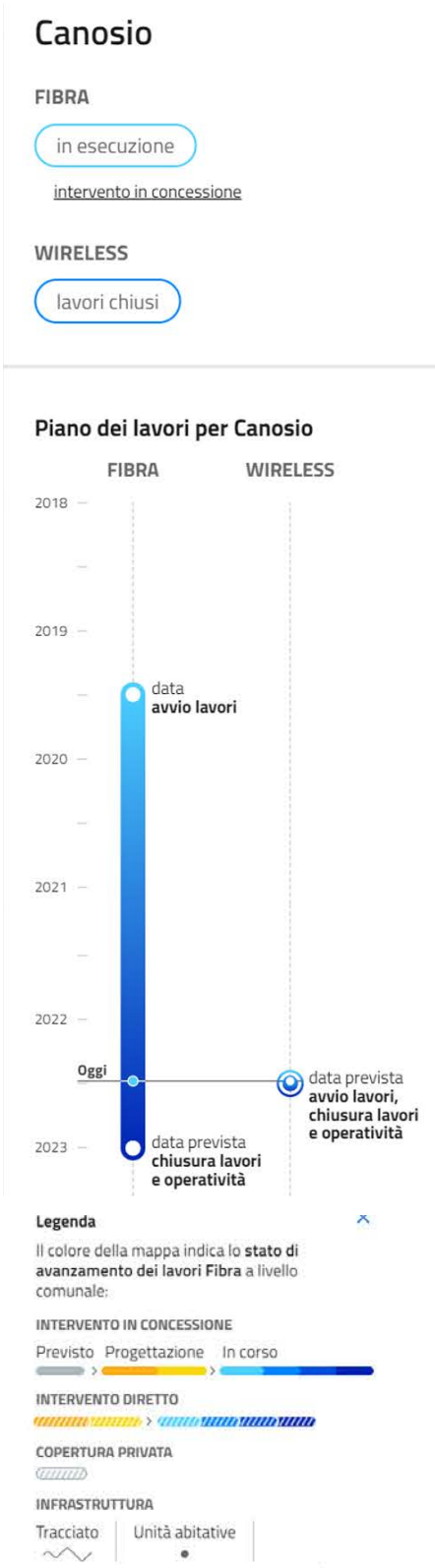
◀ A sinistra, **Carta dello stato dei lavori per la rete wireless, valli cuneesi della e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:400.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset stato lavori fibra ottica rielaborato dall'autore e tratto da Piano Strategico Banda Ultralarga.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

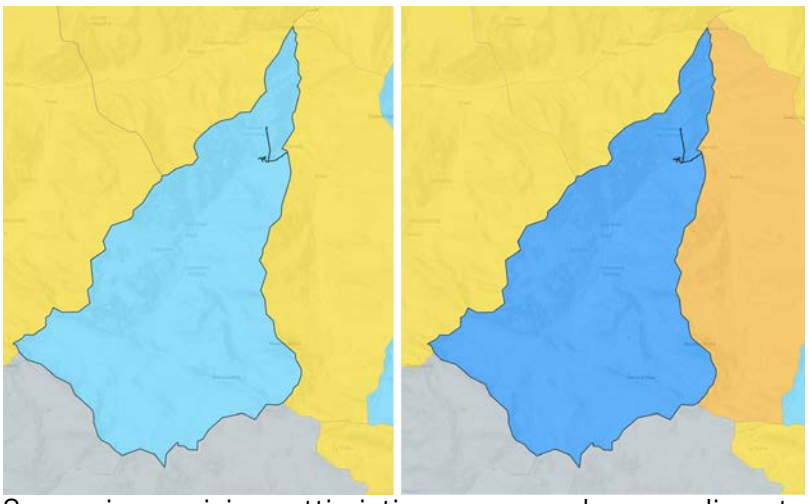
◀ A sinistra, **Carta dell'accesso alla Banda Ultralarga e dell'accessibilità della popolazione residente.**

Tratte da UNCEM, Fondazione Montagne Italia, CAIRE, a cura di, 2020, *La montagna in rete, pg.22, disponibile su < https://www.montagneinrete.it/enti/rete-montagna-associazione-internazionale-di-centri-di-studio-sulla-montagna>.*



▲ In alto, **Stralcio di carta Piano Strategico Banda Ultralarga, Comune di Canosio.** A sinistra, fibra; a destra, rete wireless. In alto, piano dei lavori e situazione attuale delle due reti.

Tratte da Piano Strategico Banda Ultralarga, 2022, Ministero dello Sviluppo Economico, disponibile su < https://bandaultralarga.italia.it/mappa/>



Seppur, in una visione ottimistica, possa sembrare un discreto risultato, la realtà dei fatti ancora una volta si discosta da questa visione. Infatti, come per quanto avviene nel caso dell'infrastruttura viaria, anche per le reti immateriali sia la fibra che il wireless raggiunge solo porzioni ridotte del territorio comunale, lasciando, ancora una volta, isolate frazioni e case sparse, come dimostra l'esempio riportato di seguito. Il tratto in nero, infatti, rappresenta il tracciato della rete internet, fibra e wireless che sia, ed è evidente come serva solo Canosio e la frazione di San Giovanni mentre Garzino, Pian Preit, Preit e tutte le case sparse, agriturismi e rifugi non sono ad oggi collegati.

Ciò che si evince da questa analisi sui collegamenti, sia tangibili che immateriali, è una criticità non risolta o, anzi, risolta solo in parte nei confronti del tema delle strade e, in contemporanea, la nascita di una criticità tutta nuova e tipica del XXI° secolo, ovvero la connettività. Se i "vecchi montanari" chiedevano a gran voce le strade, anche piccole purché percorribili e in grado di garantire un minimo collegamento, i montanari di oggi, accanto alla richiesta dei predecessori, chiedono delle connessioni degne di tale nome, per rientrare sempre di più in quel mondo da cui, per varie ragioni, sono isolati.

1.1.3 I servizi, il territorio e il patrimonio culturale

"Se mio figlio non fosse entrato alla Michelin saremmo scesi lo stesso. Eravamo senza la strada, senza la luce, senza la scuola..." [30]

Come già anticipato nell'introduzione, la crescente richiesta di manodopera delle fabbriche in pianura non è stata la vera causa dello spopolamento della montagna bensì solo la goccia che ha fatto traboccare il vaso, un vaso pieno di carenze di strade, vie di accesso, fonti di energia e di servizi che, in un modo o nell'altro, avrebbero comunque impedito alla popolazione di vivere una vita allo stesso livello di chiunque più a valle.

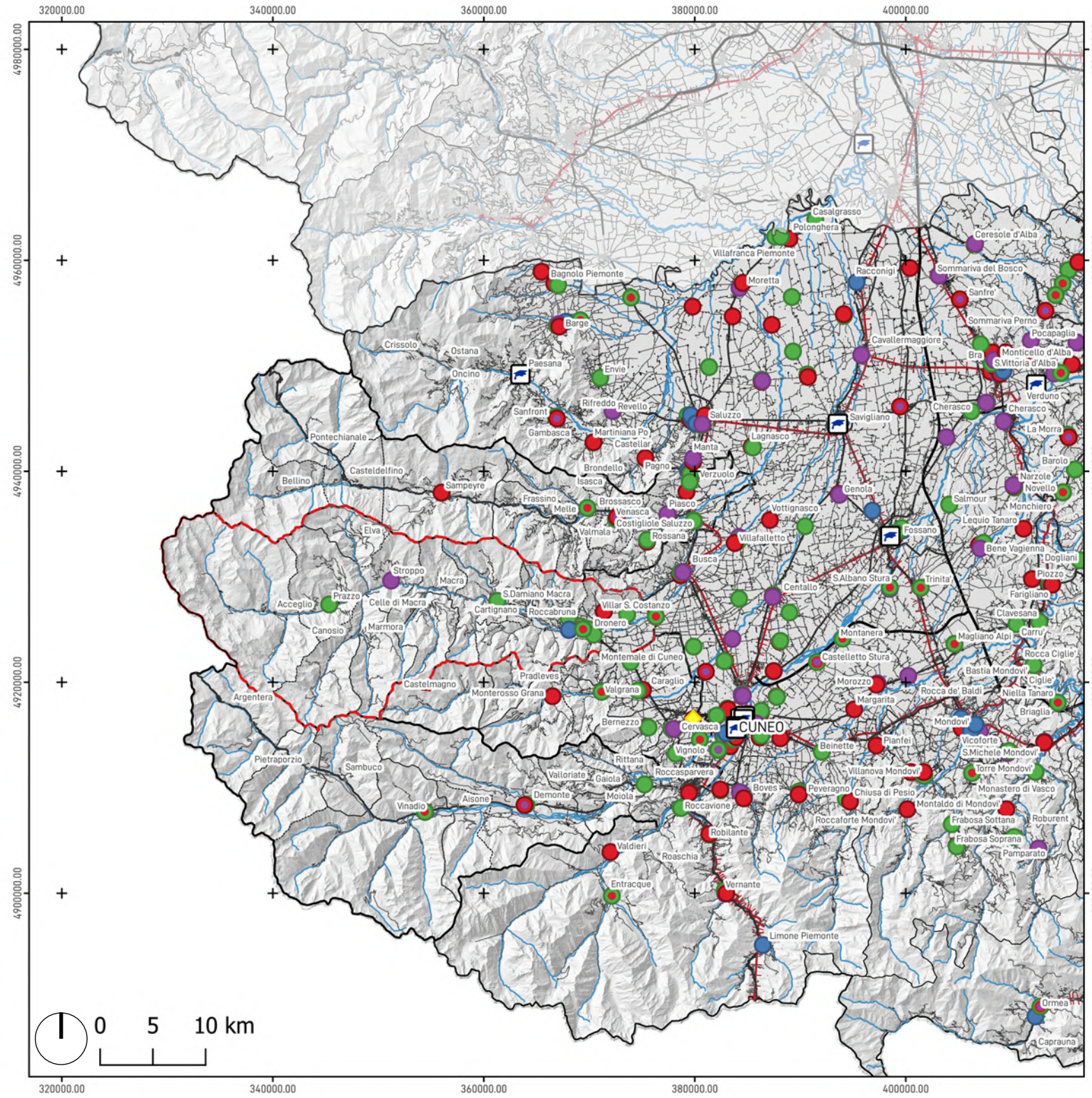
Se nella prima metà del XX° secolo non erano pensabili né tantomeno richiesti tutti i servizi oggi indispensabili, le testimonianze raccolte da Revelli evidenziano come anche quelle poche ma necessarie attività scarseggiavano e, quando presenti, sarebbero state chiuse da lì a poco per via della carenza di popolazione.

Un esempio viene proprio da una delle testimonianze raccolte: *"Nell'autunno del 1971 l'autorità scolastica di Cuneo decise di chiudere per sempre la scuola di Castelmagno: il numero degli scolari era sceso sotto la quota minima, sotto la quota cinque. [...] Le donne si raccolsero in gruppo, sgomente. Piangevano. Si interrogavano a vicenda, si spiavano: temevano che come conseguenza della scuola che chiudeva altre famiglie sarebbero scese in pianura, si sarebbero arrese."*[31]

La scuola, luogo che ogni giovane dovrebbe poter frequentare di diritto, era stata chiusa e ciò avrebbe significato, in grandi linee, che gli studenti, almeno coloro che avrebbero continuato a frequentare, avrebbero dovuto percorrere chilometri di strade e mulattiere ogni giorno e in ogni stagione per raggiungere la scuola più prossima dove potersi dedicare allo studio. Quella appena descritta, tuttavia, non è una realtà tanto lontana da quella odierna. Sono cambiati i tempi, le persone e anche le possibilità di accedere ai vari gradi della scuola dell'obbligo ma quella incolmabile distanza tra gli studenti e l'edificio scolastico permane, soprattutto nelle alte valli.

Prima, però, di analizzare la situazione delle valli cuneesi, è doveroso citare anche un'eccezione che conferma la regola, ovvero il caso del Convitto Alpino Valle Maira. Esso, con sede nella borgata Bassura di Stroppo, in Valle Maira, si configura come una struttura che coniuga un Istituto Compresivo di I° Grado (sede distaccata dell'Istituto Giolitti di Dronero)

30 Revelli N., 1977, *Il mondo dei vinti - Testimonianze di cultura contadina.*
31 ibidem.



Legenda

Istituti scolastici
- nido
- infanzia
- primaria
- secondaria 1° grado
- secondaria 2° grado
- infanzia-primaria
- inf.-prim.-sec.1°gr.
- inf.-prim.-sec.2°gr.
- prim.-sec.1°gr.
- sec.1° gr.-sec.2°gr.

Sedi universitarie

Edificato
- Centro abitato

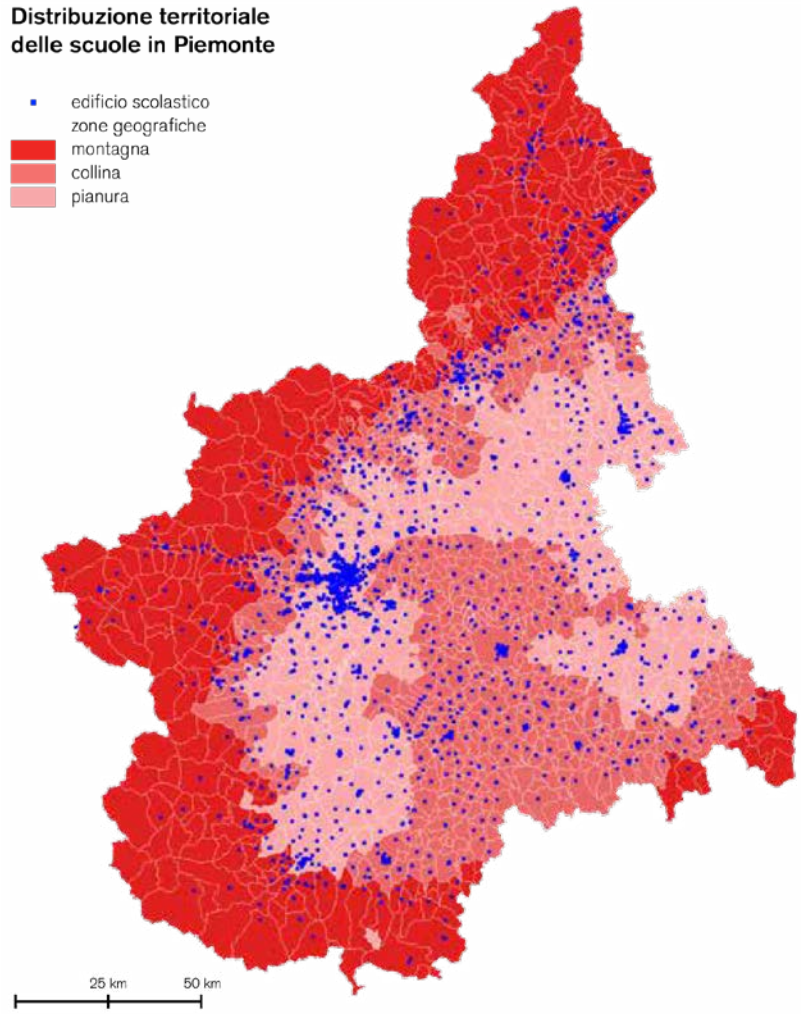
Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

a tutta una serie di servizi e dotazioni, quali mensa, dopo scuola, biblioteca, sala giochi e la possibilità far pernottare gli studenti da 1 a 4 notti la settimana.[32] Il Convitto, nato dalla collaborazione tra i Comuni della valle e l'Unione Montana Valle Maira, svolge quindi un'attività di supporto alle famiglie della valle e ai più giovani che, in un contesto in cui gli spostamenti sono difficoltosi e le scuole distanti, garantisce una serie di servizi fondamentali in un'unica struttura, costituendo anche un forte senso di gruppo e appartenenza.

Tornando, invece, alla situazione delle valli e, in generale, della montagna c'è da considerare un dato semplice ma particolarmente esaustivo. Dei 3200 edifici scolastici sparsi su tutta la Regione Piemonte solo 500 (il 16%) sono situati in area montana contro il 38% in collina e il 46% della pianura.[33]



Già di per sé, quindi, la situazione delle valli non parte da presupposti particolarmente positivi e, come si vedrà in seguito, non si discosterà da quanto anticipato dai dati su

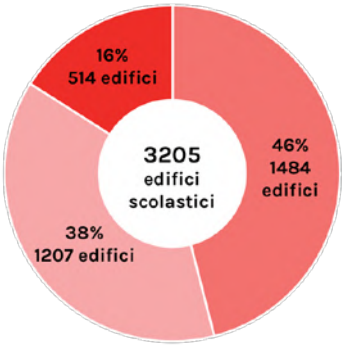
◀ A sinistra, **Carta degli Istituti scolastici e sedi uiversitarie delle valli cuneesi e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset aree ed edifici scolastici Regione Piemonte .

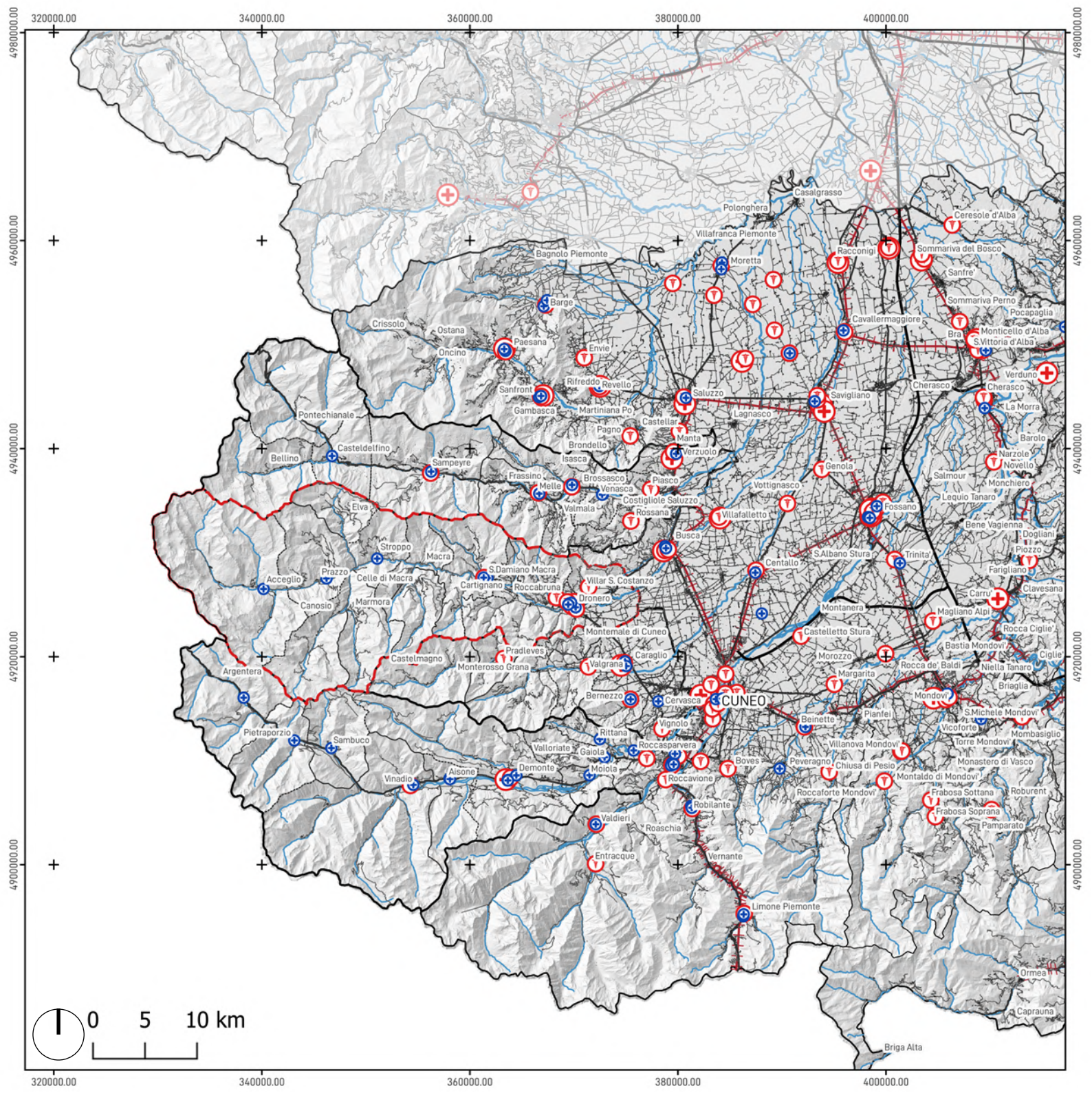
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

◀ A sinistra, **Carta distribuzione territoriale delle scuole in Piemonte.**
Aree di riferimento: montagna, collina e pianura.

Fonte carta e dati: Future Urban Legacy Lab, 2022, op. cit.



32 Pagina web Convitto Alpino Valle Maira. Disponibile su < https://www.convittoalpinovalmaira.it/>
33 Future Urban Legacy Lab, 2022, Re-school. Ripensare la scuola, a partire dagli spazi.



Legenda

Sanità[1]
- Ospedale
- Ambulatorio medico
- Farmacia

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

1 Assessorato alla Sanità Regione Piemonte, 2022, Database *Tu Salute Piemonte, Trova un medico o pediatra*, op.cit.

scala regionale.
La carta[34] che segue illustra dove si trovino e quali siano le scuole sparse sul territorio delle valli cuneesi e il diradarsi dei "simboli" man mano che ci si allontana dai centri e ci si avvicina al confine esprime in modo evidente come il problema della scuola e della carenza dei servizi in generale siano ancora diffuso e, anzi, radicato.
Nel caso della Valle Maira, le prime scuole che si incontrano (partendo da Acceglio, comune più esterno della valle) si trovano a Prazzo e si tratta di una scuola dell'infanzia e una primaria. La prima scuola secondaria di primo grado è quella di Stroppo mentre gli unici istituti secondari di secondo grado della valle si trovano nel comune di Dronero.
Nell'ipotesi, quindi, che un bambino viva ad Acceglio, dovrebbe raggiungere Prazzo e spostarsi di 5 km per frequentare una scuola dell'infanzia e una primaria, dovrebbe viaggiare per 11 km per raggiungere la prima scuola secondaria di primo grado disponibile e, ancora, per 30 km per frequentare una scuola secondaria di secondo grado, ammesso e non concesso che la scelta ricada su uno degli indirizzi presenti a Dronero; nel caso opposto, dovrebbe raggiungere Busca, Caraglio in Valle Stura o direttamente il capoluogo.
Il caso in questione, in realtà, gode anche di una possibilità che non tutti i comuni hanno, ovvero un collegamento via bus che mette in relazione Acceglio con Cuneo e, quindi, tutti i centri che si incontrano lungo la Strada provinciale 422. La situazione sarebbe differente nel caso in cui si tratti di un comune più decentrato, come, ad esempio, Canosio o una frazione come Preit.
Le realtà delle Valli Stura, Varaita e Grana non sono poi così diverse e, anzi, si incontrano situazioni più critiche come il caso della Valle Stura che sul suo territorio non presenta alcun istituto secondario di secondo grado.

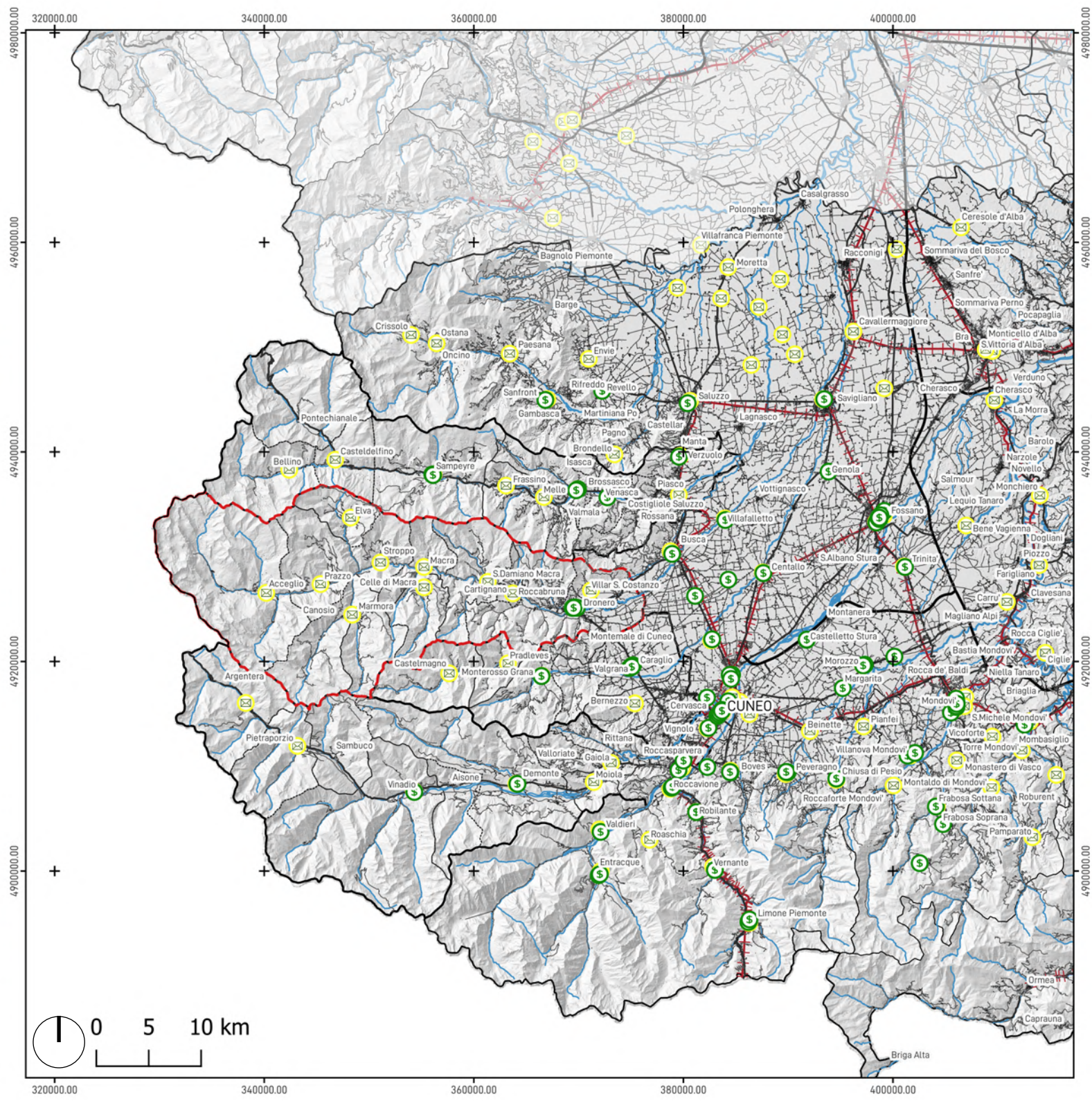
Tuttavia, quanto descritto per le scuole si ripete anche per i servizi nell'ambito della sanità e della salute che, anzi, presenta un quadro anche più complesso.
Se, come ci si aspetta, le strutture ospedaliere si trovano nei centri più densamente popolati e se ne conta una ad ogni porta di valle, rispettivamente nei comuni di Verzuolo, Dronero, Caraglio e Demonte, altrettanto vero è che ci si aspetti una maggiore diffusione di ambulatori medici e farmacie che, almeno in teoria, dovrebbero fornire un primo livello di cure ad un paziente.
Riprendendo l'esempio della Val Maira, gli ambulatori medici risultano presenti in modo più o meno uniforme e riescono a servire anche i centri scoperti nel raggio di 5 km ma,

◀ A sinistra, **Carta dei servizi sanitari delle valli cuneesi e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset servizi sanitari prodotto dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

34 La carta è realizzata a partire da dataset aree ed edifici scolastici di Regione Piemonte che, tuttavia, non è opportunamente aggiornato. Tuttavia, almeno per quanto concerne le tre valli Maira, Varaita e Stura è stata effettuata un'integrazione di dati, incrociando le informazioni fornite dai siti dei diversi comuni e quelle presenti su https://www.amministrazionicomunali.it.

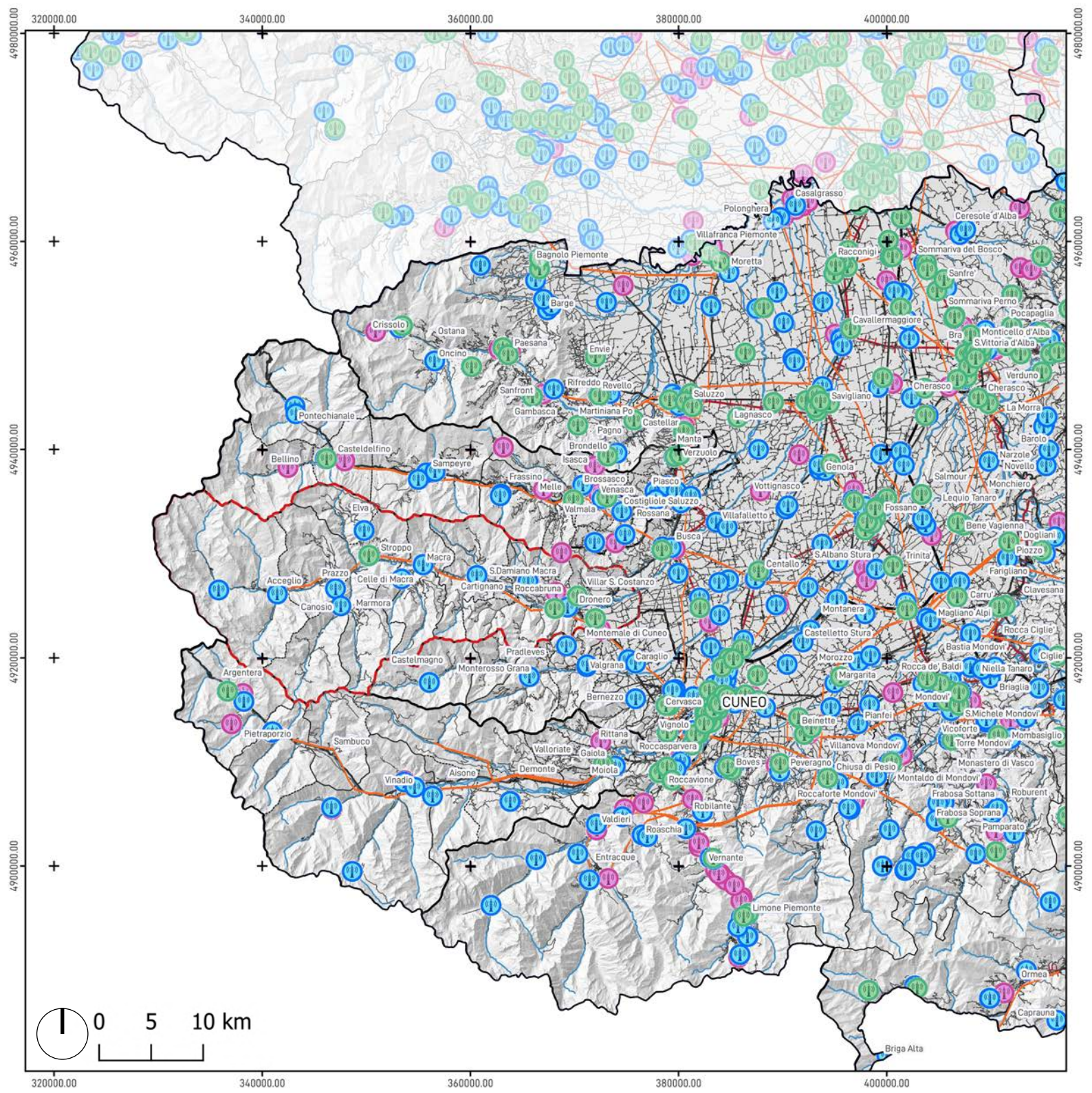


▲ In alto, **Carta dei servizi bancari e postali delle valli cuneesi e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

▶ In alto a destra, **Carta delle reti di sottoservizi delle valli cuneesi e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset servizi bancari e postali prodotto dall'autore, dataset elettrodotti BDTRE Regione Piemonte, dataset impianti e ripetitori telefonici Arpa Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



Legenda

Servizi bancari e postali
- Banca
- Ufficio Postale

Sottoservizi
- Elettrodotto
- Impianto 2G/3G
- Impianto 4G
- Impianto 5G

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni

▶ A destra, **Carta dei beni culturali | Parchi, punti panoramici e luoghi di culto delle valli cuneesi e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset punti panoramici e luoghi di culto prodotto dall'autore, dataset parchi Regione Piemonte.

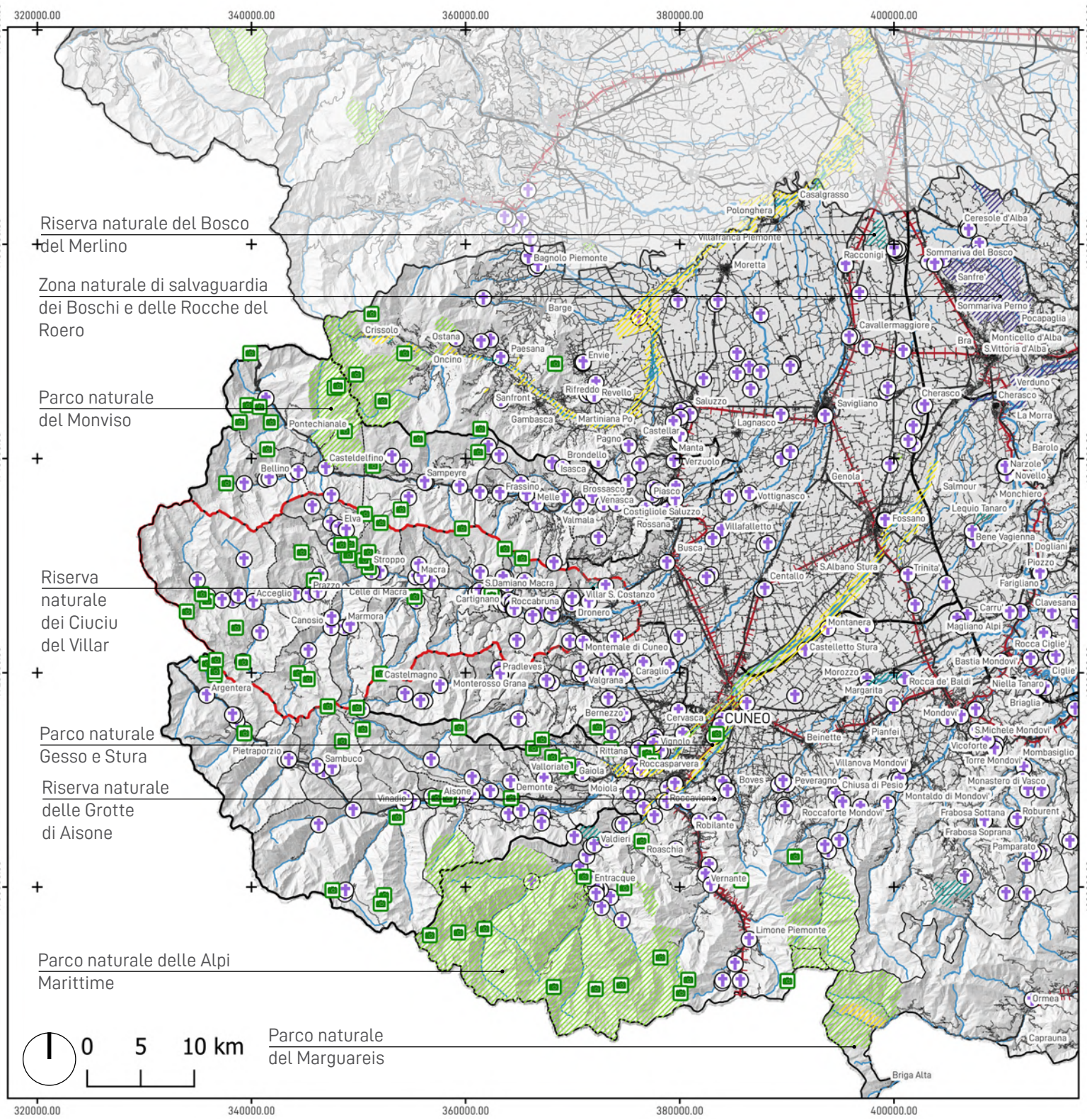
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

nonostante ciò, trattandosi comunque di diversi ambulatori ma di un unico medico curante, la presenza in loco è limitata a poche ore la settimana per comune. Questo per quanto concerne i medici di base e di medicina generale.
La situazione rispetto agli ambulatori pediatrici, invece, è ben diversa e, mediamente, per valle, il sito Salute Piemonte ne indica uno, solitamente con sede all'imbocco della stessa e quindi molto distante dai comuni più interni[35].
Una realtà simile è quella delle farmacie e parafarmacie che, come mostra la carta, sono uniformemente distribuite in pianura e prima collina ma diradano man mano, salendo di quota, riportando alla luce, ancora una volta, la difficoltà di accedere a servizi fondamentali nel raggio di pochi chilometri.

Passando, invece, all'ambito economico e della logistica, appare interessante notare come uffici postali e postamat rappresentino un caso unico, un'eccezione alla regola vista la loro uniforme distribuzione sul territorio, sia in alta che bassa valle, raggiungendo persino quei comuni che non sono toccati dai servizi citati in precedenza. Il caso delle banche e dei servizi bancari, al contrario, si riallinea all'andamento generale, perdendo consistenza nei comuni più interni tranne per casi sporadici come quello di Vinadio in Valle Stura, Sampeyre in Valle Varaita e Monterosso Grana in Val Grana che si trovano a metà strada tra l'alta e la bassa valle e hanno una dimensione demografica tale da consentire la presenza di un paio di istituti di credito.

Un discorso a parte, invece, è necessario per quanto riguarda la rete di sottoservizi e in particolare la rete elettrica e la rete di telecomuninazioni che, con tutti gli elettrodomestici e tecnologie utilizzate oggigiorno, sono indiscutibilmente dei servizi più che necessari.
In arancione, innanzitutto, è presentata la rete elettrica di distribuzione che raggiunge le valli attraverso una linea che segue la direttrice stradale e fluviale di fondovalle, raggiungendo tutti i comuni disposti lungo di essa.
Lo stato delle telecomunicazioni e, in particolare, della rete telefonica, è abbastanza critico. Se, come appare dalla carta, sono presenti tutta una serie di antenne e ripetitori sul territorio montano, la realtà dei fatti è che molte aree e zone distanti dai centri abitati sono ancora scoperte e con difficoltà si riesce ad utilizzare un qualsiasi tipo di apparecchio telefonico di ultima generazione. A titolo di esempio, durante lo stage effettuato dagli studenti e dal Team Direct del Politecnico di Torino a luglio del 2021, sull'altopiano della Gardetta, si è riscontrata una difficoltà di reperimento di rete, a prescindere dalla compagnia telefonica in uso; situazione presentatasi già all'imbocco del vallone di Canosio e che

35 Assessorato alla Sanità Regione Piemonte, 2022, Database *Tu Salute Piemonte, Trova un medico o pediatra,* disponibile su < https://sansol.isan.csi.it/la-mia-salute/trova-un/#/>



Legenda

Beni culturali
- Punti panoramici
- Luoghi di culto e santuari

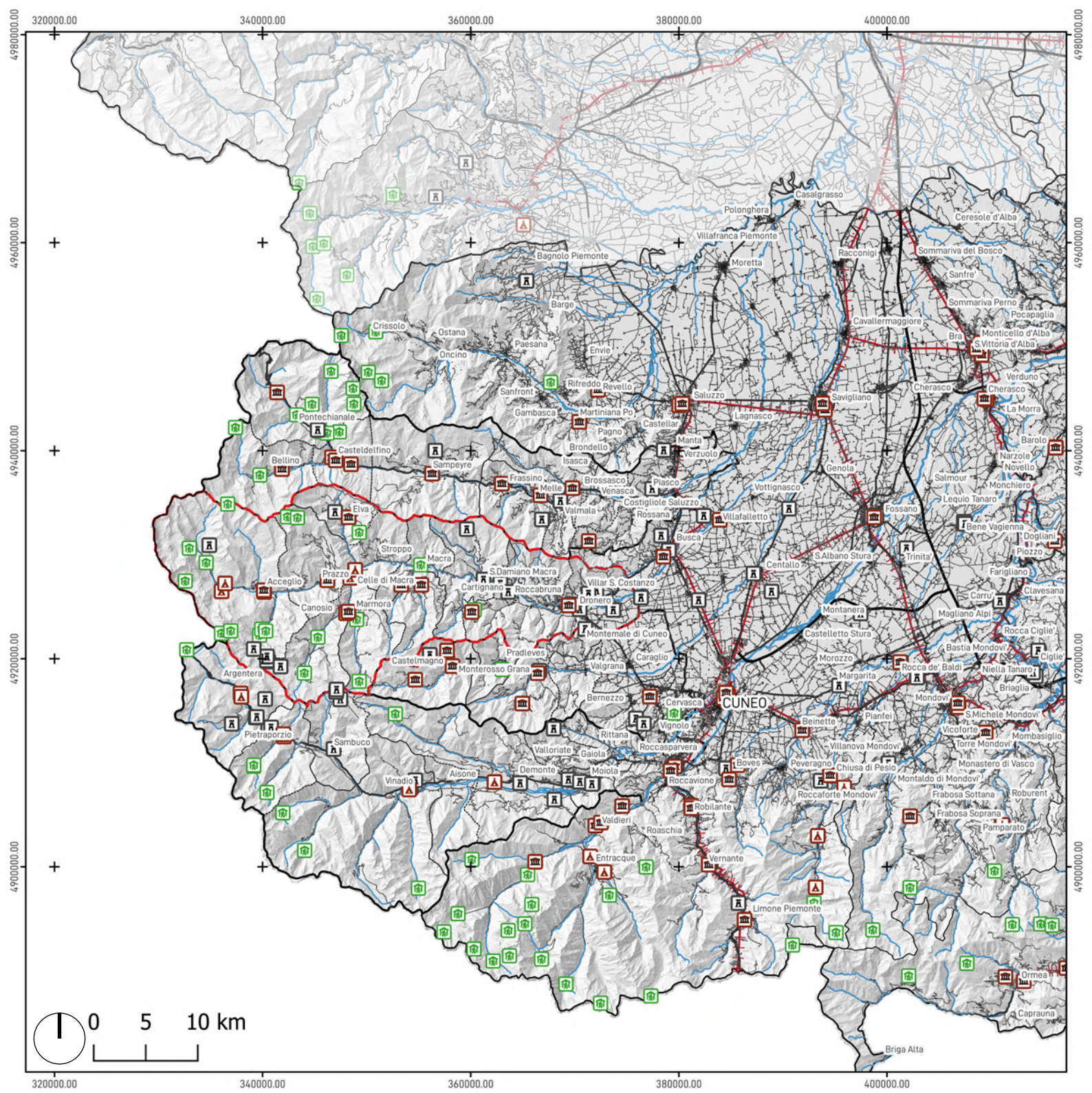
Aree protette e parchi
- Area contigua
- Parco naturale
- Parco nazionale
- Riserva naturale
- Riserva speciale
- Zona nat. di salvaguardia

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni



Legenda

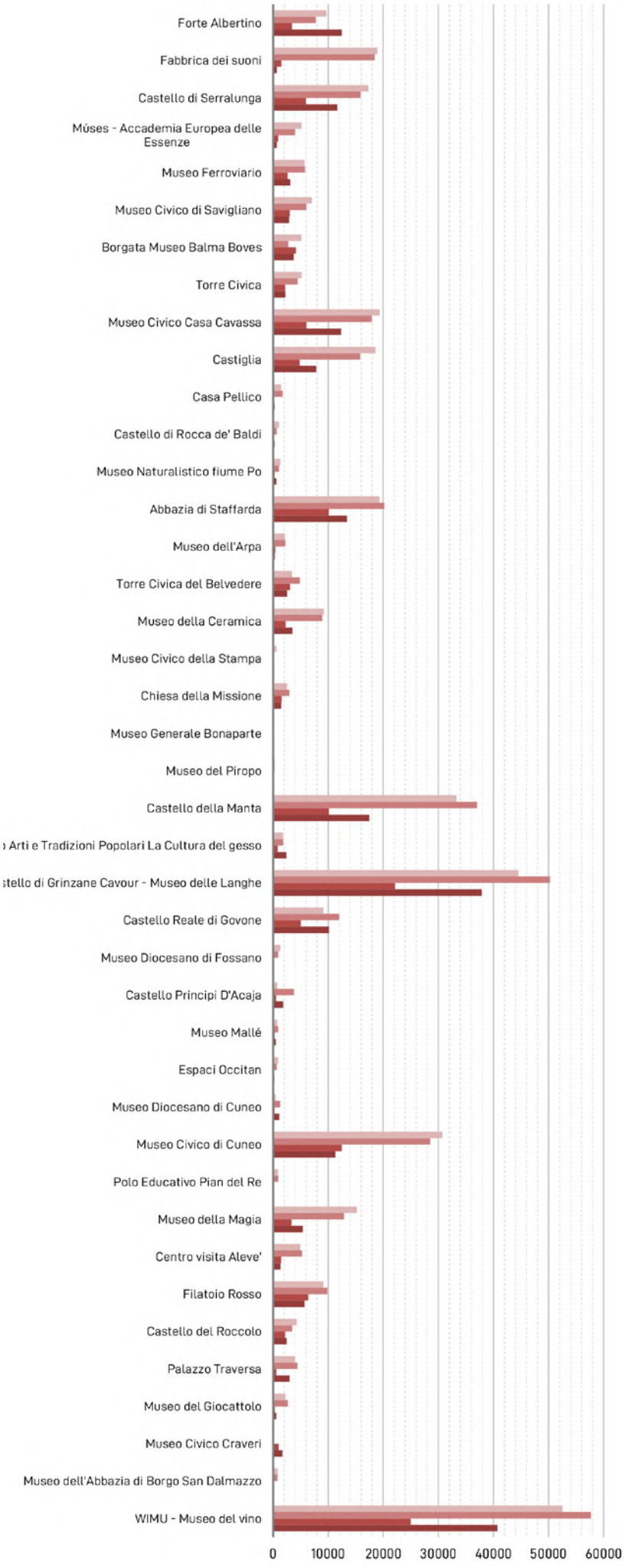
Beni culturali
- Musei
- Luoghi a valenza storica
- Rifugi
- Campeggi

Edificato
- Centro abitato

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Altre Valli
- Comuni



◀ A sinistra, **Carta dei beni culturali | Musei, luoghi di valenza storica, rifugi delle valli cuneesi e della Provincia di Cuneo.**
Scala 1:500.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, dataset beni culturali prodotto dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

◀ A sinistra, **Diagramma del numero di visitatori dei musei in Provincia di Cuneo. Confronto tra anni 2018, 2019, 2020, 2021.**

Rielaborazione dell'autore dei dati tratti da Osservatorio Culturale del Piemonte, 2022, *Il pubblico dei musei in Piemonte*, disponibile su < https://ocp.piemonte.it/doc/report_annuali/ocp_reportannuale2020_musei.pdf>

Legenda

Numero di visite e ingressi
2018
2019
2020
2021

ha raggiunto apici di criticità nei pressi del Rifugio della Gardetta dove gli stessi proprietari lamentavano problemi di comunicazione e connettività, fondalmentale soprattutto nel caso di un rifugio alpino.

Se, come abbiamo visto nel paragrafo precedente, si sta vivendo un lento e graduale ripopolamento della montagna, fondalmentale è che si comprenda che lo sviluppo locale e il tema dei servizi sono facce della stessa medaglia, come riporta Lupatelli nel suo articolo "Nuovi servizi per piccoli comuni" nel numero di novembre 2019 del magazine Dislivelli. Egli, infatti, sottolinea come la Strategia Nazionale per le Aree Interne abbia avuto il merito di portare una serie di innovazioni nelle politiche pubbliche del Paese e, tra di esse, proprio quella citata poc'anzi legata al connubio servizi/sviluppo locale. Nonostante ciò, però, *"la storia delle politiche pubbliche verso i territori svantaggiati [...] è una storia costellata di sconfitte"*[36] *perlopiù derivate dall'attenzione marginale rivolta a questi luoghi e dalle "istanze di razionalizzazione della spesa che hanno imposto sacrifici drammatici per ottenere frequentemente esiti modesti*"[37] sia nell'ambito della scuola che della salute.

Parlando di beni e servizi e di come essi siano fondamentali proprio in funzione di questa volontà di ripopolare le montagne, uno dei beni comuni più importanti che l'uomo "possiede" è il paesaggio che *"si afferma come spazio relazionale, di prossimità, di coinvolgimento diretto, all'interno del quale le persone possono conversare, dialogare, negoziare, confliggere semplicemente perché sono interessate ad esso, perché oggi più che mai riconoscono un legame tra il paesaggio e la qualità della vita."*[38]
Il paesaggio come bene comune e, soprattutto, come "bene culturale" è forse uno dei maggiori punti di forza dei territori vallivi e non tanto come bene da "guardare" ma in quanto bene che dà vita, che nei secoli, opportunamente valorizzato, ha dato frutti e vita alle valli e alle popolazioni; ha offerto riparo e ha offerto calore; per molti versi ha supplito a quella mancanza di servizi e comunicazioni che oggi l'uomo cerca disperatamente di portare in montagna.

Proprio quella valorizzazione apportata dall'uomo nei secoli passati ha aumentato il valore culturale di quel paesaggio e di quel territorio e grazie a quel passato, oggi, le valli

36 Lupatelli G., 2019, *Nuovi servizi per piccoli comuni,* Dislivelli, n°101, Associazione Dislivelli, pg.3, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/foto_novembre_2019/101_WEBMAGAZINE_novembre19.pdf>

37 ibidem.

38 Cepollaro G, *2019, Paesaggio bene comune: teatro della democrazia*, Dislvelli, n°96, Associazione Dislivelli, pg.10, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/foto_aprile_2019/96_WEBMAGAZINE_aprile19.pdf>

presentano un panorama davvero vasto in termini di offerta culturale che spazia i più vari ambiti, dal "semplice" altopiano incontaminato ai terrazzamenti a quote inferiori, passando per le piccole borgate arroccate sui pendii e l'immensa rete di chiese, santuari e piloni votivi dispersi in tutto il territorio.

A dimostrazione di questo ampio bagaglio, le carte proposte cercano di presentare nel modo più completo possibile quella che è la fitta rete di spazi, chiusi e non, che permettono il contatto diretto tra il visitatore e le pratiche culturali locali.
Si tratta di chiese, santuari; dei rifugi stessi *"che si pongono come avamposto della cultura alpina"*[39],di tutti quei beni considerati *"grandi contenitori della storia locale"*[40] come forti, castelli, abbazie, mulini e ancora edifici e borgate dismesse, opere militari abbandonate che hanno "un ruolo importante all'interno del paesaggio in cui sono inseriti e le cui caratteristiche storiche e architettoniche hanno segnato un momento interessante del processo evolutivo del territorio"[41]. Da non dimenticare sono *"i luoghi per mixano per eccellenza cultura e risorse quella tradizione locale"*[42] quali musei ed ecomusei ed infine, ma non meno importanti, gli *"spazi pubblici del territorio alpino"* ovvero tutti quelli spazi immersi nel contesto naturale che *"possono attivare nuove relazioni, in cui si possono sperimentare differenti possibilità d'uso, nuovi incontri"*[43].

Ad affiancare questo già ricco patrimonio si inseriscono tutta una serie di progettualità culturali "contemporanee" che vengono ben analizzate nell'opera di Bertolino e Corrado, "Cultura Alpina Contemporanea e Sviluppo del territorio" in cui le autrici presentano una raccolta di eventi e progetti promossi sul territorio montano da soggetti come le Comunità montane, Fondazioni e Associazioni culturali che svolgono la funzione di linfa vitale di questi luoghi.
Si tratta di "*progettualità che mettono in campo azioni, iniziative, esperienze tutte riconducibili ad una visione contemporanea della cultura alpina*"[44] e che permettono una fruizione alternativa del territorio in un'ottica di valorizzazione dello stesso.

Un esempio è "Nuovi mondi: il festival in viaggio per la montagna" che, finanziato dal programma "Torino e le Alpi" della Fondazione Compagnia di San Paolo, coinvolge le Valli Occitane Stura, Maira, Grana, Po e Infernotto e Varaita. Si tratta di un festival che nel 2016 ha visto una serie vasta di appuntamenti "*tra arti visive, performance dal vivo, cinema*

39 Bertolino M.A., 2017, Corrado F, *Cultura alpina contemporanea e sviluppo del territorio*, ed.9, Milano, Franco Angeli.
40 ibidem.
41 ibidem.
42 ibidem.
43 ibidem.
44 ibidem.

e teatro attraverso l'uso di un cinecamper, un camper che si trasforma in proiettore per portare la magia del cinema nei piccoli borghi alpini e nelle piazze dei principali paesi" con l'intenzione di *"realizzare un evento culturale che possa generare sviluppo turistico e gettare nuovi ponti nelle terre alte, ereditando dalla civiltà montana la cultura del "fare" declinata al tempo del web 2.0".*[45]

In generale, La montagna, grazie proprio al patrimonio citato pocanzi, assume una veste diversa e diventa *"non tanto luogo da attraversare, quanto da abitare nella lentezza dei suoi paesaggi, nell'habitat peculiare, capace di proporre modi vita distanti culturalmente dalla città ma vicini per possibilità d'accesso, integrati in una necessaria sostenibilità economica e ambientale. Un altrove differente e prossimo, aperto senza esitazioni alla cultura contemporanea e alle sue espressioni, territorio di contatto tra lingue e processi di sviluppo che necessitano ora, e sempre più necessiteranno in futuro, di un immaginario potente, in grado di connettere il sapere locale con il digitale, le opportunità di relazione fisica e virtuale con la qualità e la sostenibilità di modelli di vita in luoghi a bassa densità e di alto pregio ambientale. Per via della natura, certo; ma anche per l'arte e per la cura culturale del luogo."*[46]

45 ibidem.

46 Mazzuccchi C., 2019, *Promozione turistica e culturale transfrontaliera*, Dislvelli, n°96, Associazione Dislivelli, pg.35, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/foto_aprile_2019/96_WEBMAGAZINE_aprile19.pdf>

1.2 Mappatura dei fenomeni e proposte d'intervento

01

Trovare una soluzione efficace ad un problema complesso e che, per di più, esiste da diversi secoli non è facile e, anzi, la montagna con i numerosi tentativi fatti sia da enti pubblici che da privati e associazioni ne ha visti di questi tentativi.

I temi, chiaramente, ruotano sempre attorno a quelli già analizzati nei capitoli precedenti ma sono i modi di mappare questi fenomeni, di comprenderli e di proporre nuove soluzioni che cambiano, adattandosi meglio sia al territorio stesso che al periodo storico di cui sono figli.

Nel 2022 le più "comuni" interviste ai grandi stakeholders, le analisi swot e le banche dati istat sono state affiancate da modalità molto spesso più efficaci nel comprendere la realtà di un territorio. Si parla di incontri e workshop con la popolaziore residente o, anzi, con gli anziani locali che tramandano con la loro età anche le tradizioni e la cultura del luogo. Si parla di nuove relazioni e di coinvolgere fasce di età differenti così come di riprendere la cultura del "fare" e mettere le mani in pasta per capire nel senso più materico possibile la portata di un problema.
Ancora, si tratta di sfruttare le nuove tecnologie e sfruttarle sia nelle modalità di analisi e rilievo di un dato quanto nella proposta di miglioramento, cercando di colmare quel divario sia generazionale che infrastrutturale che vive ancora la montagna. Alcuni esempi che si sono spinti il tale direzione sono una serie di progetti di ricerca portati avanti da docenti del Politecnico di Torino con il coinvolgimenti di team studenteschi quali il Team Direct. Tra queste esperienze è sicuramente da citare l'Atelier "Ri-Abitare le Alpi", corso del secondo anno di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile che, da anni, scegliendo casi studio tra le valli piemontesi, punta alla costruzione di un sistema in cui le tre discipline in campo *"sono interpellate attraverso processi congiunti di analisi per costruire scenari di sviluppo sostenibile (in particolare per la mobilità) e di fruizione del territorio per pubblici nuovi e consolidati"*[47].

47 Regis D., Coscia C., Spanò A., 2014, Alpine Cle Complex Landscape Environment, Compagnia di San Paolo,.

Questa attività ha, inoltre, visto il coinvolgimento del già citato Team Direct, nato con lo scopo di fornire ai membri *"la formazione e lo sviluppo di competenze nel campo dell'acquisizione, integrazione e condivisione in tempo reale di dati spaziali derivati da piattaforme aeree e terrestri, finalizzato alla documentazione del patrimonio ambientale e costruito soggetto a emergenze ambientali, colpito da eventi catastrofici, o , qualora si tratti di di Beni Culturali, soggetto alle emergenze ordinarie di conservazione."*[48]
Esso, infatti, si occupa di documentare, attraverso tecnologie innovative e di ultima generazione applicate al rilievo metrico 3D, il patrimonio architettonico e ambientale delle valli, portando avanti ogni anno, tra i tanti temi, tutta una serie di stage ed esperienze di rilievo in queste aree. Per citarne due che hanno interessato la Valle Maira, si ricorda, nel 2019, la campagna di rilievo ad Elva, delle borgate di Serre e Molini e della strada provinciale che collega il comune al resto della valle. Un altro caso, invece, è quello in cui è anche coinvolta questa tesi, ovvero la campagna di rilievo metrico dell'area dell'altopiano della Gardetta.
In generale, comunque, l'obiettivo perseguito è quello di sfruttare il contributo della Geomatica, e delle discipline ad essa connesse, nella documentazione del patrimonio architettonico, paesaggistico e ambientale al fine di preservarne la memoria e proiettarlo verso un nuovo futuro.

Uno dei punti fondamentali, però, di ogni analisi è sicuramente quello della ricerca di casi studio e di riferimento simili dove sono state attuate delle soluzioni che hanno funzionato e che sono state il punto di svolta; casi studio da capire a fondo, da malleare e rendere calzanti al luogo analizzato.

Quando questo non funziona, però, è la creatività e la capacità di arrangiarsi e adattarsi – di cui, per altro, la montagna è maestra – che funge da scintilla nell'immaginare modi e tecniche per raggiungere quell'obiettivo finale che per i territori montani è sicuramente *"cambiare l'[...]immagine di aree marginali"*[49] e diventare "centro" come qualsiasi altro comune in pianura.
Tipicamente, inoltre, gli studi sui territori alpini sono promossi da enti come Fondazioni, Associazioni o Università e riescono ad ottenere risultati di un certo livello, poiché le risposte ai bandi pubblicati provengono da ricercatori e studiosi del settore, di vario titolo e grado, come nel caso che sarà analizzato nel paragrafo seguente e come nel caso del bando

48 Grasso N., 2015, DIsaster RECovery Team: training and activities of the student team of Politecnico di Torino for the emergency management, Bollettino SIFET n°2.

49 Dematteis M., 2019, *La narrazione del margine si fa centro*, Dislvelli, n°96, Associazione Dislivelli, pg.35, disponibile su <http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/foto_aprile_2019/96_WEBMAGAZINE_aprile19.pdf>

PNRR Borghi storici[50], di recente pubblicazione. Quest'ultimo, in particolare, che prevede il finanziamento di *"progetti pilota volti alla rigenerazione culturale, sociale ed economica dei Borghi a rischio di abbandono e abbandonati"*[51], ha visto la partecipazione, insieme ad altri 18 borghi per la Regione Piemonte, del comune di Elva, in Val Maira, con la collaborazione del Politecnico di Torino, dell'Università di Torino e di quella di Scienze Gastronomiche di Pollenzo.
Proprio Elva, tra questi, è risultato primo ed ha visto l'assegnazione di 20 milioni da destinare alla rigenerazione culturale, turistica e sociale del comune e delle sue borgate.

Il Politecnico ha contribuito attraverso una serie di proposte e di progetti fondati su attività di studio e ricerca svolte nel recente passato da docenti e studenti dell'ateneo. Tra queste, in particolare, si citano *"due stage didattici del Team Direct per il mapping 3D del territorio alpino con metodi fotogrammetrici e laser scanning [...] in coordinazione con il progetto di ricerca per la valutazione della stabilità dei versanti dell'orrido di Elva"*[52] a cui si sommano i contributi del già citato atelier "Ri-Abitare le Alpi".

50 Pagina web Ministero della Cultura. Disponibile su <https://cultura.gov.it/borghi>
51 ibidem.
52 Pagina web Politecnico di Torino, Bando PNRR Borghi. Disponibile su < https://www.dad.polito.it/news/(idnews)/18376>

1.2.1 "Bando di ricerca applicata per lo sviluppo economico e sociale dei territori alpini di Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta"

Il Bando, promosso da Compagnia di San Paolo nell'ambito del programma triennale Torino e le Alpi (2014/2016), ha lo scopo di *"promuovere progetti di ricerca finalizzati alla sostenibilità, all'innovazione economica e produttiva e in ambito socio-sanitario, per migliorare la qualità di vita dei residenti, attuali e potenziali, e dei turisti con particolare attenzione ai giovani e agli anziani"*[53].



▲ Visuale delle Alpi dal Monte dei Cappuccini, Torino, immagine simbolo del Bando promosso dalla Compagnia di San Paolo.

Compagnia di San Paolo, 2014, *Studi di fattibilità del Bando di ricerca applicata per lo sviluppo economico e sociale dei territori alpini in Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta*, Programma Torino e le Alpi, disponibile su < https://www.torinoelealpi.it/i-vincitori-del-bando-di-ricerca-torino-e-le-alpi/>

In risposta al bando sono stati presentati 153 progetti di cui 20 sono, poi, stati finanziati e hanno messo in luce *"una crescente attenzione da parte delle giovani generazioni, non solo in termini di passione e fruizione, ma anche di concrete possibilità e opportunità di lavoro e di vita, rispetto alle tradizionali ipotesi di radicamento in ambito urbano"*[54].
I progetti, inoltre, riguardano principalmente due macro tematiche legate, la prima, alla grande questione della ricomposizione fondiaria, alla gestioni di pascoli e foreste e alla valorizzazione dei prodotti mentre, la seconda, è improntata allo sviluppo locale e ai temi di servizi e welfare innovativo.

La frammentazione delle proprietà, legata alla grande difficoltà nel reperire i proprietari dei vari terreni, è il problema alla base della valorizzazione e gestione di pascoli e foreste e relativi prodotti. Proprio da qui partono gli studi presentati dai vari progetti che vedono nell'associazionismo fondiario e nella creazione di corsorzi "ad hoc" delle soluzioni palpabili per la montagna. Di conseguenza a ciò, sono state proposte tutta una serie di idee per migliorare la gestione dei pascoli

53 Compagnia di San Paolo, 2014, *Studi di fattibilità del Bando di ricerca applicata per lo sviluppo economico e sociale dei territori alpini in Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta*, Programma Torino e le Alpi, disponibile su < https://www.torinoelealpi.it/i-vincitori-del-bando-di-ricerca-torino-e-le-alpi/>
54 ibidem.

e foreste e relativi prodotti. Proprio da qui partono gli studi presentati dai vari progetti che vedono nell'associazionismo fondiario e nella creazione di corsorzi "ad hoc" delle soluzioni palpabili per la montagna. Di conseguenza a ciò, sono state proposte tutta una serie di idee per migliorare la gestione dei pascoli e la valorizzazione dei prodotti agricoli quali latte, carne di qualità e lana della pecora sambucana per la produzione di feltro.
In generale, le proposte vanno dall'elaborazione di piani pastorali con la definizione di carichi animali e un miglioramento dei bandi per l'assegnazione delle superfici pubbliche fino ad un metodo innovatico per la certificazione e la tracciabilità genetica, volta a contrastare le contraffazione e promuovere, invece, prodotti di razze alpine autoctone.

Per quanto riguarda, invece, il tema di welfare e servizi, le ricerche e gli studi presentati si concentrano perlopiù su valli alpine minori e hanno come obiettivo principale quello di *"invertire il declino socio-economico della valle esaminata, andando ad intervenire su elementi come la valorizzazione dei beni naturali, culturali, architettonici e paesaggistici, la mappatura e il recupero di terre abbandonate da assegnare ad agricoltori giovani e, ancora, la promozione di mestieri artigianali e tradizionali, il tutto affiancato dall'elaborazione di programmi di sviluppo del turismo dolce, facendo rete tra i vari operatori locali."*[55]

Nonostante le innumerevoli ricerche proposte, è stato comunque possibile riscontrare tutta una serie di criticità e limiti che rendono più difficile qualsiasi indagine volta al miglioramento dei fenomeni analizzati e presentati pocanzi. In particolare, alcuni tra questi, sono legati alla dimensione ridotta dei comuni e al conseguente e progressivo indebolimento della capacità amministrativa, alla scarsa propensione di imprese e soggetti privati a cooperare tra di loro e alla scarsa propensione ad associarsi per risolvere la questione della frammentazione fondiaria, il tutto con alla base un'insufficiente attenzione rivolta all'accesso alla banda larga, *"come infrastruttura essenziale per l'offerta sei servizi on-line alle imprese, alle famiglie e ai turisti".*[56]

Di seguito si riportano, in breve, due esempi dei progetti finanziati:

55 ibidem.
56 ibidem.

	Progetto 1[5]	Progetto 2[6]
Nome del progetto	Servizi intercomunali di valle – SIVal	Paesaggi Culturali della Valchiusella
Ricercatori	A. Di Gioia, E. Durbiano	A. Giansetto, E. Giordano, M. Palomba
Contesto analizzato	Comuni di Venaus, Mompantero, Novalesa e Moncenisio in Val Cenischia e il Comune di Susa	Valchiusella – zona del Canavese
Tema	Servizi in area alpina	Modelli di gestione del territorio indirizzati allo sviluppo del geoturismo
Buona pratica scelta e analizzata	La Francia ed i servizi montani della ProvenceAlpes-Côte-d'Azur	Parchi della Val di Cornia (LI, Toscana)
Obiettivi	Cercare di dimostrare che la programmazione territoriale locale che parta da una dimensione intercomunale e un'innovazione dei processi di erogazione dei servizi possano essere un utile argomento di sviluppo dell'attrattività territoriale. Miglioramenti dei servizi in relazione al turismo di qualità possono anche potenziare la promozione del territorio, con nuove forme di attività collegate alle risorse locali.	Promuovere il turismo nel territorio della Valchiusella, valorizzando le numerose risorse naturali e culturali presenti in loco. Più in particolare, si intende approfondire l'analisi e la conoscenza del territorio, al fine di elaborare un'offerta turistica a scala dell'intera valle capace di mettere insieme risorse di tipo diverso e di coinvolgere il maggior numero possibile di soggetti locali attivi in ambito turistico (associazioni, enti pubblici, strutture ricettive, musei, ecc.), favorendone la cooperazione reciproca e creando quindi delle ricadute positive per l'intera comunità.
Descrizione e linee pratiche d'azione	Le linee pratiche d'azione sono le seguenti: 1. Cittadinanza e governance -> C1. Tavolo intercomunale permanente e definizione del piano strategico; -> C2. Geoportale di valle; 2. Mobilità -> M1. Bikenischia. Offerta di biciclette elettriche in montagna; 3. Sanità -> S1. Maison santé. Assistenza ambulatoriale di valle e analisi diagnostiche di base; -> S2. Sana mobilità. Collegamento e mobilità capillare di valle per servizio sanitario;	Fasi metodologiche: 1. Raccolta ed elaborazione dei dati per un'analisi multidisciplinare del territorioche prenda in considerazione componenti biotiche e abiotiche e permetta una valutazione approfondita delle risorse presenti; -> Storia geologica della valle suddivisa in quattro fasi o momenti principali. 2. Valorizzazione e promozione dei luoghi attraverso: - un portale internet che presenti, pubblicizzi e spieghi il progetto e faccia da vetrina principale per la promozione dell'offerta turistica locale; -> portale informativo sul Web;

	4. Scuola -> SF1. Scuola montana. Riformulazione dell'offerta scolastica e della formazione di valle; 5. Turismo -> T1. Land Manager; rete di imprese come soggetto promo-commerciale atto a valorizzare il territorio, la storia, la natura e le attività artigianali esistenti; -> T2. Basse, alte, antiche vie; itinerari turistici pensati per ogni Comune.	- un applicativo per dispositivi mobili che riporti le principali informazioni presenti sul sito e che sia facilmente consultabile sul territorio anche in assenza di copertura di rete, con dati cartografici ottimizzati e realizzati attraverso "tiles"; - una serie di prodotti comunicativi tradizionali come depliant/volantini, pannelli informativi, guide cartacee e video promozionali.
Criticità emerse	- Il cambio delle istanze politiche, ed in particolare degli amministratori locali, principale cardine per l'attuazione delle iniziative; - Il rispetto delle tempistiche dovuto alle procedure burocratico- amministrative; - La non più utilizzabilità di risorse attualmente messe a disposizione dalle realtà locali per via dell'alterarsi delle condizioni interne.	- Difficoltà a fare rete sia tra i soggetti istituzionali sia tra gli operatori sul territorio - Problemi legati alla fase di transizione, ancora in atto, tra le vecchie Comunità Montane e le Unioni dei Comuni. - Problemi di finanziamento da parte degli enti locali locali causati dal periodo economico "non favorevole".

5 Di Gioia A., Durbiano E., 2014, *Servizi Intercomunali di valle - SIVal*, Bando per progetti di ricerca applicata in ambito economico, sociale e sanitario nei territori montani di Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Compagnia di San Paolo, disponibile su < http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/ricerche_toalpi/DI%20GIOIA%20copia/progetto%20SIVal_Di%20Gioia-Durbiano.pdf.>

6 Giansetto A., Giordano E., Palomba M., 2014, *Paesaggi Culturali della Valchiusella,* Bando per progetti di ricerca applicata in ambito economico, sociale e sanitario nei territori montani di Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Compagnia di San Paolo, disponibile su < http://www.dislivelli.eu/blog/immagini/ricerche_toalpi/PALOMBA%20copia/Report_Finale_Paesaggi_Culturali_Valchiusella.pdf>

Foto: Francesca Matrone, Team DIRECT
14/07/2021.

02

FINALITA' DELLA TESI E METODOLOGIE DI ANALISI



02

2.1 Obiettivi generali

La tesi ha come obiettivo prinicipale approfondire, per mezzo di nuove tecniche e sistemi innovativi, la conoscenza di alcune aree interne della montagna cuneese e, in particolare, dell'Alta Val Maira. L'idea è quella di portare avanti una serie di analisi che interesseranno il patrimonio della Valle a varie scale di dettaglio e che, partendo da fonti cartografiche e documentarie storiche di vario tipo e provenienza, cercheranno sia di ripercorrere i momenti e ricostruire le scelte che hanno portato quei luoghi ad essere così come oggi li vediamo e apprezziamo, sia ad avere dei dati aggiornati sullo stato dell'arte degli stessi ma anche ipotizzare, partendo dal passato, una prospettiva futura legata alla loro valorizzazione.

Anzitutto, partendo dalle premesse del capitolo precedente, una prima parte della tesi sarà dedicata all'indagine, volta alla conoscenza e alla valorizzazione, della rete capillare di sentieri e strade che si dipartono dal nodo del Passo della Gardetta, in Alta Val Maira, per congiungerla, attraversandole trasversalmente, alle Valli Maira e Stura. Si tratta, quindi, di un primo livello di analisi, a piccola scala[1] che metterà in luce le modalità attraverso le quali queste vecchie mulattiere siano state, con l'avanzare degli anni, trasformate in strade carreggiabili sempre più moderne oppure i casi in cui, ancora oggi, sono ancora strade sterrate facenti parte della rete escursionistica piemontese. Tutto ciò per andare ad approfondire e sottolineare, attraverso un caso studio, quel tema delle infrastrutture stradali montane non adeguate per mettere in collegamento le valli, sia tra di loro che con i Comuni in pianura.

Il secondo livello di analisi, a scala maggiore e architettonica, è circoscritto all'area che va dal Passo della Gardetta fino alla distesa di Prato Ciorliero, zona che, a partire dal XVIII secolo e fino allo scorso, è stata interessata dalla presenza di sistemi fortificati di cui, ancor oggi, si trova traccia. In particolare, una parte corposa di questo lavoro si è concentrata sul

1 In cartografia con il termine "piccola scala" si fa riferimento a rappresentazioni con denominatore di rapporto di scala molto grande (es. 1:100.000). Al contrario si parla di "grandissima scala" nel caso della rappresentazione architettonica che ha valori molto piccoli (es. 1:100; 1:50).

rilievo, condotto per mezzo di Fotogrammetria aerea e Mobile Mapping System, delle tre opere difensive del Vallo Alpino del Littorio, progettate e costruite durante il secondo conflitto mondiale. Oltre ad ottenere dei dati alla scala architettonica aggiornati e più dettagliati, l'analisi di queste opere ha avuto anche lo scopo di ottenere informazioni che, confrontate con dati teorici e bibliografici, hanno permesso di sviluppare tutta una serie di simulazioni sui settori di copertura delle armi in esse installate oltre che sul sistema di fotofoniche e l'osservatorio.
Parallelamente a ciò, si è anche effettuato un confronto con planimetrie di progetto e rilievi precedenti che hanno portato all'individuazione di una serie di discrepanze col costruito, mancante di alcune porzioni o addirittura messo in opera con un impianto completamente differente rispetto a quello prospettatosi inizialmente.

Un ultimo livello di studio, infine, ha prospettato un'ulteriore e più avanzato uso di tecniche non invasive quale l'uso di immagini multispettrali acquisite da drone per ottenere, calibrando e modificando opportunamente il contenuto radiometrico dei fotogrammi, dei buoni risultati in merito alla presenza di tracce antropiche nel sottosuolo. Quest'analisi, in particolare, ha avuto un'applicazione molto interessante nel caso delle tre opere citate e ha espresso il massimo del suo potenziale nell'esposizione di tutta una serie di crolli presenti nelle gallerie poste a diversi metri sotto la roccia che, pur non essendo visibili visitando le opere, con questa tecnologia diventano "rintracciabili" dall'esterno.

Fondamentale, per l'applicazione di queste tecniche geomatiche, è stata la campagna di rilievo eseguita nell'area del Passo della Gardetta (e parallelamente nella borgata di Elva, sempre in Val Maira) nel luglio 2021 che, nell'arco di tre giornate, ha permesso di effettuare operazioni di rilievo a più scale di dettaglio e con l'uso di differenti sistemi, in tempi relativamente ridotti rispetto a quelli che sarebbero stati nel caso del rilievo tradizionale. E', quindi, doveroso sottolineare come l'applicazione delle tecniche di rilievo 3D, di analisi cartografiche e del supporto dell'ambiente GIS siano stati particolarmente adatti ed efficaci per il rilievo di un patrimonio sia architettonico che a scala minore, come quello alpino e abbiano permesso di superare tutte quelle difficoltà e limiti che il rilievo tradizionale avrebbe incontrato in suddette aree.

02

2.1 Strumenti di analisi: la Geomatica applicata al patrimonio

Da diversi anni ormai viene sviluppata un'intensa ricerca su "*metodi speditivi, con elevati gradi di automazione e versatili, per il supporto alla gestione della conoscenza e della tutela del patrimonio culturale, che sia esso riferito ai beni artistico-architettonici o in senso più ampio all'insieme variegato dei beni paesaggistici*"[2] . Si tratta di una ricerca che vede al centro la Geomatica e l'insieme di discipline che essa comprende e che, sempre più, sta prendendo piede e ha visto innumerevoli applicazioni nell'ambito dell'Architettura e del paesaggio, come questa stessa tesi dimostra.

Con il termine Geomatica – neologismo derivato dall'unione di "geografia" e "informatica" – si fa riferimento a quella "*disciplina che si occupa della gestione automatizzata dell'informazione relativa al territorio che risponde all'esigenza di trattare in modo interdisciplinare e interoperabile grandi quantità di dati e di informazioni da questi derivate, di natura e caratteristiche diverse, rilevati con una crescente molteplicità di procedure e che devono essere necessariamente organizzati, elaborati, gestiti, rappresentati in cartografie digitali e numeriche e utilizzati in tempi brevi per una corretta rappresentazione e una buona conoscenza della situazione territoriale.*"[3]
In particolare, essa somma i contributi di altre e diverse discipline quali l'informatica, la cartografia, la geodesia, la topografia, la fotogrammetria, il telerilevamento, la scansione laser, il posizionamento satellitare e i sistemi informativi territoriali (GIS) che, applicate nell'ambito del patrimonio, possono essere utilizzate in modo integrato ai fini di un rilievo.

E', tuttavia, importante sottolineare che, anche a prescindere dalla finalità del rilievo stesso, uno degli obiettivi primari della Geomatica è quello di ottenere dati di qualità controllata e risulta quindi fondamentale riconoscere in che misura i dati delle misurazioni e i relativi prodotti del rilievo siano affetti da errori, di diverso tipo e che, inoltre, sia necessario individuarli e stimali per poter fornire un range di accuratezza della

2 Sammartano G., Spanò A. T., 2014, *Mapping speditivo da sensori mobili per il controllo della conservazione dei valori paesaggistici del territorio*, TERRITORIO ITALIA, vol.2, pg.35, disponibile su <https://iris.polito.it/handle/11583/2594974?mode=full.6149>.

3 Enciclopedia Treccani, 2012, disponibile su < https://www.treccani.it/enciclopedia/geomatica_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/>.

misura che sarà tanto più alto quanto sarà ridotta la scala dell'intervento e lo scopo.
Altro elemento fondamentale per una corretta applicazione della disciplina della Geomatica sia in Architettura che sul patrimonio è la necessaria e doverosa pianificazione in anticipo del rilevamento metrico che permetterà, innanzitutto, di possedere una conoscenza preliminare dell'oggetto del rilievo ma anche di soppesare, in funzione dei dati che ci si aspetta di ottenere, le modalità e le tecniche migliori da utilizzare, in modo da farle interagire al meglio e sfruttarne al massimo le potenzialità, il tutto, chiaramente, in constante dialogo con quelle che sono le condizioni e lo status del manufatto.

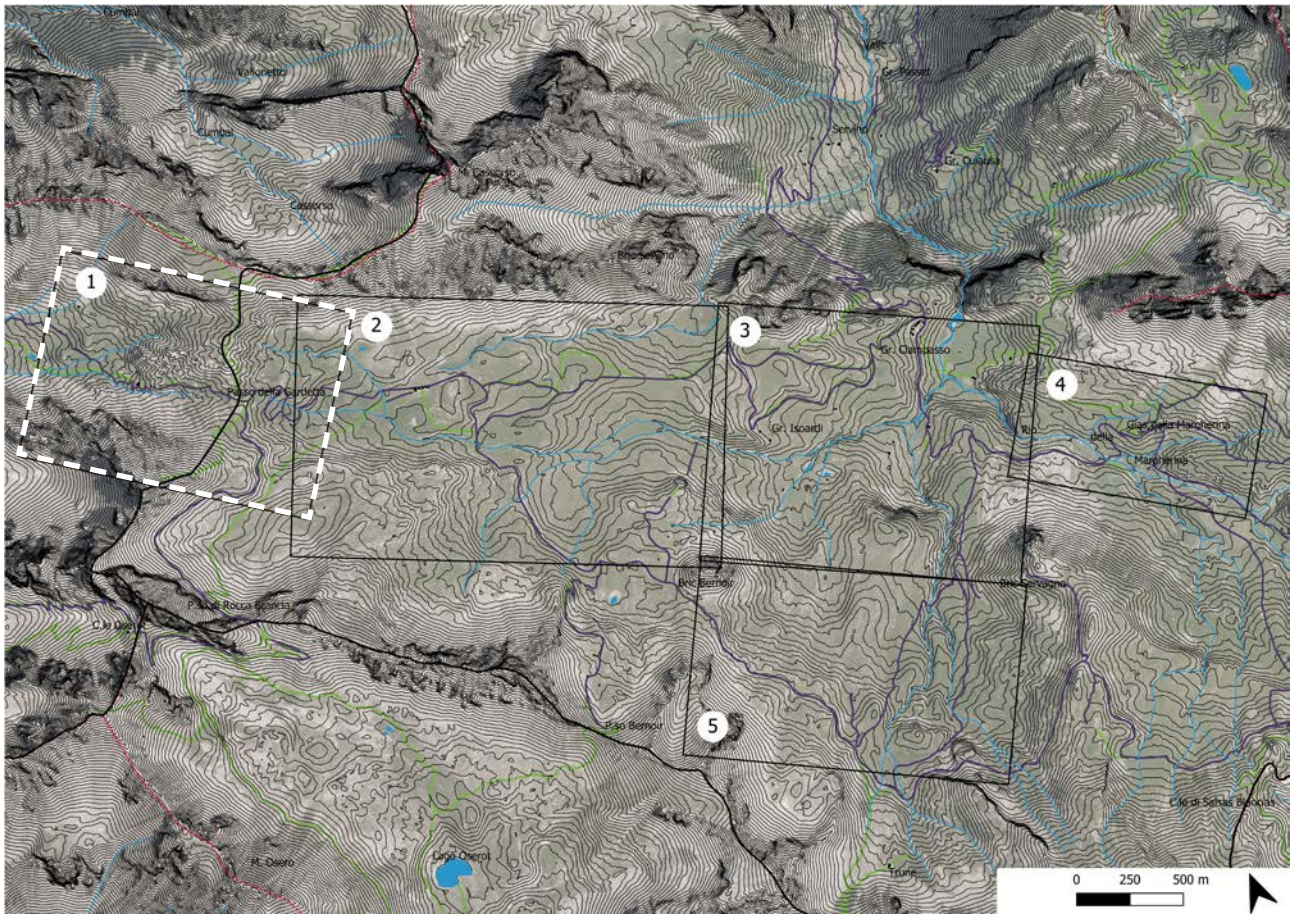
Proprio da questo primo step di pianificazione è iniziato il complesso iter di rilievo dell'area circostante il Passo della Gardetta, comprensiva sia della porzione di Prato Ciorliero, verso il Comune di Acceglio, che dell'altopiano della Gardetta, afferente al Comune di Canosio.

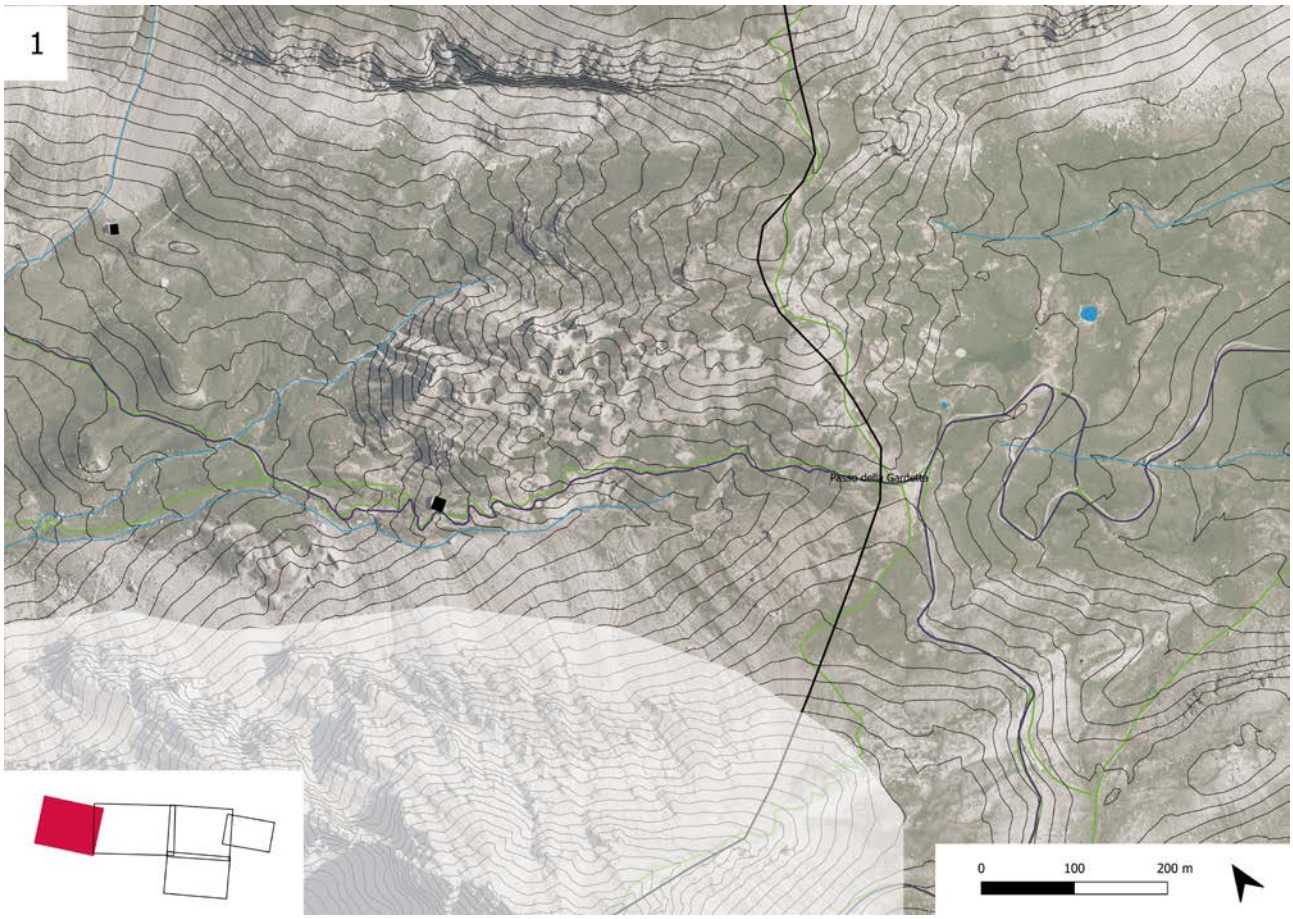
Le fasi operative vere e proprie, che hanno visto l'utilizzo sia alternato che contemporaneo di più tecniche, si possono riassumere come segue:
1. Programmazione del rilievo metrico 3D e scomposizione dell'area di interesse in 5 quadranti assegnate a diverse squadre di lavoro;
2. Fase di rilievo topografico dell'intera zona;
3. Fase di rilievo fotogrammetrico delle 5 aree, in tempi e con strumentazioni differenti;
4. Fase di rilievo *laser scanning* del costruito nell'area di Prato Ciorliero;
5. Fase di elaborazione dei dati acquisiti, restituzione grafica e analisi.

La prima fase ha previsto la definizione dell'area da rilevare e la sua suddivisione in 5 porzioni di estensione differente, assegnate, in loco, a gruppi di lavoro diversi che, in funzione dei dati che si è previsto di ottenere, hanno messo in opera tecniche differenti di rilievo metrico. In particolare, questo studio preliminare dell'area e l'elaborazione di mappe utili sul campo hanno visto l'uso dell'applicativo GIS – che verrà utilizzato ancora nella fase finale di lavoro sui dati ottenuti – che ha permesso l'analisi delle caratteristiche del territorio tramite dataset[4] reperibili sul Geoportale della Regione Piemonte e che sono scaricabili e utilizzabili nell ambito di tale software.

Dalla seconda fase, invece, inizia la parte operativa del rilievo. In primis, è stata definita una rete topografica, fondamentale come appoggio per la corretta georeferenziazione e l'ottimizzazione dell'orientamento, nel sistema di riferimento

4 Banca di dati georeferenziati in un sistema di riferimento.


1
2
3
4
5
Passo della Gardetta
Bric Bernoir
Lago Oserot
M. Oserot
0 250 500 m


1
Passo della Gardetta
0 100 200 m

UTM WGS 84[5], dei dati ottenuti per mezzo di fotogrammetria aerea.
I vertici della rete sono stati misurati attraverso il sistema GNSS, *Global Navigation Satellite System*, che fa riferimento a dei "*sistemi di navigazione satellitare che forniscono un posizionamento geospaziale con copertura globale di un qualsiasi punto sulla Terra."*[6] In particolare, la misurazione è avvenuta con appositi ricevitori GNSS posizionati su dei treppiedi sui vertici.

Lo step successivo, una volta definita la posizione dei vertici, è stato quello di passare al rilievo dei Ground Control Points precedentemente distribuiti nell'area. In questo caso, in particolare, essendo questi propedeutici alla successiva fase fotogrammetrica, sono stati disposti a terra, scegliendo la posizione tenendo conto di una serie di fattori fondamentali:

- I marker devono essere posizionati in modo da coprire l'intera area e abbracciare l'oggetto del rilievo;
- Attenzione alla presenza di eventuali ostruzioni che renderebbero problematico sia il momento di misurazione che la successiva fase di riconoscimento del punto nei fotogrammi ottenuti da drone;
- Scelta di punti di posizionamento facilmente riconoscibili, in modo da garantire la visibilità dei satelliti nel momento della misurazione e semplificare la fase di ricerca dei marker nei fotogrammi, nella fase di elaborazione dati (ad esempio, su una roccia particolarmente sporgente).La misurazione effettiva è avvenuta per mezzo di ricevitori mobili che, disposti di volta in volta sui punti in questione, ne hanno permesso il rilevamento delle coordinate.

Effettuato, quindi, il rilievo topografico, si è poi passati a quello fotogrammetrico delle diverse aree, eseguito sia in momenti differenti per quadrante che con strumenti diversi scelti in funzione della tipologia di risultati attesi.
L'area di interesse di questa tesi, ovvero la porzione oltre il Passo della Gardetta nel Comune di Acceglio, è stata rilevata per mezzo di tre voli differenti:

- due voli a quota media di circa 40 m realizzati il primo giorno della campagna di rilievo con quadricottero DJI Mavic Pro 1[7];
- un terzo volo a quota media di circa 100 m realizzato l'ultimo giorno della campagna con quadricottero

◀ In alto a sinistra, mappa di preparazione: inquadramento dell'area del rilievo e definizione dei cinque quadranti. In bianco, tratteggiato, la zona delle opere militari.

Team Direct, 2021.

◀ In basso a sinistra, mappa di preparazione; inquadramento: quadrante uno, Prato Ciorliero e opere della Gardetta.

Team Direct, 2021.

5 Proiezione di Gauss della superficie terrestre, anche nota con acronimo UTM (Universal Transverse of Mercator) che rende merito alla prima proiezione di Mercatore, particolarmente innovativa per la sua epoca. Il sistema di riferimento cartografico, invece, è denominato WGS84 (World Geodetic System1984) la cui materializzazione sulla superficie terrestre è stata realizzata nel 1984.
6 Cina A., Posizionamento GNSS (Global Navigation Satellite System), Dispense corso Geomatica, a.a.2014-2015.
7 https://www.dji.com/it/mavic/info#specs

DJI Phantom 4 RTK Multispectral[8] (le caratteristiche delle strumentazione saranno analizzate in seguito).
Come nel caso del rilievo generale, anche in questo caso è importante la pianificazione ed in particolare quella dei voli, tenendo in considerazione tutta una serie di fattori come la morfologia del luogo da rilevare, la soglia massima di vento ammissibile per le operazioni e la durata delle batterie dei dispositivi in uso che potrebbero, se non ben pianificato, interferire con il piano di volo per la sostituzione delle stesse. Altrettanto fondamentali, poi, sono tutti i parametri da impostare per mezzo del radiocomando: parametri della fotocamera, quota e velocità di volo, intervallo tra fotogrammi. Dopo tutta queste serie di operazioni preliminari, poi, si effettua il volo vero e proprio, condotto da un pilota in possesso di apposito brevetto.[9]

Facendo un salto di scala, un'altra fase del rilievo metrico 3D è quella applicata da terra tramite tecnologia LiDAR nel caso delle opere militari presenti oltre il Passo della Gardetta, attraverso una sistema di mobile mapping che, utilizzando un algoritmo SLAM[10], permette di ottenere delle nuvole dense di punti, ricche di dati geometrici, che opportunamente lavorate, consentono di produrre tutta una serie di elaborati 2D (es. piante, sezioni) e modelli tridimensionali del manufatto analizzato.
La tecnologia MMS scelta e, nel dettaglio, il dispositivo utilizzato si configurano come sistemi tra i più recenti, innovativi e meglio performanti, lavorando sull'acquisizione di dati 3D e di posizionamento. A questo, inoltre, c'è da aggiungere che sia la compattezza che la buona portabilità del dispositivo offrono uno strumento affidabile e veloce per effettuare un rilievo di casi complessi come quello rappresentato dal patrimonio architettonico alpino, rurale o militare che sia. [11]

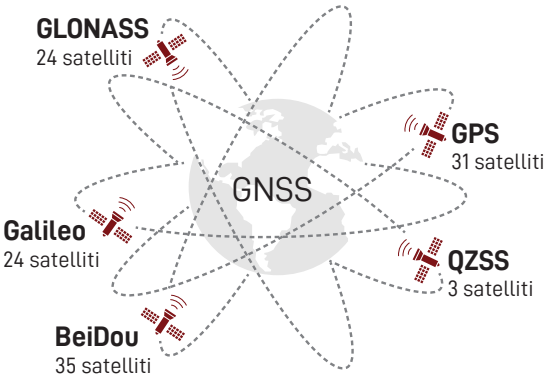
L'ultimo step, forse quello più lungo e laborioso, è stato quello dedicato all'elaborazione dei dati acquisiti e alla restituzione grafica dei risultati ottenuti.

8 https://www.dji.com/it/p4-multispectral
9 Pagina web Ente Nazionale per l'Aviazione Civile. Disponibile su <www.enac.gov.it>
10 Simultaneous Localization And Mapping.
11 Sammartano G., Spanò A.T., *Slam-based mobile mapping systems*, Dispense corso "Geomatics – Restoration and integrated conservation" 2021-2022, pp. 3-5.

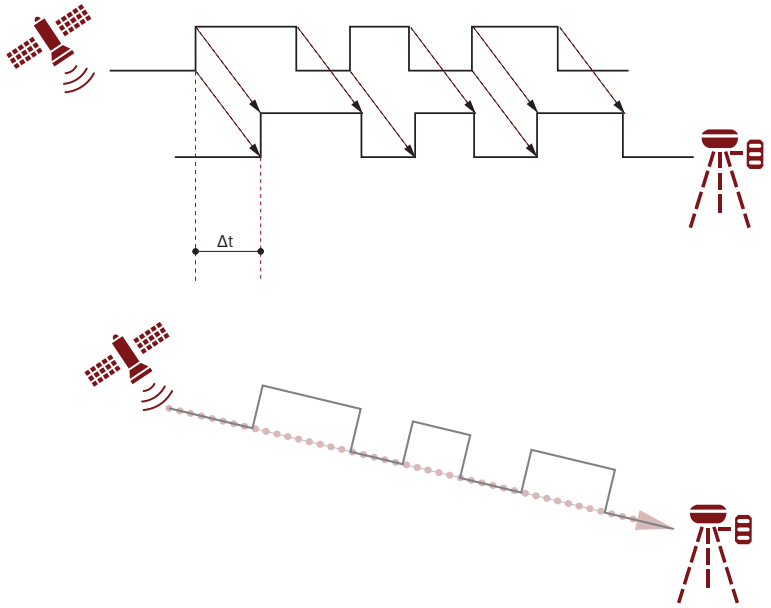
2.2.1 Il sistema GPS/GNSS per il rilievo topografico

GNSS è un acronimo che sta per *Global Navigation Satellite System* e fa riferimento ad un sistema che *"attraverso la ricezione da parte di un apposito apparato del segnale proveniente da una costellazione di satelliti in orbita, permette la definizione univoca delle coordinate del punto sulla Terra in cui si trova l'apparato ricevente"*[12]. Si tratta, quindi, di un sistema utilizzato, in particolar modo nel rilievo topografico, per conoscere le coordinate X,Y,Z di un punto sulla superficie terrestre, in qualsiasi momento e luogo senza essere influenzato dalle condizioni metereologiche e sfruttando i satelliti artificiali in orbita attorno al nostro pianeta.

In particolare, una stazione ricevente posta esattamente nel punto da rilevare capta, grazie ad un'antenna, il segnale emesso dal satellite, nel quale sono presenti tutta una serie di informazioni legate al tempo di emissione del segnale stesso e alla posizione del satellite. La distanza tra il satellite e il punto quindi, viene calcolata, attraverso il sistema della trilaterazione, facendo riferimento al tempo che intercorre tra l'emissione del segnale da parte del satellite e l'intercettazione da parte della stazione ricevente sulla superficie terrestre.



▲ In alto, schema del sistema satellitare GNNS con le costellazione satellitari che ne fanno parte.



◀ A sinistra, schema emissione informazioni da parte del satellite e schema differenza di tempo Δt tra codice ricevuto e generato.

Figure rielaborate dall'autore a partire da Biagi L., 2009, *I fondamentali del GPS,* Geomatics Workbooks, vol.8, Politecnico di Milano, pg.80 .

In realtà, come già anticipato, poiché in Geomatica sono necessarie delle misurazioni con una precisione più alta possibile, le informazioni che si utilizzano per ricavare la coordinate del punto sono ottenute da almeno 4 satelliti diversi che il dispositivo, nel periodo della misurazione, dovrà essere in grado di captare[13]. Tuttavia, c'è da specificare che,

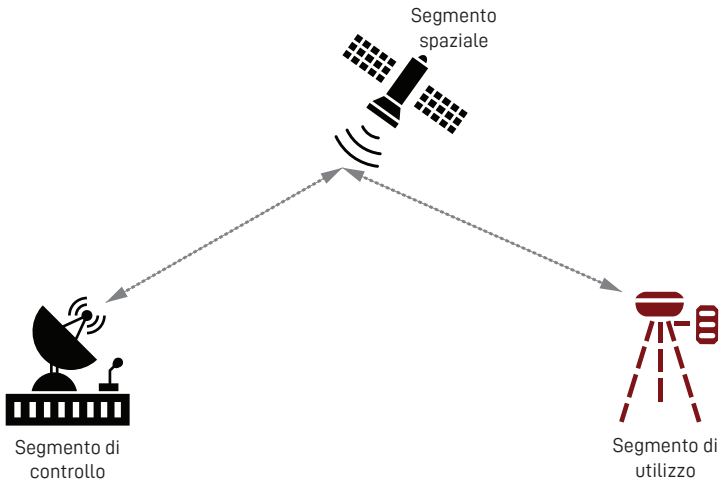
12 https://monito.irpi.cnr.it/sistema-di-monitoraggio-gnss/

13 In realtà, il valore minimo sarebbe 3 ma le incertezze di tempo fanno salire il valore a 4, arrivando addirirttura a numero operativo di 7-8

proprio a causa del fatto che in determinati luoghi e situazioni sia difficile mantenere costante la comunicazione con i 4 – almeno - satelliti e quindi la qualità delle misure verrebbe meno, talvolta non è possibile definire una rete topografica per mezzo di strumenti satellitari, optando quindi per sistemi tradizionali affidandosi ad una stazione totale.

In generale, un sistema GNSS è costituito da 3 componenti fondamentali:

1. Il segmento spaziale ovvero l'insieme dei satelliti in orbita attorno alla Terra ad un'altezza variabile in funzione della costellazione, compresa tra i 19.100 km e i 23.200 km; ad essi spetta il compito di *"trasmettere il segnale agli utilizzatori, mantenere un riferimento di tempo accurato e ricevere e memorizzare informazioni da parte del segmento di controllo"*[14]*;*
2. Il segmento di controllo ovvero le stazioni a terra il cui compito è quello di tenere traccia dei satelliti e calcolarne la posizione, verificare che gli orologi siano accurati ed eventualmente tenere traccia dell'errore, imporre correzioni all'orbita ed infine memorizzare nuovi dati sul satellite;
3. Il segmento di utilizzo ovvero il ricevitore dotato di antenna che riceve il messaggio e si trova sul punto da misurare.



▶ A destra, schema delle componenti fondamentali del sistema GNNS.

Figure rielaborate dall'autore a partire da Cina A., *Posizionamento GNSS (Global Navigation Satellite System),* Dispense corso Geomatica, a.a.2014-2015, pg.4.

Del sistema GNSS, ad oggi, fanno parte le seguenti costellazioni di satelliti:

- NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite with Timing and Ranging Global Positioning System) realizzato e gestito dal Dipartimento della Difesa degli U.S.A;
- GLONASS (GLObalnaya NAvigatsionnaya Sputnkikovaya Sistema) del Russian Airospace Defence Forces;
- GALILEO, sistema di posizionamento Europeo;
- BeiDou o BDS (BeiDou Navigation Satellite System), sistema di posizionamento Cinese;

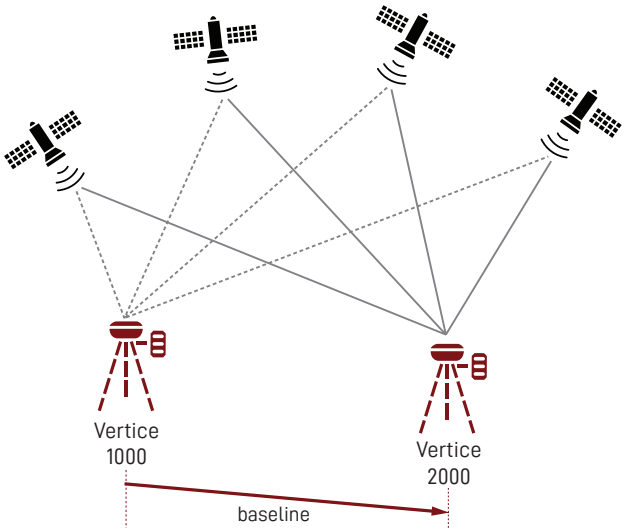
satelliti nel momento in cui si tenga conto di tutte le altre incertezze.
14 Cina A., *Posizionamento GNSS (Global Navigation Satellite System),* Dispense corso Geomatica, a.a.2014-2015, pg.4.

- QZSS (Quasi-Zenith Satellite System), sistema di posizionamento regionale Giapponese.[15]

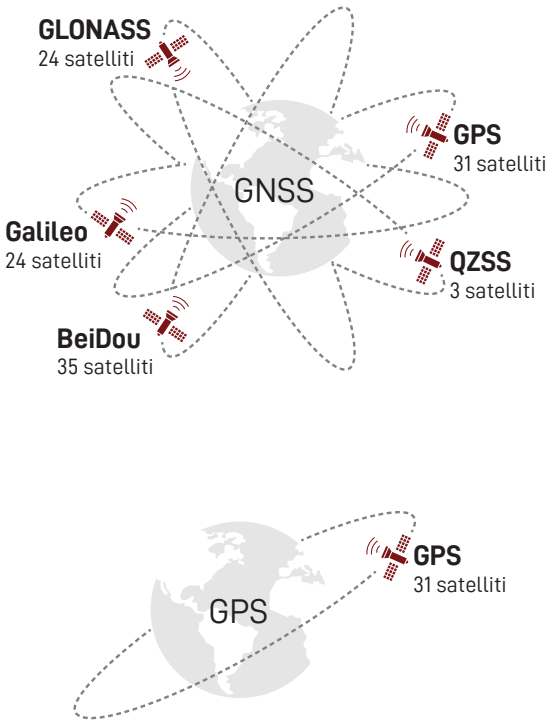
Nel caso della rete topografica definita in questa campagna di rilievo, la costellazione di riferimento utilizzata è stata la GPS[16], la più usata al mondo e costituita da 31 satelliti in orbita a circa 20.000 km d'altezza e 18 stazioni di controllo; la principale è la Master Control Station a Colorado Springs.[17] Il sistema di riferimento utilizzato, come già anticipato, il WGS84, World Geodetic System84 con proiezione cartografica UTM, Universal Transverse of Mercator, assunta come standard a livello mondiale. Da ciò deriva la denominazione del sistema di riferimento utilizzato e citato in ogni carta di questa tesi WGS84 / UTM 32N dove "32N" fa riferimento al fuso[18] in cui si trova la zona in esame.

Il sistema GPS/GNSS, come anticipato nel capitolo precedente, è stato utilizzato per definire la rete topografica propedeutica al rilievo dell'area e, in particolare, è stato usato per misurare sia i vertici della rete che i Ground Control Points, attraverso due metodi diversi.

La posizione dei vertici, innanzitutto, è stata misurata con metodo "statico", adottato frequentemente e soprattutto nei casi in cui si hanno esigenze si precisione molto elevate e prevede una misurazione effettuata per mezzo di due ricevitori fissi sugli estremi, i vertici, della "baseline" da determinare.



Il lato negativo di questo metodo, nonché la ragione dietro il suo nome, è che per ottenere le informazione è necessario



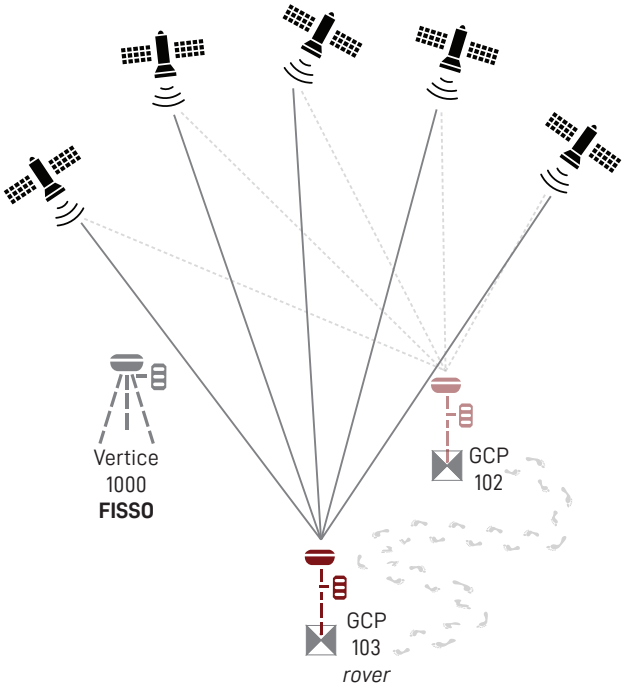
▲ In alto, differenza tra sistema GNNS e GPS.

◀ A sinistra, schema metodo statico di misurazione.

15 Cina A., 2015, ivi. pg.3.
16 I ricevitori utilizzati, in realtà, sono anche in grado di ricevere GLONASS e BeiDou.
17 Cina A., 2015, ivi. pg.17.
18 La proiezione UTM suddivide l'ellissoide di riferimento, in questo caso WGS84, in 60 segmenti, detti fusi, uguali e di ampiezza pari a 6°, basato su sistema di coordinate cartesiano.

che i ricevitori siano fermi sul punto da misurare per diverso tempo, che va da qualche ora per basi di qualche decina di chilometro fino ad alcune ore per baselines più lunghe. Nel caso della Gardetta, i due ricevitori GNSS, posizionati rispettivamente su dei treppiede, su delle piccole alture sulla destra e sulla sinistra del passo stesso, sono rimasti in posizione per diverse ore e, nel momento della messa in stazione, è stato controllato in modo preciso che i satelliti disponibili fossero 4 o più.

▶ A destra, schema della misurazione Real-time kinematic (RTK).



▼ In basso, ricevitore Geomax montato su treppiede e sue parti.



La misurazione dei GCP, invece, ha visto l'uso della tecnica RTK, Real-time kinematic, e, ancora una volta, l'uso di due ricevitori: uno su treppiede fisso posizionato su vertice dalla posizione nota e uno mobile, detto rover, montato su palina e trasportato sui vari punti da rilevare dagli operatori dei vari gruppi di lavoro. Il vantaggio rispetto al precedente metodo statico è legato alla celerità nell'acquisizione dei dati sui punti e quindi sulla misurazione che avviene in maniera più veloce e speditiva. Per quanto concerne, invece, la disponibilità di satelliti, il numero minimo è 5 ma una buona ridondanza è sempre opportuna, per garantire una certa accuratezza in relazione alla misurazione rapida messa in campo.



◀ A sinistra, esempio di marker posizionato per mezzo di chiodi.
Fonte: Alberto Possa.



◀ A sinistra, ricevitore GNSS in metodo statico su vertice 1000.
Fonte: Andrea Galletto.



◀ A sinistra, ricevitore GNSS in metodo RTK .
Fonte: Francesca Matrone.

2.2.2 Fotogrammetria

La fotogrammetria è una delle discipline afferenti alla Geomatica che, come ricorda il nome, *"permette di ricostruire la posizione, l'orientamento, la forma e la dimensione degli oggetti a partire dalle immagini".*[19]

Si tratta, quindi, di una tecnica di rilievo indiretto[20] che permette di ottenere misure reali e la geometria dell'oggetto partendo da delle immagini.
La sua applicazione avviene in molti ambiti che vanno dal "semplice" rilievo di edifici e/o di piccoli oggetti in ambito industriale fino ad interessare settori come il restauro, il controllo delle strutture, il rilievo archeologico e del territorio o, ancora, a scala più ampia, la pianificazione urbana e la modellazione e visualizzazione tridimensionale.[21] Questa sua ampia possibilità di uso e applicazione dipende sia da tutta una serie di vantaggi che essa offre rispetto alle tecniche di rilievo diretto (es. elevata accuratezza geometrica e livello di dettaglio, automazione, fotorealismo, portabilità, basso costo, etc.) ma anche dalla flessibilità di applicazione della tecnica stessa che, con una serie di modifiche e accorgimenti rispetto ad attrezzature e metodologie, può essere utilizzata in vari settori.[22]
Proprio in funzione di ciò, infatti, è possibile distinguere una prima classificazione:

- La fotogrammetria terrestre (detta anche close-range photogrammetry) che prevede l'uso di camere installate a terra;
- La fotogrammetria aerea che si occupa della documentazione del territorio con camere installate su aeromobili; di questa categoria fa parte anche il "sottogruppo" costituito dalla fotogrammetria da UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o da drone.[23]

Ad oggi, quindi, è una disciplina dalla vasta applicazione che permette, tra le tante cose, di fissare l'oggetto studiato in un preciso momento e, di conseguenza, rende possibile il suo

19 Kraus K, 2004, Photogrammetry vol. 1 – Geometry from Images and Laser Scans, Berlino, Walter de Gruyter, pg.1.

20 Le misurazioni vengono effettuate con degli strumenti ottici, meccanici o informatici di grande precisione che comportano una serie di calcoli più o meno complessi al fine di ottenere una traduzione grafica degli oggetti rilevati all'interno di un sistema di coordinate spaziali. Bianchini M., 2008, Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia, Aracne ed. disponibile su <http://www.rilievoarcheologico.it/manuale_rilievo8_000020.htm>

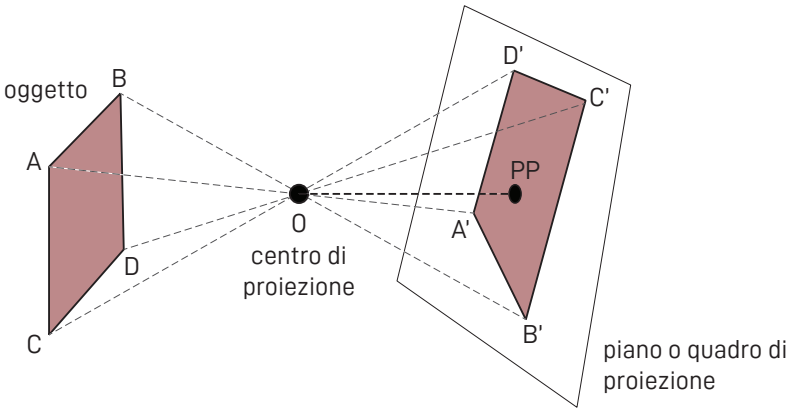
21 Taffurelli, L., Il rilievo fotogrammetrico: la documentazione dei beni culturali attraverso le immagini, Dispense del corso Laboratorio di Progettazione 2: Corso integrato di topografia e rilevamento, a.a. 2017-2018, pg.5.

22 Ibidem.

23 Bianchini M., 2008, Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia, Aracne ed. disponibile su <http://www.rilievoarcheologico.it/manuale_rilievo8_000020.htm>

studio anche nel momento in cui esso non sia più accessibile o, anzi, abbia subito delle modifiche nel tempo. E' proprio questa sua capacità che ha permesso alla fotogrammetria di subentrare nell'ambito del rilievo di Beni Culturali, "fermando", proprio come fanno le normali foto, lo stato del luogo a quel preciso momento e permettendo anche un eventuale confronto con una situazione futura o antecedente. Per citare degli esempi, tutta una serie di ricerche e tesi svolte da ricercatori e studenti del Politecnico di Torino a Hierapolis di Frigia[24], coadiuvate dal Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali[25] o, ancora, lo studio del complesso di Torino Esposizioni, progettato da Pierluigi Nervi[26].

/ Prinicipi geometrici



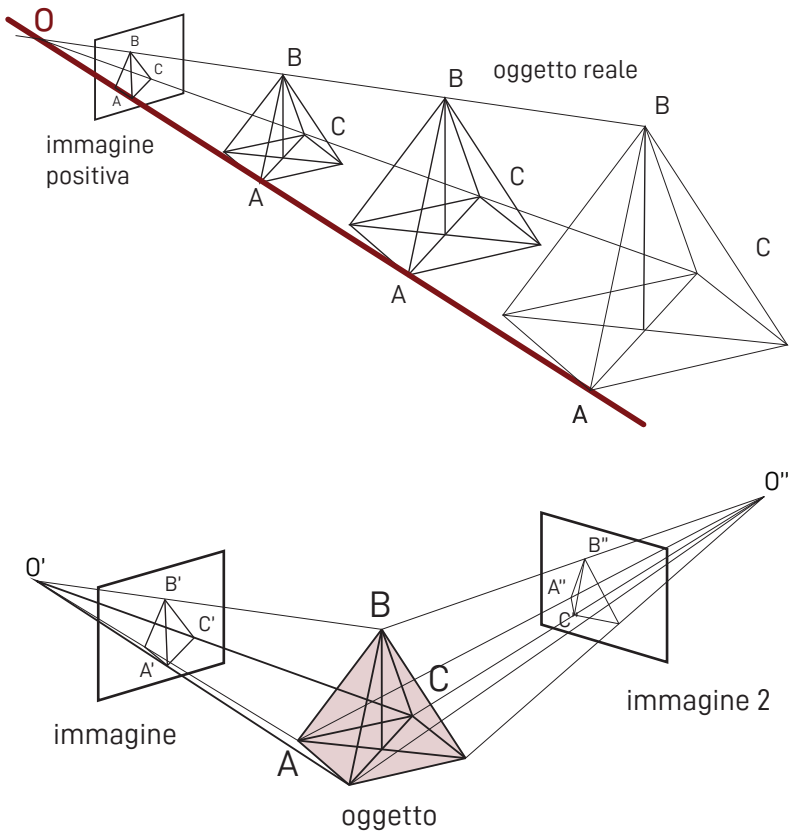
◀ A sinistra, schema del processo fotogrammetrico attraverso assimilazione ad una proiezione centrale.

Rielaborato a partire da Kraus K, 2004, op. cit.

Alla base della fotogrammetria vi sono una serie di relazioni geometriche che legano il punto dell'oggetto reale allo stesso punto dell'oggetto rappresentato nel fotogramma il quale, per spiegare al meglio il meccanismo dietro un processo fotogrammetrico, può essere equiparato ad una proiezione centrale in cui è rappresentato l'elemento di studio. Esso è legato alla sua immagine fotografica attraverso delle linee definite raggi proiettanti, le quali si incontrano in unico punto, "centro di presa", posto ad una certa distanza dalla pellicola/sensore della macchina fotografica pari alla distanza focale dell'obiettivo utilizzato. Nonostante questa semplificazione, è altrettanto importante sottolineare come, facendo uso di un solo fotogramma, non sia possibile definire dimensioni e posizione di un oggetto tridimensionale

24 https://www.g4ch.polito.it/wordpress/ricerca-prin-2015-hierapolis/
25 Spanò, A.; Donadio, E.; Chiabrando, F., *Modelli 3D densi tra esperienze didattiche e ricerche di soluzioni fruibili,* In: Aquileia, l'insula tra Foro e porto fluviale. Lo scavo del Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università di Trieste. 1. La strada, Fontana F., EUT Edizioni Università di Trieste (ITALIA), 2017, Vol. Polymnia. Studi di Archeologia n.08.
26 https://www.g4ch.polito.it/wordpress/to_expo-getty-foundation-keeping-it-modern%e2%80%8b/

bensì solo misure bidimensionali, previo raddrizzamento fotografico, a patto che l'oggetto fotografato sia piano.
Ciò è dovuto al fatto che nel caso di un solo fotogramma ci sarà un solo raggio che collega ogni singolo punto al suo omologo fotografato e sarà quindi solo certa l'appartenenza alla retta proiettante, non potendo, invece, essere definito, sempre sulla retta in questione, il punto in cui si colloca tridimensionalmente l'oggetto fotografato, come si nota nell'immagine che segue e che presenta un confronto tra i due casi appena citati (un fotogramma vs due fotogrammi).
L'intersezione dei raggi dei punti omologhi "provenienti" dai due fotogrammi, infatti, permette di determinare la posizione nello spazio del relativo punto, ricorrendo a equazioni geometrico-matematiche legate ai triangoli semplici.



▶ A destra, schema raggi visuali per un fotogramma (in alto) e raggi visuali per due fotogrammi (in basso), con collocazione dell'oggetto tridimensionale sulla retta proiettante.

Rielaborato a partire da Kraus K, 2004, op. cit.

Quanto definito finora, però, prevede che si verifichino una serie di condizioni, ovvero che l'orientamento dei fotogrammi e dei loro centri di proiezioni sia conosciuta e che questi appartengano ad un piano parallelo a quello di proiezione.

Nella realtà dei fatti, però, queste condizioni si verificano raramente, motivo per cui, facendo comunque riferimento allo stesso modello geometrico, si utilizzano equazioni e operazioni analitiche più sofisticate e complesse mirate a riconoscere e calcolare l'orientamento esterno e la posizione della fotocamera nello spazio.[27] Queste operazioni analitiche in passato erano demandate a strumenti meccanico-ottici particolarmente costosi e utilizzabili solo da personale

27 Kraus K. 2004, op. cit.

altamente qualificato. Oggi, invece, come già anticipato, la fotogrammetria è diventata digitale e low-cost e dotata di un certo livello di automazione definito dai software.

/ Il processo fotogrammetrico: confronto tra analitico e digitale

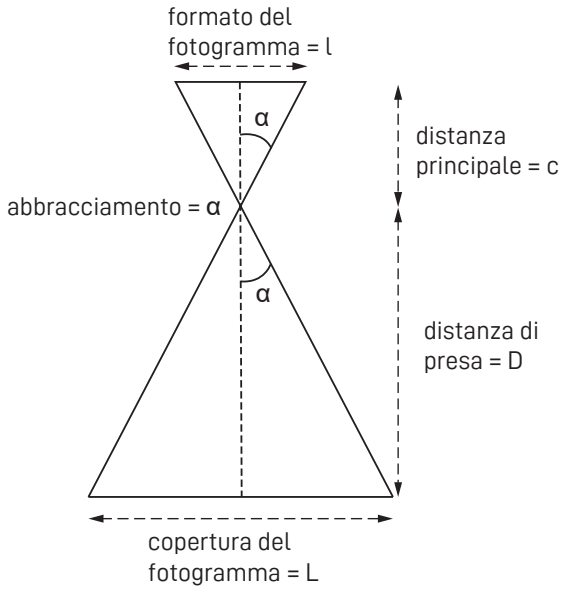
Il processo di rilievo fotogrammetrico, così come avviene oggi e con le tecnologie odierne, presenta le seguenti fasi più una precedente di preparazione del rilievo e di definizione della rete topografica d'appoggio:

1. Acquisizione dei fotogrammi;
2. Elaborazione degli stessi;
3. Restituzione ed editing.[28]

Assodato che una prima fase di preparazione sia fondamentale ai fini di un rilievo di buona qualità e che restituisca buoni risultati, è altrettanto essenziale che il rilievo stesso sia condotto in funzione della scala di rappresentazione attesa. La formula presentata a lato, in particolare, rappresenta la modalità di calcolo della scala del fotogramma, come rapporto tra la dimensione del fotogramma stesso (l) e la corrispondente copertura nella realtà (L).
Poiché la misura L non è nota a priori, il valore della scala sarà calcolato considerando l'uguaglianza tra il rapporto delle basi delle piramidi di proiezione (1/n) e quello tra la distanza focale e la distanza dell'oggetto dal centro di presa (c/D).

▼ In basso, formula per il calcolo della scala del fotogramma.

$$\frac{1}{n} = \frac{c}{D}$$



◀ A sinistra, schema del fotogramma e delle sue caratteristiche principali.

Rielaborato a partire da Kraus K, 2004, op. cit.

Inoltre, non essendo possibile variare i fattori l e c, derivati dalle caratteristiche della camera, si agirà sulla distanza di presa che sarà, quindi, funzione della complessità geometrica dell'oggetto, dal contesto in cui si trova e dagli elementi che lo circondando.

28 Taffurelli, L., *op. cit.*

Passando, invece, alla fase di rilevamento vera e propria, diventa fondamentale il concetto di *overlap*. Con questo termine si fa riferimento a quella zona di sovrapposizione, in comune tra due fotogrammi, in cui i raggi omologhi definiranno le coordinate dei punti in comune. L'*overlap*, proprio per quanto visto fino ad ora, è condizione necessaria e imprescindibile per il rilievo fotogrammetrico e si deve attestare attorno al 60%, nel caso di quello analitico, per evitare che dei punti restino visibili in un solo fotogramma, raggiungendo addirittura l'80-90% per l'attuale fotogrammetria digitale e aumentando ancora in casi di particolare complessità dell'oggetto analizzato.

La fase successiva è quell'elaborazione dei fotogrammi ottenuti. In particolare, c'è da fare un'opportuna differenziazione tra quello che era il processo attuato nel caso della fotogrammetria analitia e ciò che, oggi, avviene per la fotogrammetria digitale.

Nel primo caso, l'elaborazione dei fotogrammi, anch'essi analitici, prevede il loro orientamento con l'obiettivo di "ricollocare le immagini nella loro posizione iniziale[29] attraverso due azioni:

- l'*orientamento interno* che si occupa della ricostruzione dei fasci proiettivi di ogni fotogramma, definendo tutti quei parametri uguali per tutte le immagini che sono legati alla camera e sono, in caso di camera metrica, forniti dal costruttore oppure in camere non professionali stimate tramite appositi algoritmi;
- l'*orientamento esterno* che si occupa della ricostruzione le posizioni di presa della fotocamera, ricollocando i fotogrammi nella posizione che avevano nel momento dello scatto.

L'*orientamento esterno*, in particolare, prevede due altri momenti nei quali, inizialmente, avviene un *orientamento relativo* dei fotogrammi nello spazio, individuando i raggi proiettanti e quindi creando un modello tridimensionale che, però, si trova in una posizione e orientamento generico dello spazio. Proprio questo viene "corretto" grazie ad una seconda elaborazione di *orientamento assoluto* in cui il modello viene rototraslato e scalato in funzione di alcuni punti di coordinate note, derivati proprio dalla rete topografica precedentemente realizzata.[30]

Per quanto concerne, invece, la fotogrammetria digitale di cui si è fatto uso in questo elaborato di tesi, essa fa ovviamente uso di immagini digitali e la fase di elaborazione è affidata a specifici software che sfruttano la tecnologia *Structure From Motion* e l'algoritmo di *Image Matching*.
Suddetta tecnologia consente di stimare la posizione tridimensionale di punti rappresentati in più immagini,

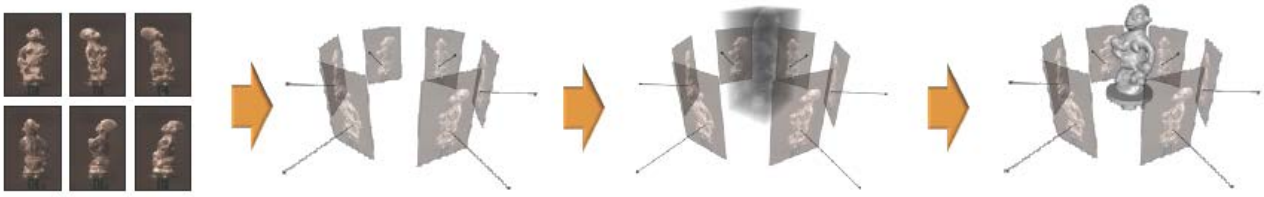
29 Taffurelli, L., op. cit.
30 Kraus K. 2004, op. cit.

ricostruendo la geometria dell'oggetto rappresentato *(structure)* e la posizione delle camere *(motion)* anche in assenza di una calibrazione delle camere definita dalle impostazioni.[31] Essa, inoltra, attua i già citati orientamento interno ed esterno in simultanea e, in sintesi, può essere così schematizzata:

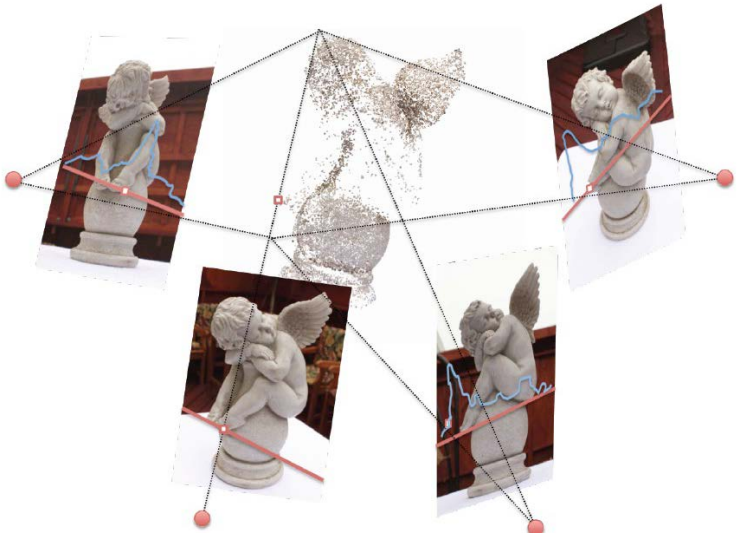
1. raccolta delle immagini stereoscopiche con elevato overlap (80%-90%);
2. orientamento, interno ed esterno, delle immagini sfruttando l'algoritmo di *Image Matching* come punto di partenza;
3. Stima della capacità di ricreare un modello di punti denso partendo dalle immagini orientate nello spazio;
4. Processo di generazione della nuvola densa di punti dell'oggetto analizzato.[32]

▼ In basso, schematizzazione processo tecnologia *Structure from Motion.*

Fonte: Spanò A. T., 2022, Dispense del corso "Laboratory of Geomatics for Architecture modeling".



Il processo di *Image Matching*, invece, prevede la selezione di punti corrispondenti tra le diverse immagini, dei quali verrà poi stimata la posizione nello spazio.
In riferimento, invece, ai principi geometrici che regolano tali processi, è da sottolineare la rilevanza della geometria epipolare i cui principi governano le relazioni tra i tie point (TP) delle immagini, i centri di proiezione e la posizione 3D del punto, per orientare le immagini e stimanre gli orientameti sia interni che esterni.[33]



◀ A sinistra, Esempio applicativo delle regole della geometria epipolare. Partendo da differenti punti omologhi su immagini diverse, la cui posizione è in quel momento nota, permette di ottenere una nuvola di punti.

Fonte: Spanò A. T., 2022, op. cit.

31 Lowe D. G., 2004, Distinctive image features from scale-invariant keypoints, International journal of computer vision, 60 (2), pp. 91-110.
32 Spanò A. T., 2022, Dispense del corso "Laboratory of Geomatics for Architecture modeling".
33 Ibidem.

La fase finale di restituzione, invece, permette di realizzare, partendo dalla nuvola di punti tridimensionale, una serie di prodotti metrici a valore aggiunto:

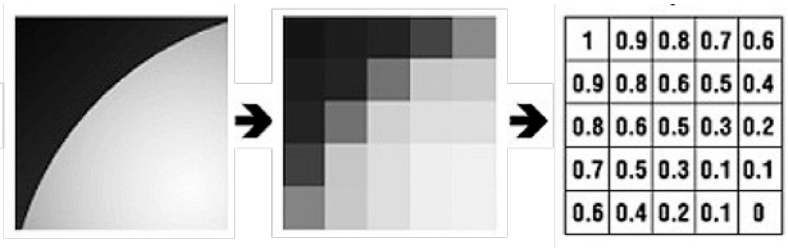
- Modelli tridimensionali della superficie, DTM (Digital Terrain Model), DSM (Digital Surface Model), DEM (Digital Elevation Model);
- Modelli solidi tridimensionali;
- Ortofoto.[34]

/ L'evoluzione della fotogrammetria digitale

I primi sviluppi nel campo della fotogrammetria digitale avvennero a partire dagli anni'80 dello scorso secolo ma le prime vere soluzioni operative arrivarono solo un decennio dopo, a partire dagli anni '90.
Essa si configurava come un evoluzione della fotogrammetria analitica utilizzata a fino a quel momento, da cui si distringueva per almeno tre aspetti principali:

- abbandono dei fotogrammi tradizionali in favore di immagini digitali;
- non sono più necessarie costose apparecchiature di tracciatura ma il processo di calcolo è gestito da un software utilizzabile anche su un pc di medie prestazioni e non dotato di dispositivo di visione stereoscopica;
- introduzione di processi di calcolo innovativi in sostituzione delle automatiche operazioni di calcolo precedentemente eseguite dall'operatore umano.[35]

L'immagine digitale, nello specifico, è un'immagine numerizzata in cui l'area indagata nel fotogramma viene trasfrormata, per mezzo di appositi sensori, in una matrice numerica nella quale ad ogni numero è associato un pixel.



▶ A destra, schematizzazione processo di trasformazione immagine in matrice numerica.

Fonte: http://profs.sci.univr.it/

Queste, dopo la fase di acquisizione, vengono registrate su un supporto magnetico e poi esportate sul computer in file di diversi formati tra cui si ricorda:
il RAW, ovvero il formato più grezzo ma con risoluzione massima;
il TIFF che comprime l'immagine ma senza grandi perdite di dati;
il JPEG, ovvero il formato più diffuso che garantisce un buon rapporto qualità immagine/dimensione del file.

34 Ibidem.
35 Ibidem.

/ La fotogrammetria da UAV

Conseguentemente all'avvento della fotogrammetria digitale e all'innovazione della già citata tecnologia *Structure from Motion*, nel corso degli anni sono state implementate tutta una serie di soluzioni innotivative afferenti a tale ambito tra cui, in particolare, l'aerofotogrammetria.
"Tra le tecniche geomatiche più avanzate, i sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (SAPR) [...] si stanno sempre più affinando per offrire un efficace e sostanziale supporto alle richieste di documentazione speditiva del danno, di valutazione del rischio e dell'agibilità nei siti colpiti da calamità, nonché di elaborazione e condivisione rapida dei dati operativi"[36].

Come appare evidente, quindi, l'aerofotogrammetria o fotogrammetria da UAV[37] costituisce un metodo veloce e a basso costo per l'acquisizione di dati volti alla redazione di apparati conoscitivi e documentari delle zone in analisi. Essa, in generale e rispetto alle esperienze passate, permette di *"eseguire rilievi aerei fotogrammetrici a bassa quota (generalmente in un range tra i 20 e i 200 metri) e acquisire dati metrici e qualitativi di dettaglio".*[38]

Sin dai suoi primi utilizzi pionieristici nel 1860[39] come semplice "fotografia dall'alto", la fotogrammetria aerea venne sfruttata come mezzo per produrre rilievi del territorio e cartografie anche nel campo dell'archeologia[40] mentre, a partire dalle due grandi guerre, il suo uso incrementò soprattutto in ambito militare, sia per ottenere cartografia aggiornata sia, attraverso aerei-spia, per ottenere maggiori informazioni su campi di battaglia e movimenti truppe.
In tutti questi casi appena citati, in realtà, si parla ancora di fotogrammetria aerea in senso ampio, visto l'utilizzo di mezzi differenti su cui erano presenti fotocamere di vario tipo. Tendenzialmente venivano utilizzati dirigibili, aerei e dei primi prototipi di drone e molte di queste esperienze in campo civile videro la luce grazie a singoli ricercatori o istituti di fotogrammetria universitari, come, ad esempio l'Institute of Photogrammetry at the Techinal University Vienna.[41]

36 Spanò A.; Lingua, A. M.; Chiabrando, F., 2019, *Sinergie per la pianificazione del rapid mapping e per la condivisione dei DB spaziali*., ATTI E RASSEGNA TECNICA, Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, pp. 2, 2019, Vol. LXXIII,, ISSN: 0004-7287.
37 Unmanned aerial vehicle.
38 Lo Bruto M., 2013, *Sistemi UAV per rilievi in ambito archeologico*, Dispense Giornata di Studio "Potenzialità e prospettive del rilievo fotogrammetrico aereo di prossimità con l'utilizzo di droni: applicazioni nel campo ambientale e dei beni culturali".
39 Si riporta l'esperieza di Gaspard Tournachon a Parigi.
40 Eisenbeis, H., 2009, UAV Photogrammetry. Institut fur Geodasie und Photogrammetrie Eidgenossische Technische Hochschule Zurich.
41 Ibidem.

▶ A destra, primo modello di UAV usato per scopi fotogrammetrici nel 1980.

Fonte: Eisenbeis, H., 2009, op. cit.



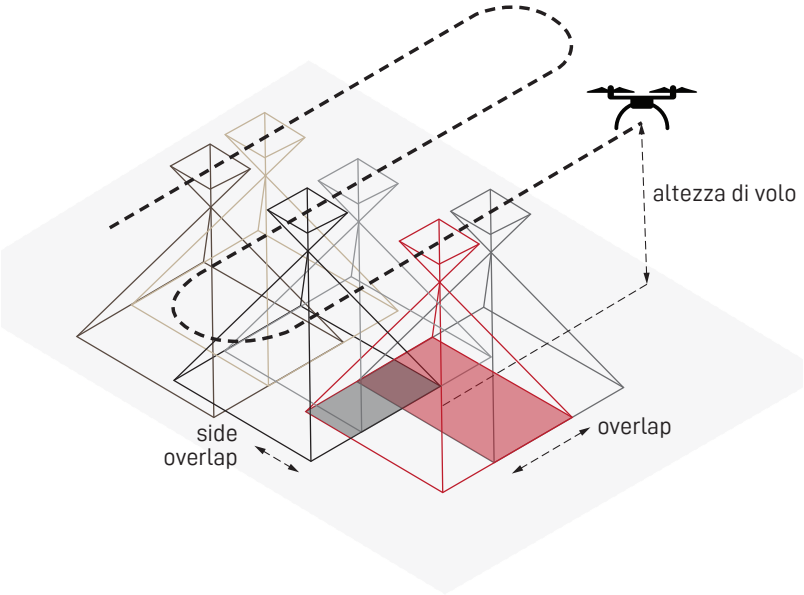
Parallelamente venne portate avanti tutta una serie di sperimentazioni anche i n ambito militare tra cui, ad esempio, le generazioni dei satelliti spia della Guerra fredda.

Lo sviluppo tecnologico dei droni a pilotaggio remoto è stato, però, accompagnato da tutta una serie di innovazioni senza le quali la fotogrammetria da UAV non avrebbe potuto raggiungere il livello di oggigiorno. Si tratta di innovazioni sia in ambito di tecniche di rilievo topografico GNNS, sia dello sviluppo di nuovi software commerciali in grado di offrire un certo grado di automazione al processo fotogrammetrico ma anche del progresso legato ai sensori fotografici digitali miniaturizzati, in grado di essere montati e/o trasportati da aeromobili a pilotaggio remoto.[42]
L'avvento degli UAV ha permesso l'acquisizione di tutta una serie di dati a quote di volo molto inferiori rispetto agli altri mezzi utilizzati oltre che di avere sequenze di immagini con geometria di presa più idonee, rispetto a quelle che si potevano ottenere, a simili quote, con palloni aerostatici o simili. Per queste ragioni, oltre che per i costi dei velivoli stessi che stanno diventando man mano più accessibili e, più in generale, poiché la tecnica risulta molto meno costosa dell'aerofotogrammetria classica, si sta vedendo un sempre maggiore utilizzo di tali strumenti, sia in ambito architettonico che nel campo dei beni culturali, agevolato, inoltre, dalla possibilità di mappare aree anche difficilmente accessibili, grazie alle dimensioni degli UAV e la rapidità di esecuzione del rilievo stesso.

La fotogrammetria aerea da UAV è messa in campo seguendo gli stessi principi geometrici e linee guida di quella digitale, presentati in precedenza, passando sempre per le tre fasi di rilievo fotogrammetrico, orientamento (interno ed esterno) e restituzione con, in aggiunta, una serie di accorgimenti dati dalle modalità di acquisizione.
Innanzitutto, è necessario avere un'idea dell'area da coprire

42 Cortese G., 2019, *Integrazione innovativa di termografia e fotogrammetria aeree da UAV per l'analisi del costruito storico,* Prova finale in Architettura per il Progetto Sostenibile, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., correl. Tonolo F.G.

e, di conseguenza, sarà necessario pianificare in modo accurato il volo, analizzando l'area e quindi anche la presenza di eventuali ostacoli oltre che l'eventuale presenza di vento che potrebbe interferire con il volo stesso.



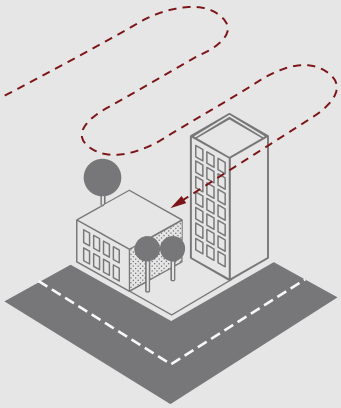
◀ A sinistra, schema volo drone e suoi parametri.

Rielaborato da Spanò A. T., 2022, Dispense del corso "Laboratory of Geomatics for Architecture modeling".

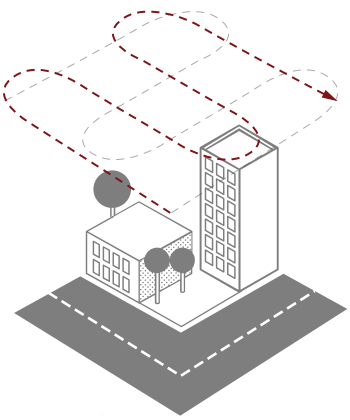
Bisognerà, quindi, definire il numero degli scatti da eseguire e il valore di GSD (*ground sampling distance*), ovvero la superficie dell'oggetto acquisita dal singolo pixel, in funzione dei quali sarà calcolata l'altezza di volo che il drone dovrà mantenere per ottenere i risultati attesi in merito alla futura restituzione.
Altro punto da considerare è, inoltre, la scelta della tipologia di volo, se automatico o in modalità manuale. La prima modalità, controllata dal sistema GPS, evita che sia il pilota a "guidare" il velivolo e, di conseguenza, limita anche l'errore, garantendo un ricoprimento ideale dell'area oltre che quota, rotta e orientamento come da valori assegnati. Questa modalità è specialmente consigliata per le operazioni di fotogrammetria ma diventa di difficile utilizzo nel caso in cui manchi il segnale GPS o nel caso, tipicamente alpino, in cui ci siano numerosi dislivelli.
La seconda modalità prevede, invece, l'intervento manuale del pilota che guida il velivolo attraverso il radiocomando e permette di variare la quota di volo proprio in funzione di quei dislivelli già citati o, ancora, di compiere più passaggi ravvicinati in aree particolarmente difficili da raggiungere, dove i sensori di prossimità potrebbero fallire.

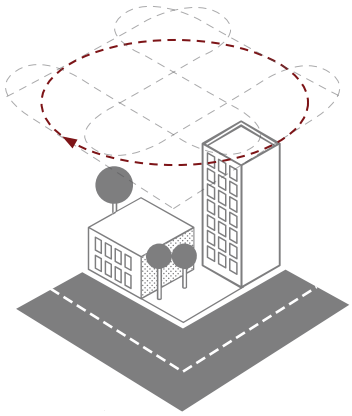
In linea generale, i piani di volo sono organizzati in "strisciate", ovvero in passaggi del drone effettuati seguendo una linea immaginaria in grado di coprire una porzione dell'oggetto di rilievo. Solitamente le strisciate sono numerose e parallele tra loro con prese nadirali, tranne casi in cui per ottenere un ricoprimento maggiore o nel momento in cui si tratta di rilievi particolarmente complessi con la presenza di edifici, la

camera viene inclinata a 45° e si possono effettuare sia delle riprese con traiettoria circolare attorno all'oggetto sia delle strisciate ortogonali a quelle iniziali.



▲ In alto, schematizzazione tipologia "striscitate" di volo.





Come nel caso della fotogrammetria terrestre, è importante il fattore di overlap tra i vari fotogrammi, ragion per cui, ancora una volta, è fondamentale definire in modo corretto la quota e la velocità di volo.
Altrettanto fondamentale, inoltre, è la rete topografica che, nella fase di elaborazione delle immagini, permette di posizionare correttamente la nuvola di punti ottenuta nel sistema di riferimento univoco scelto per il progetto.

Quando si parla di "drone", in realtà, si fa riferimento a differenti tipologie di velivolo definito sia dalla tipologia di utilizzo che in funzione del tipo di ala/elica che montano. Nel primo caso si distinguono 4 categorie:

- SAPR (sistema aeromobile a pilotaggio remoto) utilizzato per scopi differenti da quelli ricreativi e la definizione comprende la stazione di controllo,
- APR (aeromobile a pilotaggio remoto) come quello precedente ma non comprende il sistema di comando;
- UAV (Unmanned Aerial Vehicle) indica tutti i velivoli sprovvisti di pilota a bordo, sia utilizzati in campo ricreativo che professionale,
- UAS (Unmanned Aircraft Systems) che fa riferimento a droni per uso militare.

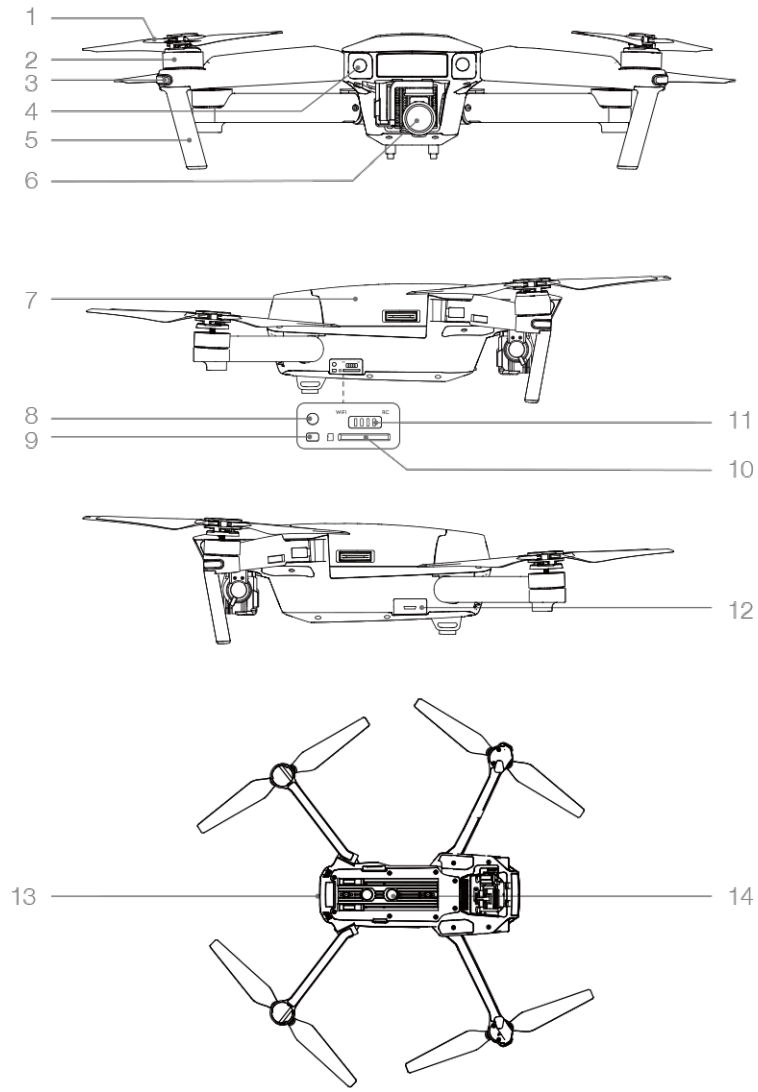
La seconda classificazione, invece, conta 3 categorie: multirotori, i più diffusi e dotati di bracci, montano un n numero di rotori; ala fissa, sono droni simili ad aeroplani e sono dotati di un'unica elica nella parte posteriore, droni ibridi, includono le caratteristiche dei due precedenti.
Inoltre, ogni drone, in funzione della tipologia e della capacità di carico, monta camere differenti, che possono spaziare dal range del visibile fino al multispettrale o, ancora, termocamere.[43]

43 Di Marco F., 2020, *Fotogrammetria diretta da drone per la misura e il monitoraggio delle frane*, Prova finale in Ingegneria Civile, Politecnico di Torino, rel. Manzino A.

Nel caso dell'altopiano della Gardetta, in particolare, sono stati utilizzati tre droni multirotore e uno ad ala fissa, montanti camere che scattano nel campo visibile mentre, nella zona circoscritta alle opere militari oltre il Passo, solo due droni multirotore, uno con camera multispettrale e con camera RGB.

Nelle schede che seguono vengono presentati i due moduli UAV e le relative camere utilizzate:

COMPONENTI MAVIC PRO 1 - DJI[18]



1. Propeller
2. Motor
3. Front LED Indicator
4. Forward Vision System
5. Landing Gear
   (with built-in antennas)
6. Gimbal and Camera
7. Intelligent Flight Battery
8. Link Button
9. Linking Status Indicator
10. Camera Micro SD Card Slot
11. Control Mode Switch
12. Micro USB Port
13. Aircraft Status Indicator
14. Downward Vision System

18 Dati da scheda tecnica tratti da User Manual v2.0 pg.1, 8, 59-60.
Disponibile su <https://www.dji.com/it/downloads/products/mavic>

MAVIC PRO 1 - DJI[18]





Velivolo

Tipologia	quadrirotore
Dimensione chiuso	83x83x198 mm
Peso (con batteria ed eliche)	743 g (con cappuccio gimbal) 734 g (senza)
Massima velocità ascensionale	5 m/s in modalità Sport
Massima velocità di discesa	3 m/s
Velocità massima	65 km/h in modalità Sport e senza vento
Autonomia di volo	27 minuti (a 25 km/h e in assenza di vento)
Massima distanza di volo	13 km
Temperatura operativa	0°-40°C
Sistemi di posizionamento satellitare	GPS/GLONASS

Fotocamera

Sensore	1/2.3" (CMOS), pixel effettivi:12.35 M (pixel totali:12.71M)
Obiettivo	Campo visivo 78,8° 26 mm (35 mm equivalente) f/2.2 Distorsione < 1.5% Messa a fuoco da 0.5 m a ∞
Dimensione immagine	4000x3000
Intervallo ISO	Video:100-3200 Foto: 100-1600
Modalità fotografiche	Scatto singolo Scatto a raffica: 3/5/7 fotogrammi Bracketing automatico dell'esposizione (AEB): 3/5 fotogrammi con esposizione variata a 0.7 EV bias
Formato foto	JPEG, DNG
Schede SD supportate	microSD™ Capacità massima: 128 GB Classe 10 o standard UHS-1

Radiocomando

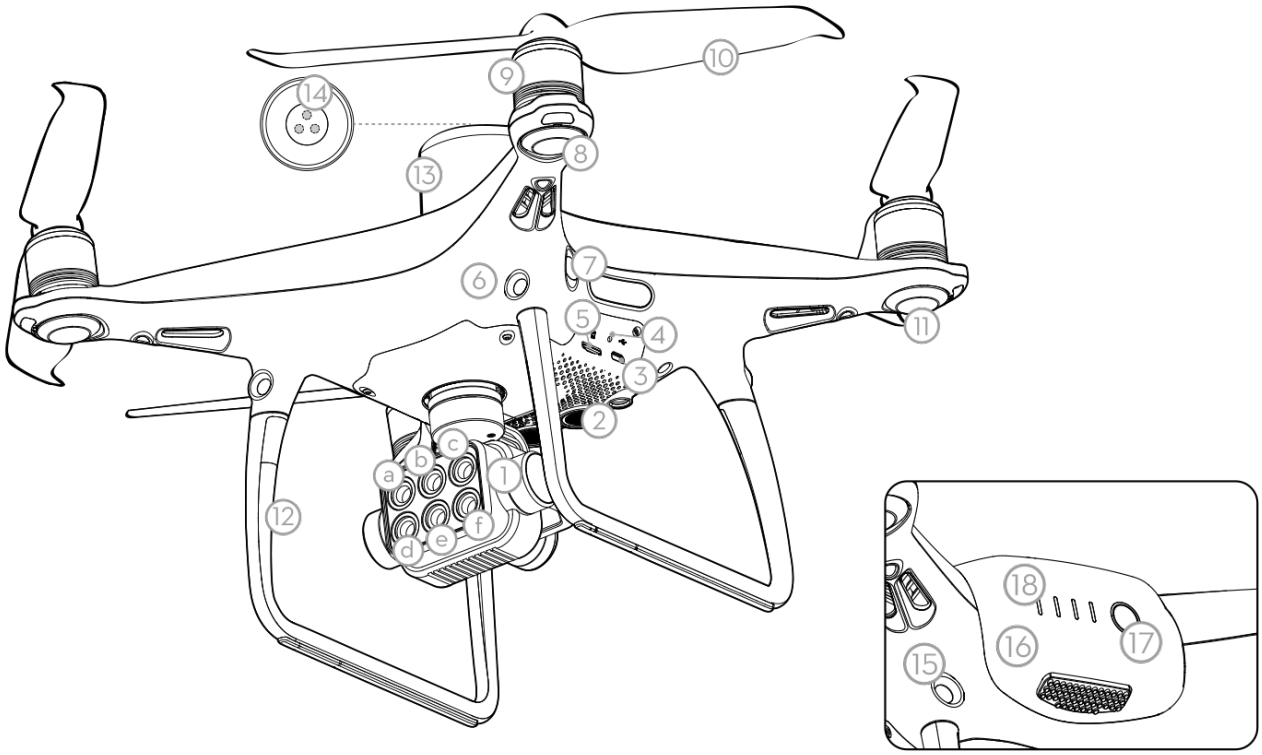
Frequenza operativa	2.4 GHz – 2.483 GHz
Distanza massima trasmissione	Conforme FCC: 7 km; Conforme CE: 4 km Conforme SRRC: 4 km Conforme MIC: 4 km (senza ostacoli e interferenze)
Batteria	2970 mAh

Batteria di volo

Capacità	3830 mAh
Tipo	LiPo 3S
Peso netto	Circa 240 g

18 Dati da scheda tecnica tratti da User Manual v2.0 pg.1, 8, 59-60. Disponibile su <https://www.dji.com/it/downloads/products/mavic>

Componenti PHANTOM 4 RTK MULTISPECTRAL - DJI[19]



1. Gimbal Cameras
   (with six cameras corresponding to the wave bands below)
   a. Red Edge (RE) b. Near-Infrared (NIR)
   c. Green (G) d. Visible Light (RGB)
   e. Red (R) f. Blue (B)
2. Downward Vision System
3. Micro USB Port
4. Camera/Linking Status Indicator and Link Button
5. Camera microSD Card Slot
6. Forward Vision System
7. Infrared Sensing System
8. Front LEDs
9. Motors
10. Propellers
11. Aircraft Status Indicators
12. OcuSync Antennas
13. Onboard D-RTK Antenna
14. Spectral Sunlight Sensor
15. Rear Vision System
16. Intelligent Flight Battery
17. Power Button
18. Battery Level Indicators

19 Dati da scheda tecnica tratti da User Manual v1.4 pg.1, 9, 51-53.
Disponibile su <https://www.dji.com/it/p4-multispectral/downloads>

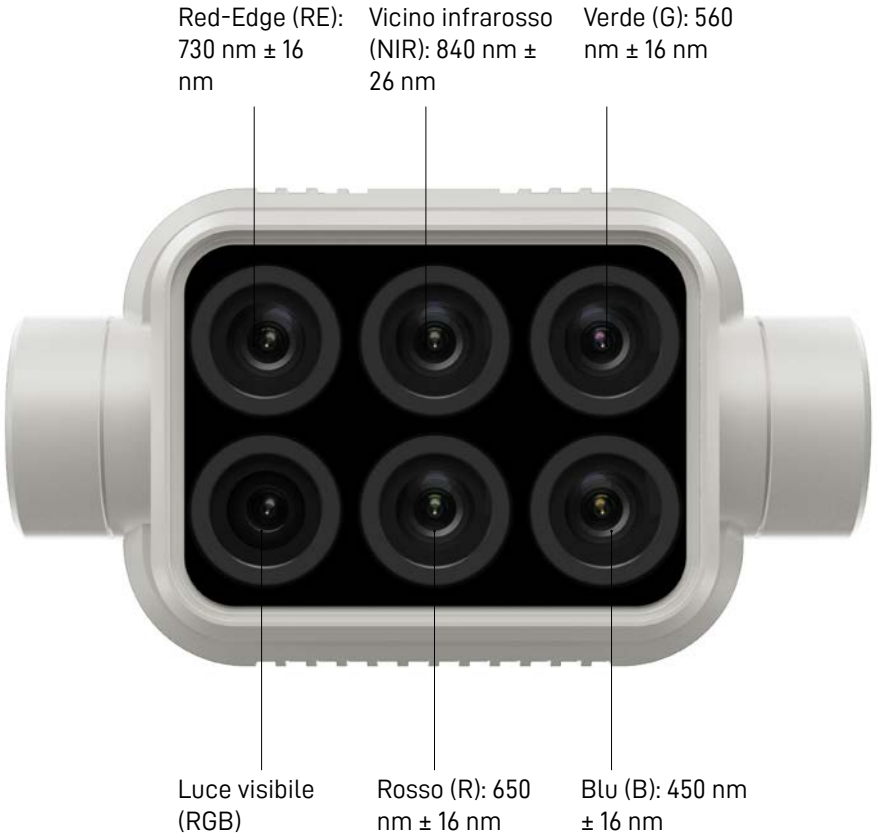
PHANTOM 4 RTK MULTISPECTRAL - DJI[19]





Velivolo	quadrirotore
Tipologia	6 m/s (volo automatico), 5 m/s (volo manuale)
Massima velocità ascensionale	3 m/s
Massima velocità di discesa	50 km/h (modalità P), 58 km/h (modalità A)
Velocità massima	27 minuti
Autonomia di volo	0°-40°C
Temperatura operativa	
GNSS	GPS + BeiDou + Galileo[2] (Asia); GPS + GLONASS + Galileo[2] (altre regioni)
Modulo GNSS ad alta sensibilità e a frequenza singola	Frequenza utilizzata
RTK GNSS ad alta precisione-multi-sistema e multi-frequenza	GPS: L1/L2; GLONASS: L1/L2; BeiDou: B1/B2; Galileo[2]: E1/E5 TTFF: < 50 s Accuratezza di posizionamento: Verticale 1,5 cm + 1 ppm (RMS); orizzontale 1 cm + 1 ppm (RMS). 1 ppm indica un errore con l'aumento di 1 mm su 1 km di movimento. Accuratezza di velocità: 0,03 m/s
Fotocamera	Sei sensori CMOS 1/2.9", incluso un sensore RGB per le immagini su luce visibile e cinque sensori monocromatici per l'acquisizione di immagini multispettrali.
Sensore	Ciascun sensore: Pixel effettivi 2,08 MP (2,12 MP in totale)
Filtri	Blu (B): 450 nm ± 16 nm, verde (G): 560 nm ± 16 nm, rosso (R): 650 nm ± 16 nm, Red-Edge (RE): 730 nm ± 16 nm, vicino infrarosso (NIR): 840 nm ± 26 nm
Obiettivo	FOV (campo visivo): 62,7° Lunghezza focale: 5,74 mm (formato equivalente 35 mm: 40 mm), autofocus a ∞ Apertura: f/2.2
Dimensione immagine	1600x1300
Intervallo ISO	200-800
Modalità fotografiche	Scatto singolo Scatto a raffica: 3/5/7 fotogrammi Bracketing automatico dell'esposizione (AEB): 3/5 fotogrammi con esposizione variata a 0.7 EV bias

Formato foto	JPEG, TIFF
Schede SD supportate	microSD con velocità di scrittura minima di 15 MB/s. Capacità: 128 GB. Classe 10 o standard UHS-1



Radiocomando	2.4000 GHz – 2.4835 GHz (Europa, Giappone, Corea) 5.725 GHz – 5.850 GHz (altri Paesi/località)[1]
Distanza massima trasmissione	Conforme FCC: 7 km; Conforme CE: 4 km Conforme SRRC: 4 km Conforme MIC: 4 km (senza ostacoli e interferenze)
Batteria	6000 mAh

Batteria di volo	5870 mAh
Capacità	LiPo 4S
Tipo	468 g
Peso netto	

19 Dati da scheda tecnica tratti da User Manual v1.4 pg.1, 9, 51-53.
Disponibile su <https://www.dji.com/it/p4-multispectral/downloads>

2.2.3 MMS (Mobile Mapping System)

"L'urgenza di ridurre i tempi di acquisizione dati [...] insieme alla necessità di massimizzare la ricchezza e la continuità di dati metrici e radiometrici in fase di misura, ha fatto sì che negli ultimi decenni l'impiego di sistemi a scansione LiDAR si sia evoluto e adattato, dalle soluzioni di tipo statico verso la fusione con sensori di posizionamento, affiancandosi sempre più a sistemi di mappatura mobile, detti Mobile Mapping Systems (MMSs) che equipaggiano corpi in movimento (automobili, droni, carrelli, operatori)."[44]
Questa tecnologia, infatti, particolarmente impiegata nel settore della ricerca per via della sua efficienza e rapidità, viene sempre più sfruttata in casi di rilievi architettonici speditivi in cui si verifichino particolari condizioni di rischio o di ridotta accessibilità[45] come quello rappresentato dalle opere militari risalenti al secondo conflitto mondiale, presenti nell'area del Passo della Gardetta, in Alta Val Maira.
Come vedremo nel cap.6, si tratta di strutture fortificate che, costruite attorno al 1938, nonostante gli oltre 80 anni di vita, permangono pressocché invariate nei blocchi esterni, presentando, man mano che si sprofonda nei corridoi della montagna, tutta una serie di crolli e distacchi che ne rendono sconsigliato l'accesso[46]. Proprio per via di questa condizione e anche del fatto che, a causa del materiale accumulato nelle gallerie, i passaggi siano piuttosto ridotti e ostruiti, muoversi in queste opere risulta difficoltoso oltre che, in alcune porzioni, pericoloso, il sistema di mobile mapping risulta la tecnica migliore per il rilievo di queste strutture.

Con l'acronimo MMS (*Mobile Mapping Systems*) si fa riferimento a dei sistemi innovativi di scanner portatili terrestri legati alla tecnologia LiDAR[47] e basati su algoritmo SLAM (*Simultaneous Localization Mapping*) che integrano i classici sensori per l'acquisizione e l'elaborazione di dati 3D a sensori di posizionamento. Questi sistemi, per poter essere effettivamente "in movimento", devono essere trasportati da elementi mobili e, in funzione di ciò, possono essere classificati come dispositivi equipaggiati quando sono collocati su automobili, droni e come dispositivi portatili quando trasportati da carrelli, zaini o, nel caso di questa tesi,

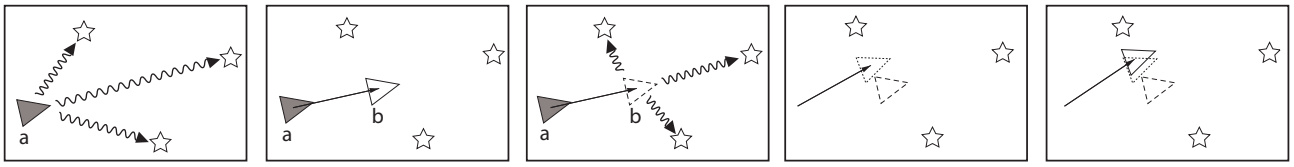
44 Sammartano G., Spanò A.T., Accornero A., 2019, *Scansioni laser basate su tecnologia SLAM per documentazione estensiva del convento di San Nicola a Tolentino*, Atti e Rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino, Anno 152, n.3, pg.217. Disponibile su <http://art.siat.torino.it/wp-content/uploads/2020/07/A_RT_LXXIII_3.pdf>
45 ibidem.
46 Corino P.G., 1997, *Valle Stura fortificata: alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino*, Borgone di Susa, Melli, pg. 78.
47 Light Detection and Ranging; tecnica di laser scanning che permette il rilievo di dati relativi ad un oggetto sfruttando l'emissione di impulsi elettromagnetici per ottenere nuvole di punti tridimensionali.

da un operatore che movimenta l'attrezzatura necessaria. Un'altra classificazione, invece, deriva dalla soluzione di posizionamento adottata, quindi con e senza ricevitori GNSS.[48]

"Ciò che contraddistingue tipicamente i sistemi di mappatura mobile LiDAR è [...] una coppia di requisiti caratterizzanti:

- *l'essere adatti a mappature di interni ed esterni perché dotati di un sistema di posizionamento multiplo basato su una fusione di sensori di misura (profilometri Laser), di posizionamento satellitare in esterno (GNSS), e sensori inerziali e di orientamento in interno ed esterno (magnetometri, giroscopi, accelerometri) di aiuto alla stima del posizionamento della traiettoria. Gli algoritmi implementati, tra i quali lo SLAM, che regolano la corrispondenza tra i dati multi-sensore andranno poi a definire, della traiettoria da cui viene misurato il dato 3D, la velocità, la distanza, la posizione.*
- *il funzionamento tramite una acquisizione di tipo continuo in movimento, detta seamless, cioè la capacità, durante il moto ininterrotto della piattaforma, di acquisire in tempo reale il dato metrico e quelli di posizionamento e orientamento in maniera continua e simultanea, andando progressivamente a costruire il dato 3D sotto forma di nuvola di punti."*[49]

In questa trattazione, in particolare, si farà riferimento alla tecnologia Zeb Revo in cui è stato implementato il già citato algoritmo SLAM che è in grado "*di stimare la posizione progressiva della traiettoria dello strumento funzione del tempo, grazie a una sequenza di traslazione e rotazioni gestite dal sensore inerziale IMU durante l'avanzare dell'operatore, grazie soprattutto all'identificazione di caratteristiche geometriche dell'ambiente*"[50], che può essere schematizzato come segue:



1. Il sensore, rappresentato dal triangolo, inizialmente misura la posizione dei punti di riferimento (stelle) e le caratteristiche geometriche dell'ambiente;
2. Il movimento del dispositivo da (a) a (b) è definito dall'*odometria*[51] del sensore che stima una distanza

▲ In alto, schematizzazione algoritmo SLAM.

Rielaborato da Riisgaard S., Blas M. R., SLAM for Dummies, A tutorial Approach to Simultaneous Localization and Mapping. Disponibile su < https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/119149/16-412j-spring-2005/contents/projects/1aslam_blas_repo.pdf>

48 Sammartano G., Spanò A.T., 2021, *SLAM-based mobile mapping systems*, Dispense del corso "Geomatics – Restoration and integrated conservation", a.a. 2021-2022.

49 Sammartano G., Spanò A.T., Accornero A., 2019, *op.cit.*

50 ibidem.

51 Tecnica per stimare la posizione di un veicolo su ruote che si basa su informazioni provenienti da sensori che misurano lo spazio percorso da

rispetto alla posizione iniziale;
3. Il sensore misura nuovamente la posizione dei punti di riferimento e scopre che non corrispondono a quelli iniziali;
4. Per il dispositivo, l'influenza della misura dei sensori è maggiore dell'odometria: ora utilizza i dati acquisiti dall'effettiva posizione dei punti di riferimento per determinare dove si trova; la posizione iniziale stimata è rappresentata dal triangolo tratteggiato;
5. La stima della posizione finale è data sia dal sensore del dispositivo che dall'odometria. Il triangolo puntinato rappresenta dove il dispositivo "pensa" di essere; il triangolo tratteggiato dove era secondo l'odometria; l'ultimo triangolo dove si trova effettivamente. [52]

Questo appena analizzato è un processo continuo che si accresce e ottimizza con il movimento dell'operatore e l'algoritmo funge, quindi, da soluzione sia per il posizionamento che per la mappatura della geometria tridimensionale dell'oggetto rilevato. C'è, inoltre, da specificare che, viste le sue caratteristiche operative, questo genere di dispositivo lavori meglio in ambienti ricchi di elementi geometrici e irregolarità e l'esecuzione di un percorso chiuso è fondamentale per la regolazione finale dello SLAM.

In merito al rilievo legato a questa tesi, il dispositivo utilizzato è lo *ZEB Revo RT di GeoSLAM*[53] che si presenta come un sistema di mapping dedicato agli spazi interni dell'edificio, ad ambienti chiusi o sotterranei. Esso è dotato di sensore di rilevamento Hokuyo UTM 30LX che cattura il profilo dei punti 2D ed offre, in funzione di tempi di rilievo piuttosto brevi, una *"risposta metrica generalmente adeguata alla scala 1:100"*.[54]
A differenza di altri sistemi, però, esso non è dotato di ricevitore GNSS ma monta, invece, un'unità di misura inerziale IMU (*Inertial Measurement Unit*) con giroscopi triassiali, accelerometri e magnetometri a tre assi e permette, attraverso il collegamento con un tablet/smartphone, la visualizzazione in tempo reale delle scansioni acquisite.
In particolare, la possibilità di valutare i risultati nel momento in cui si sta effettuando il rilievo permette di controllare che i risultati ottenuti siano corretti e, soprattutto, che non ci siano problemi di allineamento e chiusura del percorso. Si possono, infatti, presentare tutta una serie di errori derivati, ad esempio, da ambienti poco riconoscibili e regolari, dalla presenza di oggetti in movimento o dal fatto che l'ambiente rilevato cambi troppo velocemente e ci sia quindi un errore di posizionamento dei due ambienti consecutivi. Nel

alcune delle ruote e l'angolo di sterzo. Wikipedia, 2022.
52 Sammartano G., Spanò A.T., 2021, *SLAM-based mobile mapping systems*, Dispense del corso "Geomatics – Restoration and integrated conservation", a.a. 2021-2022.
53 https://geoslam.com/solutions/zeb-revo-rt/
54 Sammartano G., Spanò A.T., Accornero A., 2019, *op.cit.*

momento in cui le operazioni di scansione sono concluse e sono eseguite in modo corretto il risultato è composto da due nuvole di punti: la prima rappresenta la ricostruzione tridimensionale dell'ambiente rilevato mentre la seconda ricostruisce la traiettoria seguita dall'operatore.[55]

Come specifica il sito del costruttore, per l'utilizzo dello ZEB Revo, è vivamente raccomandato svolgere circuiti chiusi o andata e ritorno (la precisione può aumentare da 50 cm a 4-5 cm) in cui punti di partenza e di arrivo sono comuni nella traiettoria, cosa che permette di ottimizzare la chiusura per mezzo dell'algoritmo SLAM; la portata massima del dispositivo è di 30m ma funziona al massimo delle sua capacità in un range tra i 10-15 m. Inoltre, in ambiente con più livelli come, ad esempio, blocchi di scale verticali, sono importanti le aree di overlapping in cui le diverse scansioni si sovrappongono e permettono di limitare gli errori di deriva dello SLAM.
L'errore di deriva, infatti, rappresenta uno, se non l'unico, problema legato a questa tecnologia e dipende dal fatto che, con l'avanzare nello spazio, il movimento processato inizierà ad avere una deviazione rispetto al movimento effettuato realmente e questo diverrà sempre più grande, man mano che aumenta la distanza e lunghezza della scansione. Questo errore, ad esempio, si presenta nel caso di corridoi retti e molto lunghi che, invece, nelle scansioni presentano una lieve curvatura. Il problema può essere ovviato "appoggiando" la scansione interna ad una esterna tradizionale, chiudendo il circuito in modo da ridurre l'errore o, ancora, riducendo la quantità di dati e quindi la lunghezza della scansione.[56]

In generale, invece, ancora una volta si riporta l'importanza di una fase preliminare di preparazione del rilievo e si ricorda quanto sia fondamentale possedere una conoscenza pregressa dell'oggetto da analizzare. Altrettanto indispensabile è anche conoscere quelli che sono potenzialità e limiti del dispositivo in uso in modo da poter risolvere, in loco e nella fase di scansione, eventuali problematiche non preventivate.
Tuttavia, al netto delle caratteristiche proprie di ogni metodo, anche questo processo segue le tre fasi già elencate nel caso del rilievo fotogrammetrico:

- Rilievo, durante il quale vengono effettivamente realizzate le scansioni laser;

55 Avena M., 2020, *Dalla nuvola di punti all'Urban BIM; tecniche integrate di rilievo 3D per la generazione di un modello multiscala di città in scenari post sismico. Il caso studio di Norcia (PG)*, Prova finale in Architettura per il Restauro e Valorizzazione del Patrimonio, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., correl. Abbate E.
56 Accornero A., 2018, *Il rilievo sostenibile per il patrimonio edilizio a rischio: mobile mapping basato su tecnologia SLAM*, Prova finale in Architettura Vecchio Ordinamento, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., correl. Sammartano G.

- Pulizia e orientamento, che prevedono l'eliminazione di punti superflui o errati della nuvola e l'orientamento di questa con altre scansioni dello stesso tipo o con nuvole fotogrammetriche, sfruttando le zone di overlapping attraverso punti omologhi; quest'ultimo passaggio, in particolare, è necessario poiché, come si è già visto, il sistema di mobyle mapping non ha integrato GPS/GNSS, ragione per cui sono necessarie registrazioni cloud to cloud per riferire il modello nel corretto sistema di coordinate;
- Restituzione ed editing dei risultati.

Nella scheda che segue viene presentato il dispositivo utilizzato e le sue componenti.

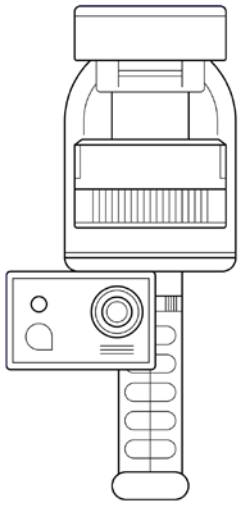
Componenti ZEB Revo RT - GeoSLAM[14]

Part no.	Description
1 GS_610042	ZEB-REVO hand held laser scanner
2 GS_610070	ZEB-REVO RT Processing Unit
3 GS_610008	ZEB-REVO main cable
4 PAG_9307V	ZEB-REVO RT battery
5 PAG_ 9710	ZEB-REVO RT battery charger
6 MUS_40_1_5	Shoulder strap
7 RS_832-347	Ethernet cable
8 GS_610073	ZEB-CAM cable (compatible with RT Processing Unit)
9 GS_510072	Heavy Duty Carry case
10 GS_SW_LICENSE	GeoSLAM HUB license dongle and USB memory stick
11 GS_610071	Magnetic mount for tablet or cell phone



14 Dati da scheda tecnica tratti da User Manual v1.0.1 pg.7. Disponibile su <https://geoslam.com/solutions/zeb-revo-rt/>

ZEB Revo RT - GeoSLAM[14]





Strumento	
Peso case e contenuto	4,1 kg
Peso scanner	1,05 kg
Peso datalogger (inclusa batteria)	1,4 kg
Dimensioni scanner	80x113x140 mm (287 inclusa impugnatura)
Dimensioni case e contenuto	470x220x180 mm
Filettatura dell'impugnatura	1/4-20 UNC
Range di presa	30 m (features <15 m)
Velocità di acquisizione dati	43.000 punti/sec

Sensore	
N° sensori	1
Classe sicurezza laser	Classe I (21 CFR 1040.10 and 1040.11)
Lunghezza d'onda laser	λ 905nm
FOV	360° x 270°
Frequenza	100Hz
Classe di protezione	IP 54
Processing	Real time
Colourised point cloud	Sì, con ZEB Cam

Batteria	
Durata	90 minuti con uso continuo
Peso	0,57 kg
Capacità	6,1Ah nominale 90Wh

Accuratezza	
Accuratezza relativa	Fino 6mm quando i dati sono processati con GeoSLAM Connect v2

Dati	
Dimensioni raw data file	100 MB/ minute

14 Dati da scheda tecnica tratti da User Manual v1.0.1 pg.5 e ZEB Revo RT Spec Sheet.
Disponibile su <https://geoslam.com/solutions/zeb-revo-rt/>

2.2.4 L'ambiente GIS

La vasta serie di dati, informazioni ed elaborati ottenuti dalla campagna di rilievo metrico al Passo della Gardetta è stata la base di diversi approfondimenti, analisi e simulazioni che verranno presentati nei prossimi capitoli di questa tesi e che sono stati realizzati in buona parte grazie all'ausilio dell'applicativo GIS, sfruttando le sue innumerevoli potenzialità e plugin.
Con l'acronimo GIS, *Geographic Information System* (anche noti come SIT, *Sistemi Informativi Territoriali*), si fa riferimento a tutti quei programmi che *"integrano dati cartografici e dati alfanumerici, consentendo di costruire complessi sistemi informativi su base territoriale e di svolgere interrogazioni e analisi"*[57] e sono utilizzati in vari ambiti che comprendono quello urbanistico e geografico per *"la rappresentazione, l'analisi e la progettazione di vaste aree"*[58] e quello archeologico per le indagini e la documentazione del territorio.

Le prime applicazioni dei SIT si registrarono in Nord America alla fine degli anni '60 in seguito alla pubblicazione del libro "Design with Nature" di Ian McHarg il quale *"formalizzava una metodologia di analisi spaziale basata sulla comparazione di dati e sulla produzione di cartografia di sintesi"*[59] che prevedeva la *"sovrapposizione di dati geografici strutturati in livelli informativi a singolo tematismo, al fine di realizzare carte di sintesi ottenute per combinazione logica, utili sia per la pianificazione delle risorse naturali che per la gestione dei processi decisionali"*.[60]
Nonostante ciò, comunque, sono due le iniziative a cui si attribuisce la vera "nascita" dei SIT:

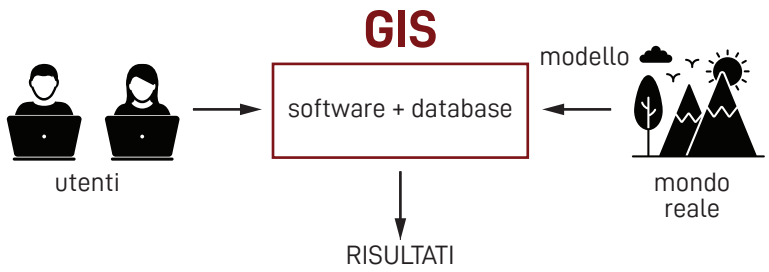
- Lo sviluppo dei software commerciali (Harvard Laboratory);
- L'iniziativa di realizzazione del primo vero e proprio SIT (C.G.I.S.) da parte del governo canadese.

A partire da questi due momenti e in seguito all'aggregazione di altre università a supporto dell'elaborazione di SIT e di nuovi formati di dati, i GIS presero sempre più piede e, a partire proprio dall'esempio del Canada, si diffusero via via anche negli Stati Uniti ed in Europa, portando sia alla digitalizzazione della cartografia esistente che alla produzione di nuove carte sia topografiche che catastali.
In Italia, allo stesso modo, i GIS hanno visto e stanno vivendo un forte sviluppo e molti enti pubblici si stanno dotando di questi sistemi oltre che di WebGIS (una versione online

57 Bianchini M., 2008, *Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia*, Aracne ed. Disponibile su <http://www.rilievoarcheologico.it/manuale_rilievo8_000020.htm>
58 ibidem.
59 Biallo G., 2005, *Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici*, I quaderni di MondoGIS, pg.6. Disponibile su <https://sitarc2010.files.wordpress.com/2011/05/introduzione_ai_sit_biallo.pdf>
60 ibidem.

dello stesso applicativo, accessibile in rete) utilizzati sia per la produzione che per la diffusione di cartografia tecnica e tematica.

Il GIS, come ogni sistema informatico, è un applicativo che *"contiene specifiche funzioni per acquisire, elaborare, gestire e restituire dati georiferiti"*[61], nel quale sono gli utenti, intesi sia come singoli individui ma anche enti (es. Regioni) creano un modello del mondo reale e ne estrapolano risultati sottoforma di cartografia di vario genere. Utenti, dati e modello sono solo alcune delle componenti del GIS, alle quali si aggiungono hardware e software oltre alle procedure applicative.



◀ A sinistra, schema sintetico di un GIS.

Il *software* e, più in generale, l'applicativo GIS in sé per sé, lavora fondamentalmente su dati opportunamente catalogati e organizzati, i quali possono essere visualizzati e coinvolti nella creazione di mappe o di nuovi dataset, possono essere alla base di simulazioni volte alla valutazione di determinati fenomeni o, ancora, presentati in modo interattivo e particolarmente comunicativo. Questi possono afferire a qualsiasi campo e disciplina ma ciò che è importante è che siano accurati e verificati.

Il Geoportale, ad esempio, offre un'ampia gamma di dataset più o meno aggiornati e si configura come un SDI, *Spatial Data Infrastructure*, *"ovvero una piattaforma web open dove è possibile reperire informazioni georiferite, realizzate secondo standard nazionali e internazionali"*[62].
Rimanendo in tema di infrastrutture di dati, diventa fondamentale l'omogeneità e condivisibilità di questi ultimi tra i vari utenti ed enti. Essa, in Europa, è garantita dalla direttiva INSPIRE (*INfrastructure for Spatial InfoRmation in Europe)* emanata nel 2007 dal Parlamento Europeo con lo scopo di *"rendere omogenee e condivisibili, all'interno dell'Unione europea, le informazioni georeferenziate di carattere ambientale, affinché queste siano di supporto alle politiche ambientali o per ogni altra attività che possa avere ripercussioni sull'ambiente."*[63]



▲ In alto, logo direttiva INSPIRE.
Fonte: http://www.smespire.eu/new-news/

61 ibidem.
62 Colucci E., Spanò A. T., Chiabrando F., *Strumenti Web-GIS, per la comunicazione della memoria archeologica del paesaggio*, TERRITORIO ITALIA, Agenzia delle Entrate, pp. 22, 2017, 10.14609/Ti_2_17_3e.
63 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare,

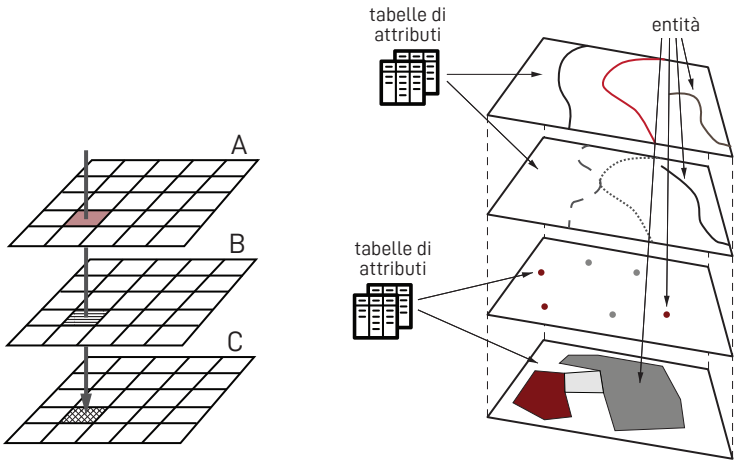
In Italia, tuttavia, nonostante la direttiva europea sia stata recepita nell'ordinamento italiano con D.Lgs 27 gennaio 2010, n.32, non tutte le regioni, anzi, in poche, così come pochi comuni, si sono dotati di SDI per la condivisione e lo scarico di dati georiferiti, accessibili al pubblico in diverse scale di dettaglio.

Un elemento fondante del GIS è sicuramente quello dell'organizzazione e georeferenziazione di dati in un unico sistema di riferimento, definito dall'utente e che varia in funzione dell'area geografica.
Il sistema di riferimento utilizzato in questa sede e, più in generale, in Italia è il SR WGS84 (*World Geodetic System*, già presentato nel paragrafo 2.2.1) nei fusi 32N e 33N, indicati attraverso i codici EPSG (*European Petroleum Survey Group*) 32632 e 32633.

Fino a questo momento si è parlato di dati in generale ma, nello specifico, che dati possono essere inseriti in un GIS?

Si può trattare sia di entità come punti, linee o poligoni, quindi dei modelli vettoriali, o di immagini sottoforma di matrici di numeri, ovvero dei modelli raster. In entrambi i casi, seppur con modalità differenti, questi modelli contengono dati e informazioni che possono essere interrogate, visualizzate e analizzate dal software.

▶ A destra, schematizzazione matrice di numeri del modello raster e entità con attributi del modello vettoriale.



Modello raster

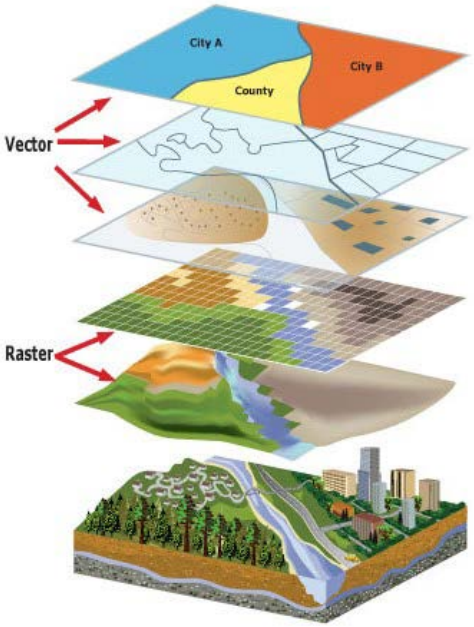
Modello vettoriale

In particolare, i modelli vettoriali rappresentano aspetti del mondo attraverso punti, linee e poligoni a cui sono legate tabelle di valori, detti attributi, organizzati in righe (*record*) e colonne (campo). Nel caso, invece, dei modelli raster la superficie dell'immagine è divisa in una maglia regolare di celle che può memorizzare dati che variano in modo continuo; alcuni esempi sono i modelli di elevazione di superficie e le ortofoto.[64]

https://www.minambiente.it/pagina/inspire.

64 Spanò N., 2020, *Modelli dei Dati: Il modello raster e il modello vettori-*

In funzione della tipologia di dati utilizzata per rappresentare determinati fenomeni, saranno differenti sia le modalità di acquisizione e visualizzazione sia le interrogazioni e analisi spaziali che potranno essere eseguite.



◀ A sinistra, schema sovrapposizione di layer/ dati vettoriali e raster che, insieme, formano il modello di rappresentazione del mondo reale.

Fonte: https://www.cartogis.it/gis/

/ QGIS

Sia le cartografie presentate a partire dal primo capitolo che quelle dei successivi così come le analisi e gli approfondimenti trattati nei prossimi, sono state realizzate sfruttando le potenzialità dell'ambiente GIS e, in particolare, del software *open source* Quantum GIS nella versione 3.22.7 "Białowieża.[65] Nello specifico, si è fatto uso di dati riferiti ad entrambi i modelli citati pocanzi, ottenuti sia da banche dati di vari enti (es. GeoPortale Piemonte, Arpa Piemonte, Istituto Geografico Militare) che prodotti dall'autore, attraverso i già citati rilievi fotogrammetrici e lo stesso GIS.

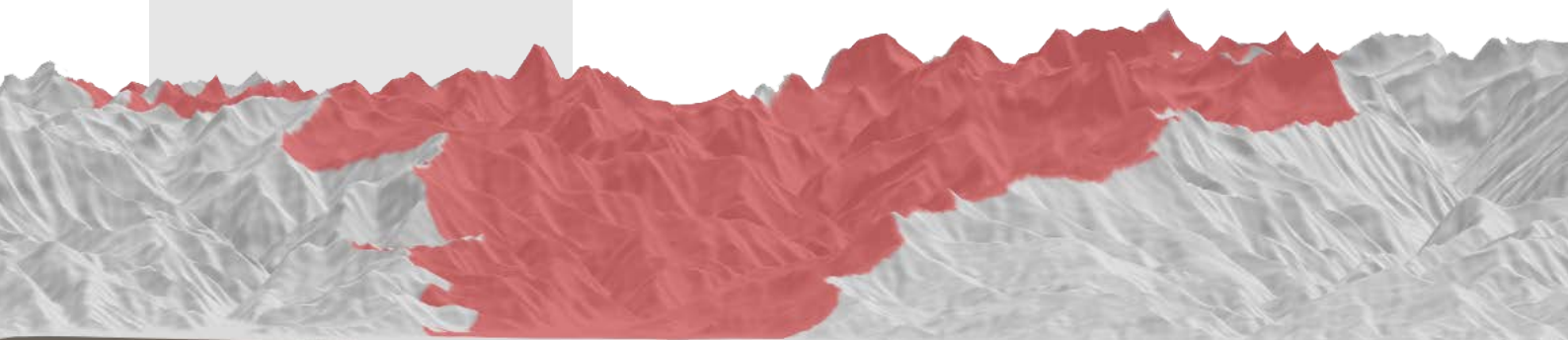
▼ In basso, logo software QuantumGIS.
Fonte: https://www.communityhealthmaps.org/blog/2018/03/13/qgis-3-released

Se, come anticipato, la programmabilità del GIS è un fattore importante soprattutto per la possibilità di modificare l'interfaccia, diventa fondamentale nel momento in cui si vogliano aggiungere dei plugin, utili ad amplificare lo spettro di analisi che si possono effettuare. Tra questi sono da citare qProf, utile per generare profili topografici e geologici, Viewshed Analysis per effettuare analisi di visibilità e Qgis2threejs per realizzare visualizzazioni tridimensionali le cui potenzialità e applicazioni saranno approfonditi nei prossimi capitoli.

ale, Dispense del corso Atelier finale di progettazione D: Modellazione di spazi urbani e GIS, a.a. 2020-2021.
65 https://www.qgis.org/it/site/forusers/download.html

03

LA VAL MAIRA:
ANALISI E POTENZIALITA'



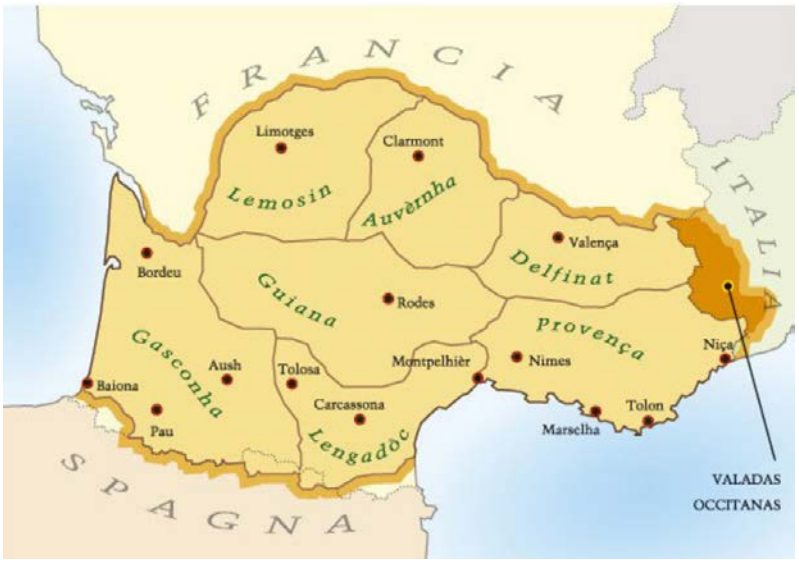
03

3.1 Inquadramento e caratteri generali

3.1.1 Valli Occitane

▶ A destra, estensione territorio dell'Occitania, tra Spagna, Francia e Italia.

Fonte: http://www.espaci-occitan.org/occitano-e-occitania/occitania-e-valli-occitane/loccitania/#group



Con il termine "Occitania" si fa riferimento ad "uno spazio culturale e linguistico"[1] che comprende un territorio esteso per buona parte del sud della Francia (il Midi francese), una piccola area della Spagna e una porzione dell'Italia occidentale, in particolare valli e comuni distribuiti tra le province di Cuneo, Torino e Imperia.[2]

La sua estensione è di circa 190.000 kmq per 13 milioni di abitanti ma, nonostante ciò e nonostante abbia radici lontane – attorno all'anno 1000 d.C.- l'Occitania non si è mai costituita come stato unitario. Interessante, è, al contrario, come l'appartenenza di queste terre a stati differenti e l'affermarsi delle rispettive lingue ufficiali non abbia mai intaccato l'uso dell'occitano, o lingua d'oc, né l'attaccamento alle tradizioni.[3]

Il primo riferimento alla lingua d'oc si ha nel XIII secolo, grazie alla classificazione delle parlate neolatine realizzata da Dante Alighieri nel suo *De Vulgari Eloquentia*, il quale diede origine alla famosa tripartizione in *lingua d'oc, lingua d'oïl e lingua del si* mentre *"il termine Occitania viene coniato nel 1290, per definire l'insieme dei territori in cui veniva*

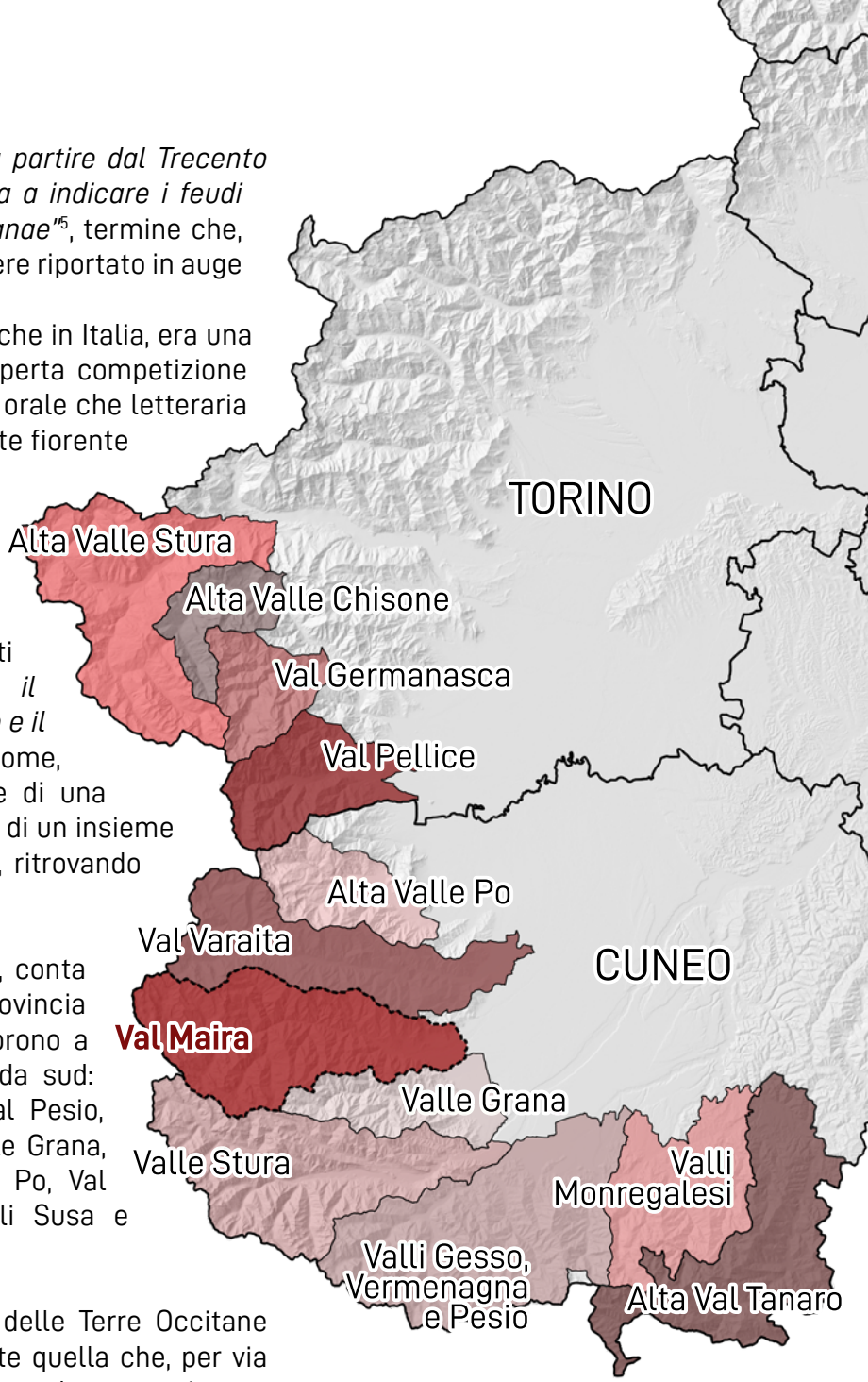
1 Anon., *L'Occitania: uno spazio culturale e linguistico*, Associazione Espaci Occitan. Disponibile su <http://www.espaci-occitan.org/occitano-e-occitania/occitania-e-valli-occitane/loccitania/>
2 Ibidem.
3 Cerutti M., 2016, *L'Occitania e le sue tradizioni, Terra di trovatori e di eresie,* Artefolk. Disponibile su <http://www.artefolk.it/wp-content/uploads/2016/12/LOccitania-e-le-sue-tradizioni.pdf>

utilizzata la lingua d'oc"[4] tanto che *"a partire dal Trecento l'amministrazione reale francese inizia a indicare i feudi meridionali come patria linguae occitanae"*[5], termine che, comunque, cadde in disuso per poi essere riportato in auge solo nell'Ottocento.
L'occitano, inizialmente, sia in Francia che in Italia, era una lingua amministrativa e giuridica in aperta competizione con in latino, ma anche una lingua sia orale che letteraria che conobbe un periodo particolarmente fiorente nel medioevo, grazie al *"movimento letterario dei trobadors, compositori di liriche occitane a tema amoroso, politico e satirico"*[6].

Ad oggi, l'occitano conta sei dialetti differenti, *l'alverniate, il guascone, il linguadociano, il limosino, il provenzale e il vivaro-alpino*, il che mette in evidenza come, in realtà, non si tratti effettivamente di una lingua unificata e standardizzata bensì di un insieme di lingue che sfumano l'una nell'altra, ritrovando similitudini aldiquà e aldilà delle Alpi.

L'Occitania piemontese, in particolare, conta 14 valli, 10 delle quali situate in provincia di Cuneo le quali, dalla pianura, si aprono a ventaglio verso l'ovest e la Francia; da sud: Alta Val Tanaro, Valli Monregalesi, Val Pesio, Vermenagna e Gesso, Valle Stura, Valle Grana, Valle Maira, Valle Varaita, Alta Valle Po, Val Pellice, Val Germanasca e Alte Valli Susa e Chisone.

Tra di esse, posta proprio "al centro delle Terre Occitane d'Italia"[7], la Valle Maira è probabilmente quella che, per via del suo naturale isolamento, ha permesso la sopravvivenza dell'occitano, sia come ceppo linguistico che come vera e propria scuola poetica.[8] Essa, inoltre, da sempre *"lunga valle, chiusa da montagne impervie, con strade malagevoli, di difficile accesso"*[9] fu ignorata negli anni '60-'70 dal tipico turismo di villeggiatura e ha visto un sempre maggiore spopolamento delle sue borgate, il tutto, però, culminato,



▲ In alto, **Carta delle *Valadas Occitanas* (Valli Occitane) Piemontesi.**
Scala 1:1.000.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

4 Pla-Lang L., 2008, *Occitano in Piemonte: riscoperta di un'identità culturale e linguistica?*, Peter Lang, vol.3, pg.36.
5 ibidem.
6 Anon., Lingua occitana, inValMaira.it. Disponibile su <https://www.invalmaira.it/cultura_tradizioni_linguaoccitana.html>
7 Anon., Cultura e cucina occitana, Valle Maira. Disponibile su <https://www.vallemaira.org/cultura-e-cucina-occitana/>
8 ibidem.
9 Ferraris R., Le Valli Grana, Maira e la lingua occitana, Chambra d'oc. Disponibile su http://www.chambradoc.it/leValliGranaMairaELOccitano/valleMaira.page>

nell'ultimo ventennio, in un momento di rivincita data dalla *"riscoperta e la valorizzazione del suo patrimonio artistico e delle architetture tradizionali, retaggio di un passato di prosperità e autogoverno, che vide fiorire la valle tra il XIII e il XVI secolo."*[10]

La valle, così come, in realtà, l'intero territorio vallivo cuneese, presenta un'offerta culturale molto ampia che spazia dalle numerose attività museali e culturali, tra le quali si ricorda la presenza di diversi ecomusei, fino agli innumerevoli beni architettonici, paesaggistici e culturali. Per citarne alcuni, ad esempio, il museo *Espaci Occitan - Son de lenga* a Dronero, il quale si propone come obiettivo il presentare un percorso multimediale tra storia, tradizioni, musica e arte per comprendere e raccontare l'Occitania o, ancora, il *Museo multimediale dei mestieri itineranti – Seles* a Celle Macra, volto alla conoscenza di tutti quei mestieri itineranti, tra cui l'acciugaio, che erano fonte di sostentamento per le famiglie valmairesi.[11] In generale, i musei della valle svolgono l'importante compito di tutelare le conoscenze e i saperi e, allo stesso tempo, diffonderli e renderli materia viva e non solo memorie del passato.

L'arte, invece, si esprime in tante sfaccettature: l'arte medievale, negli edifici religiosi sparsi nelle borgate o nei piloni votivi distribuiti lungo le mulattiere, con le opere



▶ A destra, Hans Clemer, 1470 ca., Crocefissione, affresco della Parrocchiale di Elva.

Fonte: https://www.artribune.com/arti-visive/archeologia-arte-antica/2021/08/hans-clemer-pittura-saluzzo/

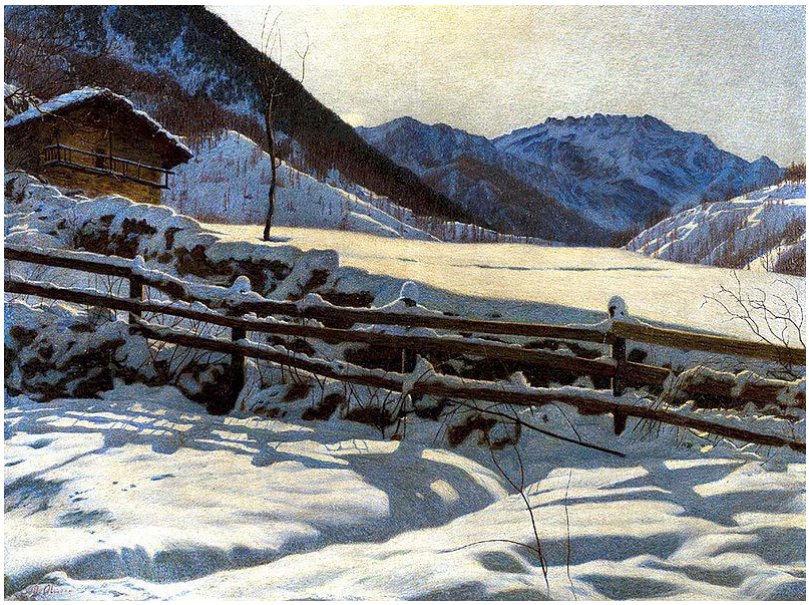
di artisti come Hans Clemer e Giovanni Baleison; l'arte contemporanea attraverso i dipinti di Matteo Olivero, ricordato come "pittore delle nevi" o "tragico interprete delle sue montagne", a cavallo tra il XIX° e il XX° secolo.[12]

10 ibidem.
11 https://www.invalmaira.it/cosa_fare_musei.html
12 Zocchi L., 2016, Valle Maira, Guida delle valli occitane della provincia di Cuneo, Regione Piemonte e Azienda Turistica Locale del Cuneese. Disponibile su < https://docplayer.it/14430322-Guida-delle-valli-



◀ A sinistra, Giovanni Baleison di Demonte, 1484, Dio giudice, affresco Cappella di San Sebastiano a Celle di Macra.

Fonte: https://visionialdila.wordpress.com/2019/07/04/celle-di-macra-la-cappella-di-san-sebastiano/



◀ A sinistra, Matteo Olivero, 1908, Solitudine a Frere di Acceglio, dipinto.

Fonte: https://visionialdila.wordpress.com/2019/07/04/celle-di-macra-la-cappella-di-san-sebastiano/

Parlare, quindi, di Occitania riferendosi solo alla minoranza linguistica (che tra l'altro, in Piemonte, è salvaguardata per mezzo della legge del 1979 per la *"tutela del patrimonio linguistico e culturale del Piemonte"*[13]) è alquanto limitante poiché, in realtà, si tratta di un aggregato di lingua, cultura e tradizioni occitane, che spaziano dai numerosi dialetti al folklore di musiche e balli tramandati nei secoli ai particolari piatti tipici, senza dimenticare le numerose testimonianza artistico-architettoniche medievali già citate.

Il patrimonio occitano, negli ultimi anni, infine, oltre ad essere riconosciuto formalmente come una minoranza da tutelare, grazie alla legge n.482 del 1999[14], è promosso anche

occitane-della-provincia-di-cuneo-nuovo-da-sempre.html>

13 Direzione Regionale A20 – Promozione della Cultura, del Turismo e dello Sport, 2015, La minoranza linguistica occitana, Regione Piemonte. Disponibile su <https://web.archive.org/web/20150822013903/http://www.regione.piemonte.it/cultura/cms/minoranze-linguistiche/loccitano.html#>

14 Legge 15 Dicembre 1999, n.482 – "Norme in materia di tutela delle minoranze linguistiche storiche": Art.1 "1. La lingua ufficiale della

attraverso una serie di associazioni di recente formazione tra cui, in Piemonte, si ricordano *Espaci Occitan*[15] e *Chambra d'Oc*[16].

Espaci Occitan, nato nel 1999, si propone come associazione volta alla *"promozione della cultura occitana, in particolare sotto il profilo della lingua, della musica, delle danze, delle tradizioni e del territorio"*[17], in collaborazione con Comuni e ex Comunità Montane; ha sede a Dronero e dispone di uno Sportello linguistico, un museo occitano e anche un Istituto di Studi Occitani. [18]

Chambra d'Oc, invece, è un'associazione il cui scopo è la *"tutela, promozione e diffusione delle lingue occitana e francoprovenzale e francese"*[19], anch'essa dotata di Sportelli linguistici, fornisce anche corsi di lingua online o frontali oltre che laboratori linguistici e spettacoli.
Interessante, in entrambi i casi, è comunque la ricerca attenta a tenere viva e in uso la lingua, tanto che nei due siti si può effettuare sia la navigazione in italiano che in occitano oltre che la volontà di celebrarla e celebrare le valli e la loro cultura coinvolgendo sia il turista che il semplice cittadino.

▲ In alto, logo Associazione *Chambra d'òc* e logo dell'Associazione *Espaci Occitan.*

Fonte: https://www.comune.coazze.to.it/wp-content/uploads/2017/01/bottone-chambra-doc.jpeg
http://www.espaci-occitan.org/fileadmin/espaci-occitan/templates/images/logo.png

Repubblica é l'italiano.
2. La Repubblica, che valorizza il patrimonio linguistico e culturale della lingua italiana, promuove altresí la valorizzazione delle lingue e delle culture tutelate dalla presente legge."
Disponibile su < https://web.camera.it/parlam/leggi/99482l.htm>
15 http://www.espaci-occitan.org/
16 http://www.chambradoc.it/chambraDoc.page
17 http://www.espaci-occitan.org/associazione/chi-siamo/
18 ibidem.
19 http://www.chambradoc.it/associazioneInfo/chi.page

3.1.2 Inquadramento territoriale

La Val Maira è una delle valli del Piemonte, a ridosso delle Valli Cozie, in provincia di Cuneo. Essa si estende per una lunghezza di circa 60 km con andamento est-ovest, confinando ad ovest con le valli francesi dell'Ubaye e Ubayette, a nord con la val Varaita, a sud con le valli Stura e Grana mentre, ad est, con la valle Grana e la piana cuneese.



◀ A sinistra, **Carta inquadramento della Val Maira, nel contesto della Regione Piemonte.**
Scala 1:2.000.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 25 m), Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte.

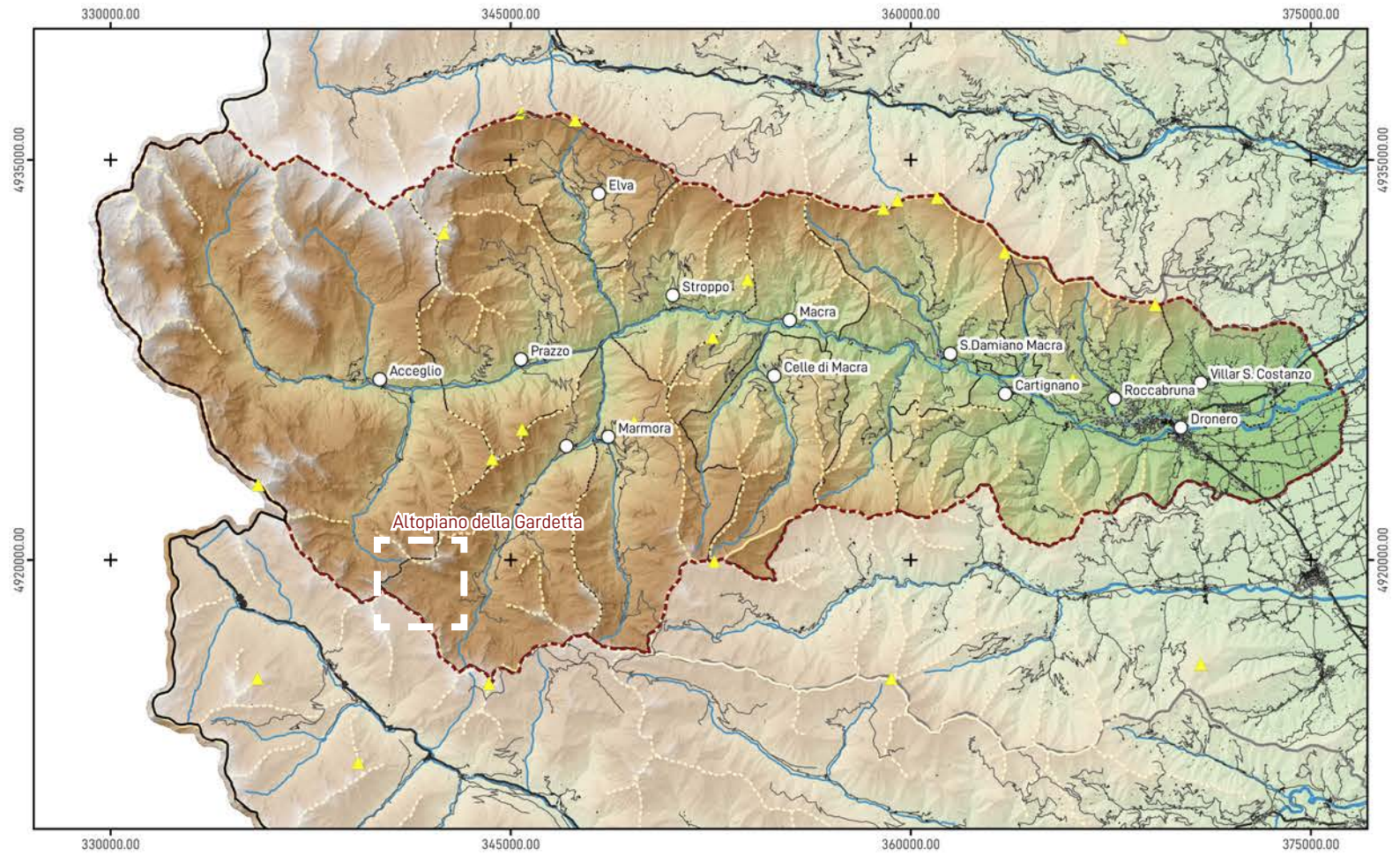
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 15 30 km

Il suo nome deriva dal fiume Maira, affluente del Po, che sgorga nei pressi della borgata di Saretto, frazione del comune di Acceglio, nell'alta valle, a circa 1510 m sul livello del mare. Il fiume, attraversandola per intero, definisce l'asse della valle, da sempre *"caratterizzato da una morfologia particolarmente angusta, al punto che solo nel XVII secolo è stato possibile ricavare lo spazio per una strada carrozzabile che collegasse la bassa valle e la pianura piemontese con l'alta valle fino ad allora strettamente legata alle vallate transalpine."*[20]

Lungo il Maira, si contano sedici tra valli minori e valloni laterali, tra cui, per le dimensioni considerevoli, si ricordano il Vallone d'Elva, il Vallone di Marmora, il Vallone del Preit e il Vallone di Unerzio, posizionati in alta valle e caratterizzati da

20 Pettenati G., 2014, La Val Maira (Piemonte): laboratorio territoriale di un nuovo popolamento montano, Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine (in linea), Association pour la diffusion de la recherche alpine, UGA Éditions/Université Grenoble Alpes. Disponibile su http://journals.openedition.org/rga/2201, DOI: https://doi.org/10.4000/rga.2201



▲ In alto, **Carta morfologica della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

▶ A destra, **Carta di inquadramento e dei limiti amministrativi della Val Maira.**
Scala 1:250.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; dataset Vette Regione Piemonte; dataser crinali montani Regione Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 2,5 5 km

Legenda

Morfologia
Modello del terreno (altimetria)
- 0
- 600
- 900
- 1200
- 1500
- 1800
- 2100
- 2400
- 2700
- 3000 m s.l.m.

Crinali primari
Crinali secondari
Vette

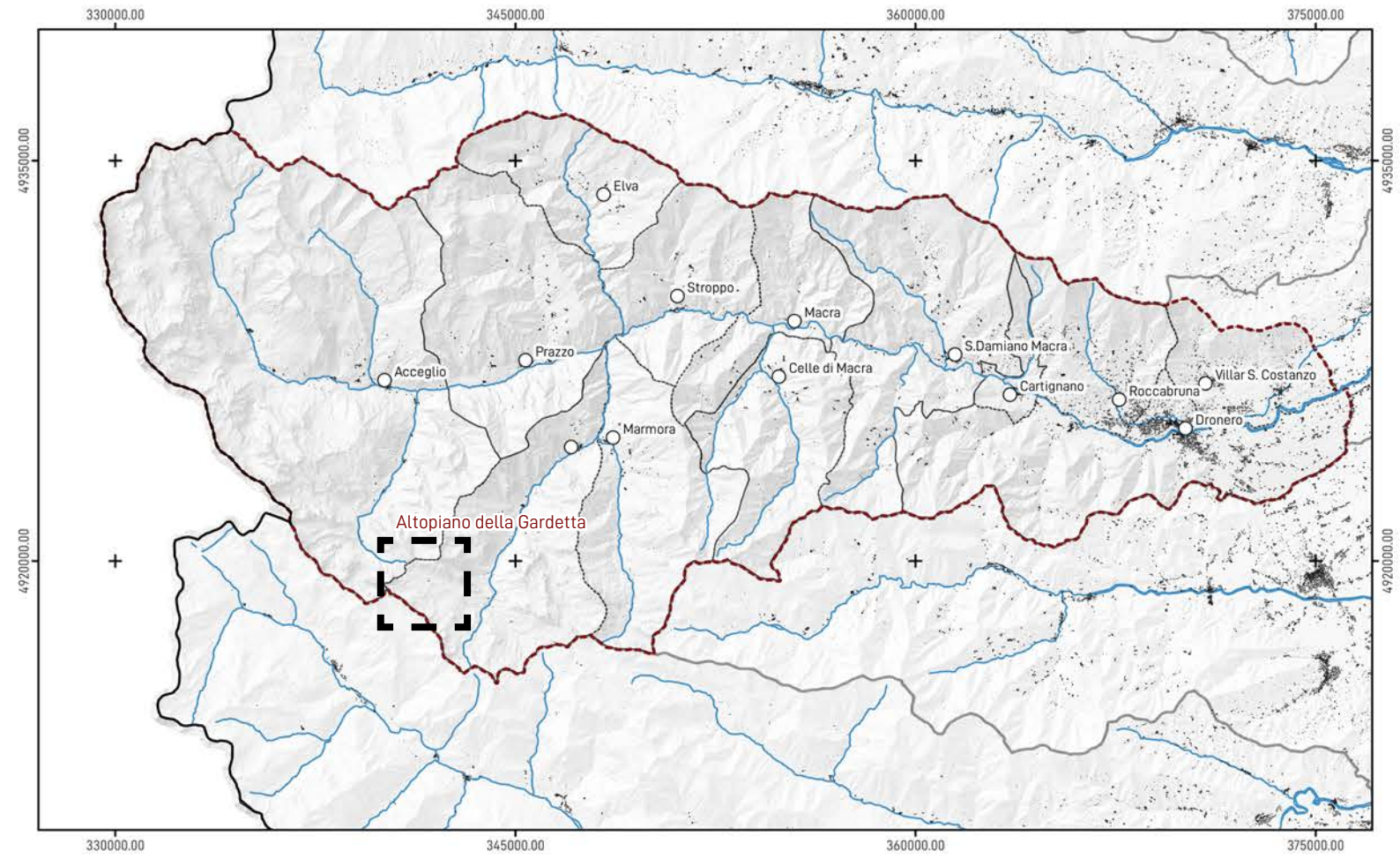
Edificato
Centro abitato
Comune principale

Viabilità
Autostrada
Strada extraurbana principale
Strada extraurbana secondaria
Strada extraurbana di scorrimento
Strada urbana di quartiere
Strada locale o vicinale

Linea ferroviaria

Idrografia
Principale
Secondaria

Limiti amministrativi
Valle Maira
Valli
Comuni



versanti con litologia piuttosto differente (calcari, calcescisti, quarziti, scisti..), pendenze e quote disomogenee (in cima si raggiungono quote comprese tra i 3000-3400 metri sul livello del mare contro i 600 m della porzione più bassa) e la presenza, più o meno diffusa, di praterie.[21]
Questa stessa caratterizzazione eterogenea fa sì che, da fondovalle, le montagne appaiano come un unico elemento incombente sulla stretta e angusta valle mentre, una volta giunti in quota e, in particolare, sul pianoro della Gardetta, è possibile apprezzarne la bellezza paesaggistica e le differenti vette che la costellano.

Dal punto di vista amministrativo, la valle è suddivisa in 13 comuni ovvero, da ovest verso est: Acceglio, Canosio, Prazzo, Elva, Marmora, Stroppo, Celle di Macra, Macra, San Damiano Macra, Cartignano, Dronero, Roccabruna, Villar San Costanzo e, in parte, anche Busca.

Tranne l'eccezione definita dal caso di Dronero, centro principale della valle, posizionato all'imbocco della stessa e vicino alla pianura cuneese, *"il modello insediativo caratteristico è quello dell'abitato sparso diviso in numerose borgate, le "ruate", di cui quella capoluogo non risulta necessariamente la più estesa. Tra le borgate, quelle poste più in basso hanno uno sviluppo lineare, a monte della strada*

21 Regione Piemonte, 2018, Piano Paesaggistico Regionale, Schede degli ambiti di Paesaggio, Ambito 52. Disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

di fondovalle e tra questa e il fiume, mentre quelle più alte sono riconducibili al tipo polare su percorsi destra-sinistra."[22]

L'insediamento della valle, sin dall'antichità, si è sviluppato seguendo una viabilità trasversale che collegava la Valle Stura alla Val Varaita, grazie a tutta una serie di sentieri e strade transvallive che garantivano una connessione alle borgate in quota e lungo le quali si ritrovavano e trovano ancora oggi una serie di chiese e piloni votivi. Per quanto concerne, invece, la viabilità di fondo valle, parallela al fiume, le prime tracce risalgono al tardo Medioevo, con testimonianze architettoniche sparse per la sua lunghezza. Tuttavia, mentre oggi la strada di fondo valle continua a svolgere il ruolo di direttrice principale, il sistema stradale trasversale alla valle ha visto nei secoli un sempre minor utilizzo da cui è anche dipeso l'abbandono delle borgate più in quota, vivendo solo negli ultimi decenni una nuova fase di impiego, derivata



▶ A destra, pilone votivo nel Vallone di Unerzio, dedicato gli alpinisti, costruito a fine 1600 e dipinto nel 1857.
Fonte: Davide Z., 2022, *Ciaspolata al Passo della Gardetta* per Bagaglio leggero. Disponibile su < https://www.bagaglioleggero.it/wp-content/uploads/2022/02/Prato-Ciarliero-1024x768.jpg>



▶ A destra, vista dal Passo della Gardetta verso l'altopiano. In primo piano, la strada militare Demonte - Gardetta mentre, sullo sfondo, la cima de La Meja.
Fonte: Valentina Santoro.

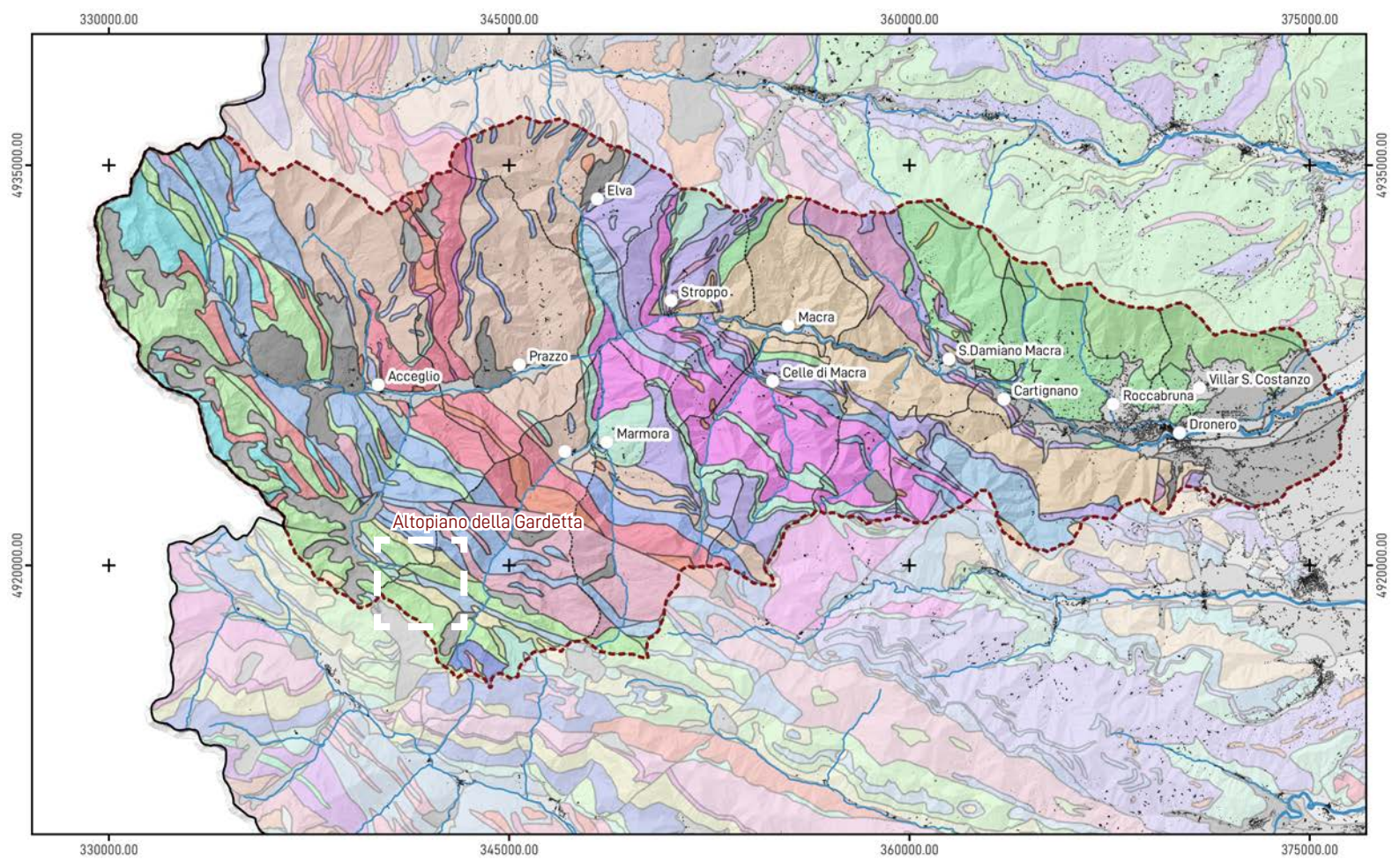
22 Ibidem.

perlopiù dallo sviluppo di percorsi turistico-escursionistici che ha caratterizzato la valle. A queste, infine, si aggiunge e, talvolta, sovrappone il sistema di strade e mulattiere di collegamento tra le strutture militari diffuse su tutto l'arco alpino che, seppur in fase di abbandono, offrono l'opportunità di vedere grandi scorci di paesaggio oltre che l'accesso a diversi punti panoramici. [23]

Altrettanto interessante e di pregio è anche il patrimonio naturalistico della Val Maira che, proprio a causa del suo carattere angusto e impervio, ha fatto che sì che l'ambiente si conservasse, per buona parte, incontaminato e nel suo stato selvaggio. Sia flora che fauna sono particolarmente ricche e, percorrendo i sentieri, non è difficile incontrare cervi, marmotte (com'è accaduto durante la campagna di rilievo) o veder planare tutta una serie di rapaci o, ancora, nelle zone più elevate, poter vedere "rarità botaniche" come l'achillea, il ginepro o la stella alpina.[24]

Per quanto riguarda, invece, l'ambito geologico, è importante ricordare che la Val Maira, così come l'arco alpino italiano, ha un passato ben differente dalla realtà attuale. I calcescisti, gli scisti e la quarziti presenti nella zona, infatti, fanno parte di quei depositi terreni tipici dei fondali marini, proprio a ricordare che, nel lontano Triassico, la valle altro non era che parte del grande mare tropicale chiamato golfo della Tetide che *"lambiva le coste europee e africane all'altezza dell'equatore"*[25] e dove *"si aggiravano i grandi rettili marini"* [26]come quello le cui orme sono state ritrovate nel 2008 al Passo della Gardetta che, 250 milioni di anni fa, altro non era che una spiaggia fangosa solcata dalle onde di questo mare. Proprio per via di ciò, l'Altopiano della Gardetta è stato riconosciuto come Patrimonio Geologico Italiano nel 2001, dal censimento effettuato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici.[27]
A questa emergenza paesaggistica, in realtà, si vanno anche a sommare la Riserva naturale dei Ciciu del Villar a Villar San Costanzo, con circa 400 formazioni geologiche a forma di fungo[28], così come le cascate di Stroppia, le più alte d'Italia con un salto di 500m[29], o, ancora, le Sorgenti del Maira

23 Ibidem.
24 https://www.invalmaira.it/natura.html
25 Pregliasco M., 2016, L'orogenesi alpina e la geologia delle alpi, Natura Scienza Paesaggi | Digilands. Disponibile su <http://www.digilands.it/natura-illustrata/geologia/alpi/Orogenesi-alpina.html#carta>
26 Ibidem.
27 http://www.comune.canosio.cn.it/Home/Guida-al-paese?IDDettaglio=36822
28 Zocchi L., 2016, Valle Maira, Guida delle valli occitane della provincia di Cuneo, Regione Piemonte e Azienda Turistica Locale del Cuneese. Disponibile su < https://docplayer.it/14430322-Guida-delle-valli-occitane-della-provincia-di-cuneo-nuovo-da-sempre.html>
29 Wikipedia, Enciclopedia libera, 2022. Disponibile su <https://it.wikipedia.org/wiki/Cascate_di_Stroppia>



▲ In alto, **Carta litologica della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; dataset Quaternario e Substrato da Geoportale Arpa Piemonte disponibili su < https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/geologia-e-dissesto/georegionale/georegionale>.

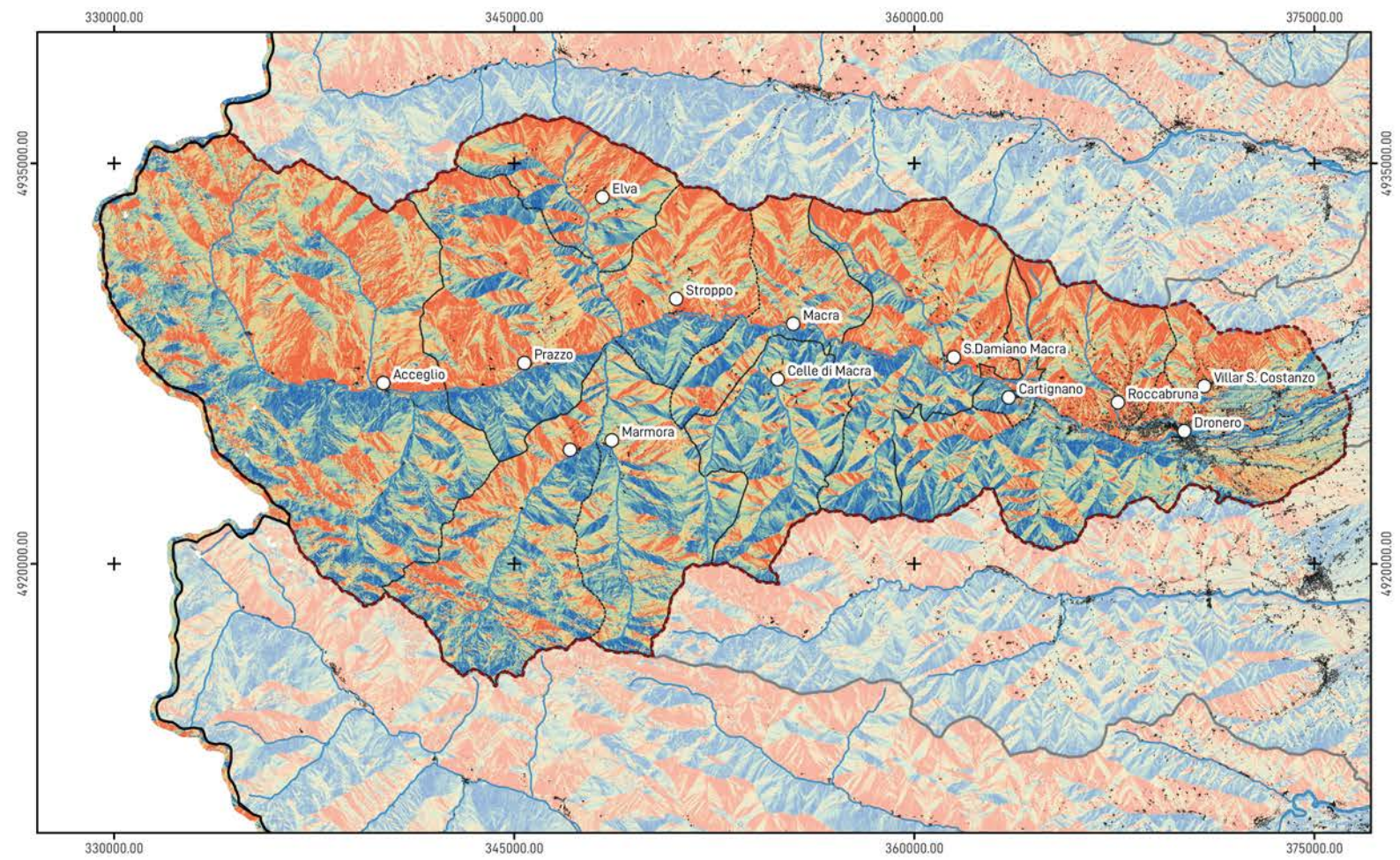
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 2,5 5 km

Legenda

Litologia

- Alternanze calcareo-marnose con hard ground alla base
- Alternanze calcareo-marnose con locali livelli di arenarie silicicoclastiche o calcareniti
- Alternanze di arenarie silicoclastiche e peliti
- Argilliti e siltiti viola e verdi con intercalazioni di quarzareniti fini
- Argilloscisti e quarziti
- Brecce poligeniche a cemento carbonatico e clasti subangolosi
- Calcari e marmi
- Calcari marmorei, metadolomie, calcescisti e micascisti
- Calcari micritici con belemiti
- Calcari ricristallizzati e filladi scure
- Calcescisti
- Calcescisti e calcemicascisti filladici
- Calcescisti e calcescisti filladici
- Calcescisti marmorei
- Dolomie
- Encriniti, calcari micritici chiari
- Filladi e filladi carboniose, gneiss e micascisti
- Gneiss e micascisti, quarzomicascisti, micascisti filladici e a cloritoide



- Livelli marmorei con brecce
- Marmi e dolomie
- Marmi e dolomie cariati e carniolizzati
- Marmi, dolomie
- Marmi, marmi cloritici, dolomie, brecce e calcescisti
- Marmi, metadolomie
- Metainstrusivi tardo-varisici con composizione granitica e dioritica
- Metarioliti, metadaciti, porfiroidi
- Peliti varicoloi e dolomie massive
- Prasiniti massicce
- Prasiniti, anfiboliti
- Quarziti listate varicolori
- Quarziti
- Quarzomicascisti
- Rioliti e depositi vulcanoclastici
- Scisti calcarei localmente marmorizzati
- Scisti carbonatici con locali intercalazioni di livelli quarzitici
- Serpentiniti
- Vulcaniti e successioni vulcanoclastiche

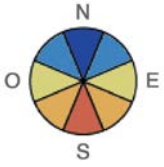
- Depositi fluviali
- Depositi fluviali e di debris
- Depositi fluviali e di megafan; depositi fluvioglaciali
- Depositi fluviali e fluvioglaciali
- Depositi glaciali e di ablazione

- Lago
- Principali accumuli di frana

Edificato

- Centro abitato
- Comune principale

Esposizione dei versanti



Idrografia

- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi

- Valle Maira
- Valli
- Comuni

3.1.3 Sintesi storica

Le prime popolazioni di cui si ha testimonianza in Valle Maira e, più in generale, nelle Alpi Occidentali furono i "Liguri", il cui nome venne loro assegnato in seguito da storici greci e latini.
I loro insediamenti prediligevano *"le località con una buona esposizione, vicine ai corsi d'acqua e facilmente difendibili"*[30] come, appunto, il caso della Val Maira dove, proprio a testimonianza di ciò, sono stati rinvenute diverse incisioni nel sito del Monte Roccerè, nei pressi di Roccabruna e un'ascia nella zona di Marmora. Di poco successivi, anche i Celti passarono da queste terre e, con i loro predecessori, furono tra le popolazioni i cui usi e costumi lasciarono grande traccia sia nei caratteri fisici che nelle tradizioni dei futuri abitanti della Valle, ricordando, ad esempio, proprio le abitazioni celtiche costituite, in alta montagna, da case in pietra con coperture in ardesia.

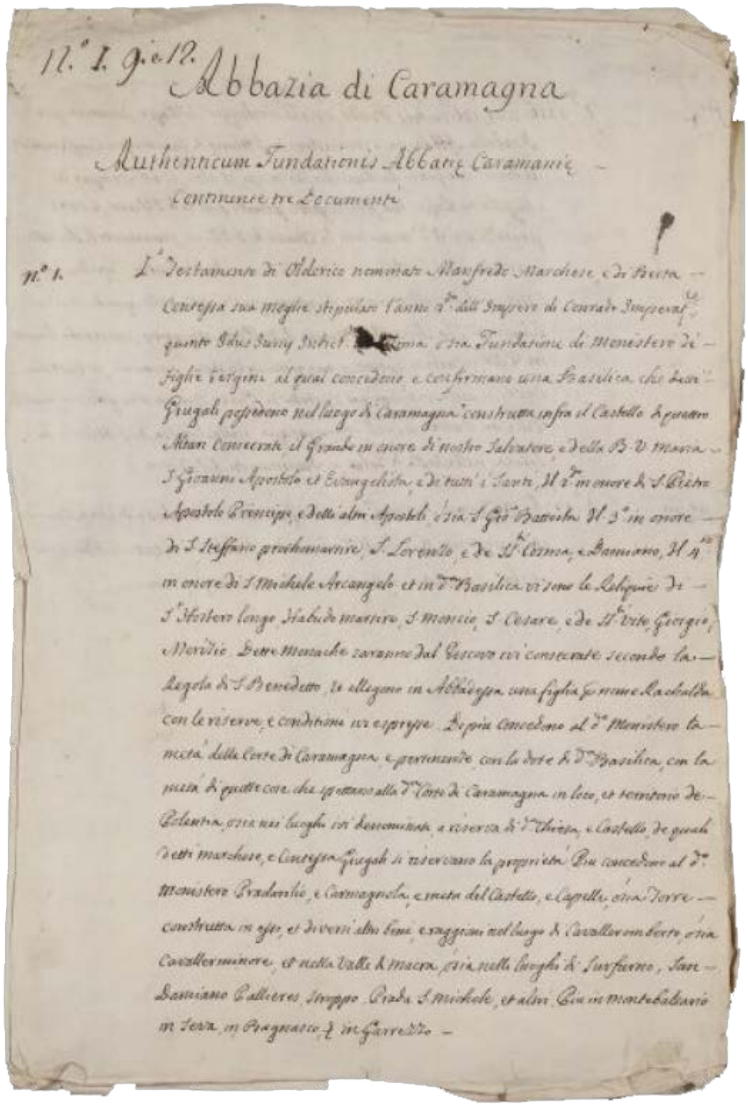
I Romani, invece, estesero il loro dominio nella valle solo dopo una lunga fase di guerre con i Liguri che, malvolentieri, cedettero al controllo romano e nel 14 a.C. vennero iscritti alla tribù Pollia. Con questa sconfitta, ebbe inizio la vera e propria fase di insediamento e colonizzazione oltre che di organizzazione del territorio in quale venne diviso in due aree afferenti a comandi diversi: la zona di fondovalle (da Villar San Costanzo a Busca) venne unificata alla pianura cuneese e alla Liguria, formando la *IX Regio* mentre l'alta valle fu agglomerata alla provincia delle *Alpes Maritimae*. Interessante è, quindi, come anche durante il dominio romano la valle non venisse considerate come un unico territorio bensì, ora come allora, ci fosse la distinsione tra alta e bassa valle; la prima vista come area alpina a sé mentre la seconda, fisicamente più vicina alla pianura, viene ideologicamente e amministrativamente associata ad essa.
Uno degli interventi dei Romani che, forse, hanno inciso maggiormente su quelle terre fu tutta quella serie di vie di scorrimento principali che vennero tracciate in questo periodo e che sono percorribili ancora oggi, come il caso della strada che, partendo da Demonte raggiunge il colle di Valcavera, e ad un bivio, sulla destra, scavalca in Val Grana fino a Castelmagno mentre sulla sinistra, attraverso il Colle del Mulo, discende in Val Maira, nel vallone di Marmora.[31]

L'inizio del Medioevo nella valle vide una serie di invasioni da parte di Goti, Ostrogoti e Ungari fino ai Longobardi in pianura e i Franchi nelle zone montane. Con queste due popolazioni si vide, da un lato, la costruzione di tutta una serie di monumenti religiosi in pianura, come l'Abbazia di Villar San

30 AA. VV., 2013, V*al Maira – Ambiente, cultura e tradizioni di un'affascinante valle occitana*, Cuneo, Più Eventi Edizioni, pg.16.
31 ibidem.

Costanzo, volti a bloccare i tentivi di irruzione dei Franchi mentre, dall'altra, l'arrivo di numerosi personaggi provenienti dalla Francia che formarono l'aristocrazia che avrebbe, da quel momento in poi, preso il potere in quei luoghi.
Superata poi la cacciata dei Saraceni che, durante il loro passaggio, avevano distrutto diversi monumenti religiosi, è la marchesa di Torino, Adelaide di Susa che si occupa della ricostruzione di queste aree, a partire dal XI secolo.

Al 1028, infatti, risale la fondazione del monastero femminile di Caramagna Piemonte a cui il padre e la madre della futura marchesa donarono i territori della Val Maira, come attesta la trascrizione del documento originale, conservata presso la sezione Corte dell'Archivio di Stato di Torino. Questo stesso documento è il primo nel quale viene riportato il nome "Valle di Macra" in riferimento ai luoghi di San Damiano, Pagliero, Stroppo, Prazzo, San Michele, Acceglio, Paglieres e Roccabruna, dell'attuale Valle Maira.


N.° I. g.° 12. Abbazia di Caramagna

Authenticum Fundationis Abbatiæ Caramanicæ

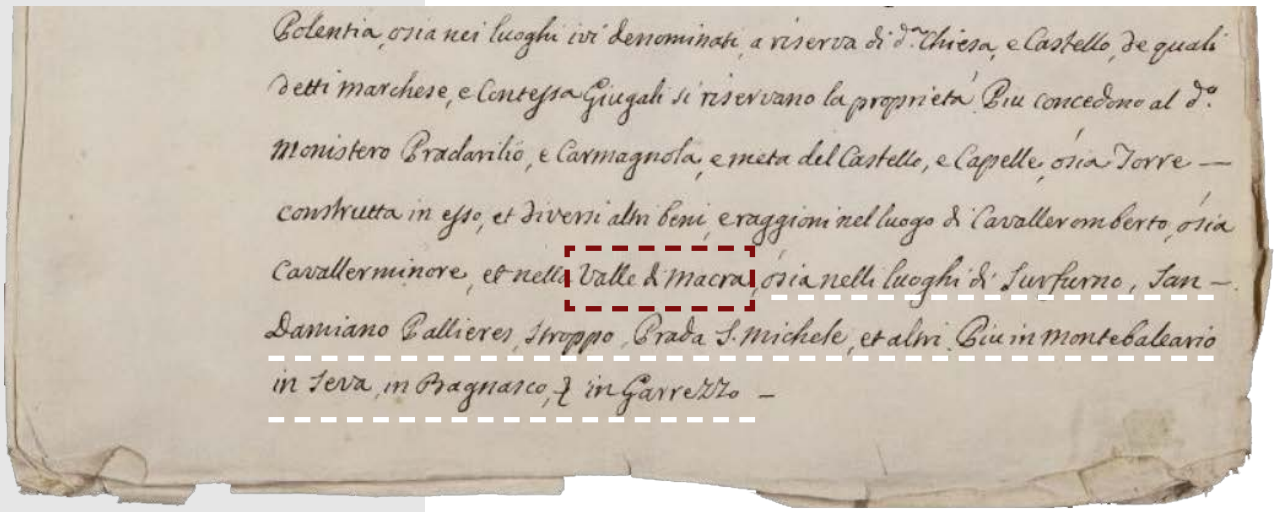
Communicatum Documenti

n.° 1. L'Instromento di Oldorico nominato Manfredo Marchese, e Berta Contessa sua Moglie stipulato l'anno 1028 dell'Imperio di Corrado Imperatore quinto Idus Junij Indict. [redacted] ...ma, e sua Fundatione del Monistero di Figlie Vergini al quale concedono, e confermano una Basilica che loro Giugali possedono nel luogo di Caramagna costruita infra il Castello di quello Altari Consecrati il Grande in onore di nostro Salvatore, e della B.V. Maria S. Giovanni Apostolo, et Evangelista, de tutti i Santi, il 2.° in onore di S. Pietro Apostolo Principe, e delli altri Apostoli, e sia S. Gio. Battista il 3.° in onore di S. Stefano primo martire, S. Lorenzo, e de SS. Cosma, e Damiano, il 4.° in onore di S. Michele Arcangelo, et in d.a Basilica vi sono le Reliquie de S. Stefano Lungo Habito martire, S. Mauritio, S. Cesare, e de SS. tutti Georgio, Maurilio, Dette Monache saranno dal Vescovo viv.e consecrate secondo la Regola di S. Benedetto, le allegano in Abbadessa una figlia di nome Rachelda con le riserve, e condizioni ivi espresse. Di più concedono al d.° Monistero la metà della Corte di Caramagna, e pertinenze, con la detta d.a Basilica, con la metà di quelle cose, che spettano alla d.a Corte di Caramagna in loco, et territorio de Polentia, ove nei luoghi ivi denominati, e riserva di d.a Chiesa, e Castello de quali detti marchese, e Contessa Giugali si riservano la proprietà. Più concedono al d.° Monistero Pradamillo, e Caramagnola, e metà del Castello, e Capella, e una Torre costruita in esso, et di vetti altri beni, e raggioni nel luogo di Cavallermaggiore, e in Cavallerminore, et nella Valle di Macra, sia nelli luoghi di Surfurino, San Damiano Paliveres, Stroppo, Prada, S. Michele, et altri. Con in mentebattuto in Torre, in Pragnasco, e in Garretto.

◀ A sinistra, prima pagina documento per **"Fondazione e dotazione del monastero di Santa Maria di Caramagna fatta dal marchese Olderico e dalla contessa Berta di lui moglie"** datato 1028, con trascrizione quattrocentesca**.**

Collocazione: ASTO, Corte, Materie ecclesiastiche, Abbazie, Abbazia di Santa Maria di Caramagna, mazzo 1, fascicolo 1.

Con il termine "Macra", in particolare, si faceva riferimento *"alla qualità dimagrante dei terreni conosciuta nelle acque del fiume ed all'orridezza della valle, fiancheggiata in gran*



▲ In alto, stralcio di documento per **"Fondazione e dotazione del monastero di Santa Maria di Caramagna fatta dal marchese Olderico e dalla contessa Berta di lui moglie"** datato 1028, con trascrizione quattrocentesca**.** Compaiono i nomi dei territori donati dal marchese Olderico al nuovo monastero, tra cui possedimenti in Val Maira.

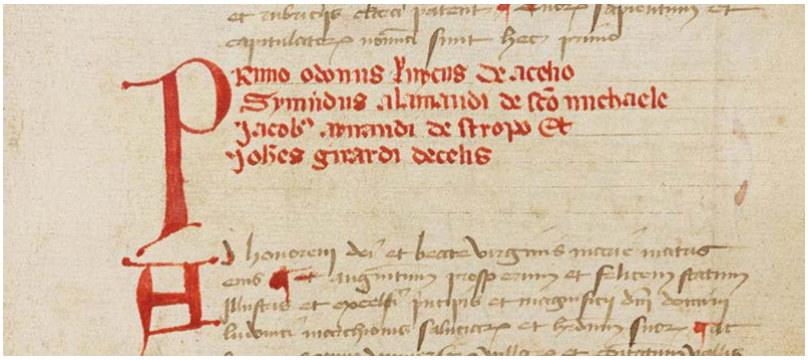
Collocazione: ASTO, Corte, Materie ecclesiastiche, Abbazie, Abbazia di Santa Maria di Caramagna, mazzo 1, fascicolo 1.

▶ A destra, stralcio pagina **Statuti della Confederazione dei 12 Comuni**, datato 1264.

Fonte: https://1000annivallemaira.it/

parte da nude ed ispide roccie"[32] ed è il nome che, ancora oggi, seppur con delle variazioni, viene utilizzato per indicare la Valle.

Dopo Adelaide di Susa e il nipote Bonifacio del Vasto, il territorio di Liguria e Piemonte, su cui i due avevano regnato fino alla loro morte, venne frazionato in diversi marchesati autonomi, tra i quali la Val Maira, governata da Guglielmo, marchese di Busca. Tuttavia, l'indipendenza dal marchesato di Saluzzo (assegnato ad uno dei fratelli di Guglielmo) durò poco, poiché il suo successore, Enrico di Busca, cedette la valle, Dronero e Montemale ai marchesi di Saluzzo che, quindi, estesero il loro potere su tutto il territorio. Nonostante questa annessione, l'alta valle (fino a Lottulo), ancora una volta, visse un percorso a sé stante e singolare e, seppur facente parte del marchesato di Saluzzo, i dodici comuni[33] lì situati si organizzarono in una sorta di Confederazione che si autoamministrava, seguendo le regole degli Statuti redatti a partire dal XIII secolo.



Questa Confederazione, nata ufficialmente nel 1264 in seguito alla conferma degli *Statuti* da parte del marchese Tommaso di Saluzzo, prevedeva che ogni comune venisse rappresentato da un podestà che avrebbe giudicato le varie sentenze tranne crimini riguardanti lo stato e la chiesa, dove l'autorità diretta era quella del marchese. Tale ordinamento

32 AA. VV., 2013, *op. cit.*

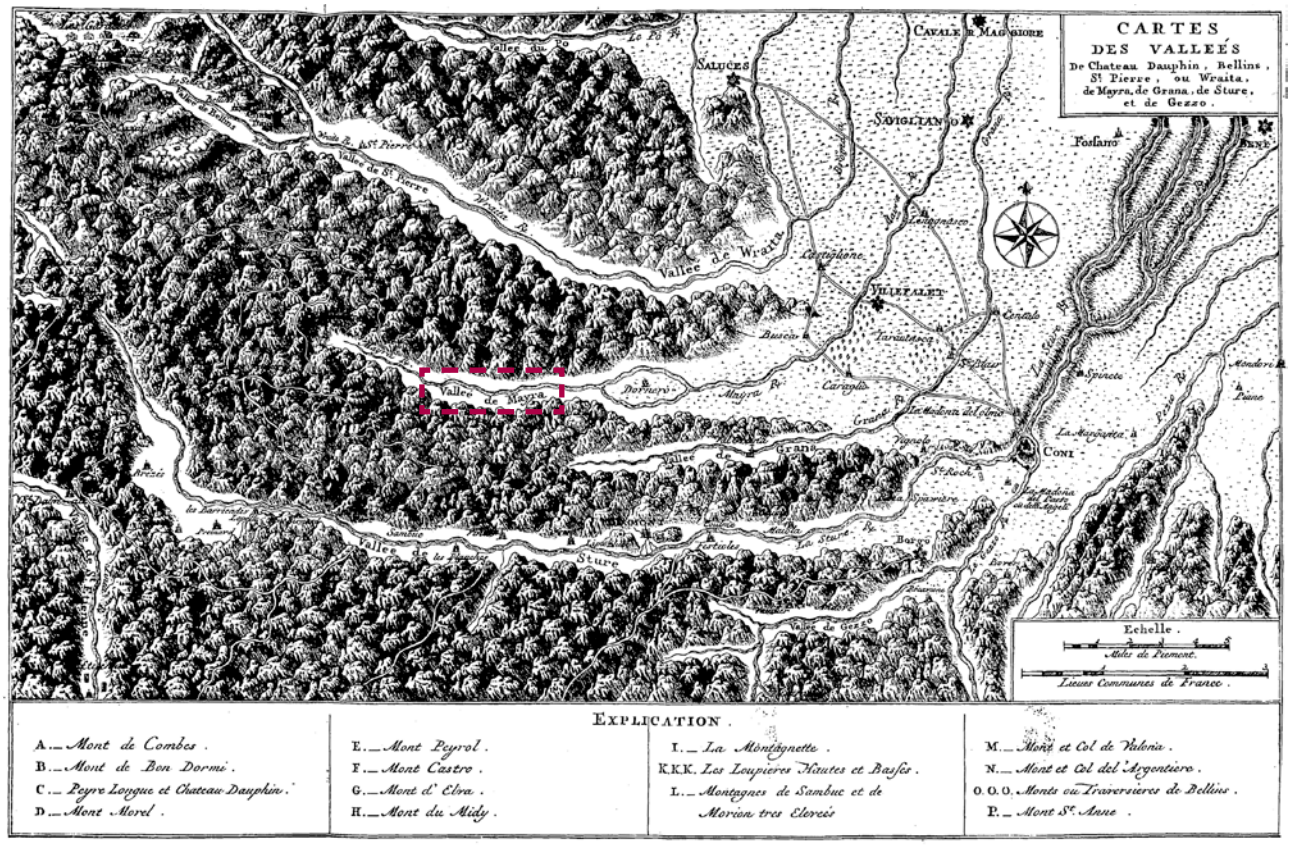
33 Acceglio, Prazzo, San Michele, Ussolo, Canosio, Marmora, Elva, Stroppo, Celle di Macra, Alma (oggi Macra), Paglieres e Lottulo.

della valle, considerata "Repubblica della Valle Maira", rimase tale fino alla fine del XVI secolo quando, con l'annessione al ducato di Savoia, ebbe fine il periodo di autonomia e benessere che la valle aveva vissuto.[34]

Questa nuova fase nella storia della valle ha come punto di svolta lo scontro di Lottulo nel gennaio del 1593 e il conseguente Trattato che dichiarava l'annessione della Maira al ducato di Savoia e la conseguente fine del periodo di autogoverno delle comunità montane che, a partire da quel momento, avrebbero dovuto adattarsi all'assolutismo del regime piemontese. Il territorio, inoltre, venne coinvolto in una serie di guerre con la Spagna e l'Austria, a volte alleate e a volte nemiche, per via delle mire esponsionistiche del ducato. Per questa ragione, tra il XVII e il XVIII secolo, queste terre videro grandi carestie, pestilenze oltre che le classiche tragedie della guerra, dai saccheggi alla violenza.

Probabilmente la guerra più famosa fu quella di Successione austriaca del 1743/1744 che vedeva contrapposti i franco-spagnoli ai sardo-piemotesi e austriaci. La vittoria, avvenuta nell'estate del 1744, venne ottenuta dai franco-spagnoli che riuscirono ad entrare nel Regno di Sardegna, attraversando la Valle Maira e poi la Stura, ed assediare Cuneo.
Sicuramente, almeno per la storia della valle, il momento più significativo fu la sconfitta piemontese sull'Altopiano della Gardetta e al Colle del Preit dove, i soldati del Regno

▼ In basso, De Rouvroy M.H. conte di Saint-Simon, 1777, **Cartes des Valleés De Chateau Dauphin, Bellins, St. Pierre, ou Wraita, de Myra, de Grana, de Sture, et de Gezzo** in *Histoire de la guerre des Alpes ou Campagne de MDCCXLIV. par les armées combinées d'Espagne et de France commandées par S.A.R. l'infant don Philippe et S.A.S. le prince de Conti où l'on a joint l'histoire de Coni depuis sa fondation en 1120 jusqu'à présent par le marquis de St. Simon aide de camp de S.A.S. le prince de Conti aux dépens de l'auteur,* Amsterdam : de l'imprimerie de M.M. Rey. Disponibile su < https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k106834v.image>



34 AA. VV., 2013, *op. cit.*

di Sardegna vennero accerchiati dai battaglioni francesci giunti, da Canosio, al Preit e da quelli spagnoli che, superata la barriera della Gardetta, marciarono sull'omonimo altopiano, conquistando i colli circostanti. Una volta entrati nella valle, fu facile per gli eserciti passare dalla Bandia al Vallone dell'Arma per poi raggiungere e assediare la Fortezza di Demonte, costruita alla fine del XVI secolo.[35] Di questo conflitto, ad oggi, restano delle tracce sia presso Prato Ciorliero[36], oltre il passo, che al vallone di Preit.[37]

Sempre le guerre furono le direttrici primarie della storia della valle, a partire dalle campagne del Risorgimento alle due Guerre Mondiali che videro nella popolazione di questi luoghi una grande fonte di uomini da mandare al fronte a combattere.
La valle, quando nel 1915 l'Italia entrò in guerra, non attraversava già un momento particolarmente felice che la guerra andò ad accentuare, peggiorando una situazione socio-ecomonica già grave oltre ad aggravare l'esodo da queste terre, già iniziato nel XIV secolo. Il secondo coflitto mondiale e l'avvento del Fascismo, d'altro canto, inflissero l'ennesimo colpo a questa situazione, inaugurando probabilmente il periodo più cupo nella storia della val Maira. Infatti, rispetto ad altre zone, l'adesione al fascio non fu immediata e le politiche intraprese dal regime sia rispetto l'agricoltura che l'emigrazione stagionale non aiutarano affatto la popolazione che, privata già dalla manodopera dalla prima guerra e dalle colture tipiche convetite in grano, perse anche la fonte di reddito derivante dal lavoro stagionale in Francia.[38]
Gli anni Trenta, invece, videro la preparazione e poi l'ingresso in guerra, una guerra che, ancora una volta, avrebbe portato alla valle solo perdite devastanti contate non solo in uomini ma anche in case, in vite interrotte e catapultate altrove, in intere borgate abbandonate.
Se, infatti, da un lato si stava costituendo il Vallo Alpino del Littorio, allestito a partire dal 1937, e le truppe risalivano i monti pronte per combattere, dall'altro i residenti abbandonavano le

35 De Rouvroy M.H. conte di Saint-Simon, 1777, *Histoire de la guerre des Alpes ou Campagne de MDCCXLIV. par les armées combinées d'Espagne et de France commandées par S.A.R. l'infant don Philippe et S.A.S. le prince de Conti où l'on a joint l'histoire de Coni depuis sa fondation en 1120 jusqu'à présent par le marquis de St. Simon aide de camp de S.A.S. le prince de Conti aux dépens de l'auteur,* Amsterdam : de l'imprimerie de M.M. Rey. Disponibile su < https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k106834v.image>

36 Tarozzo P., 2020, *Dimenticata. Genesi e oblio della Strada dei Cannoni in Val Maira*, Prova finale in Architettura per il Restauro e la Valorizzazione del Patrimonio, Politecnico di Torino, rel. Prof.ssa Spanò A. T., correl. Prof.ssa Naretto M., Patrucco G.

37 Uggé S., Ferrero L., Collo E., Piazza M., Sconfienza R., 2015, *Canosio, colli del Preit e della Gardetta. Sito di interesse paleontologico e trinceramenti del XVIII secolo*, pp. 306-310.

38 AA. VV., 2013, *Val Maira – Ambiente, cultura e tradizioni di un'affascinante valle occitana*, Cuneo, Più Eventi Edizioni, pg.30.



si parla di...

QUEL VALLO FATALE CHE NEL '40 VIDE LA «PUGNALATA»...

Al confine con la Francia, fu detto «Littorio» e fatto presidiare da Mussolini con un corpo speciale: oggi è ancora disseminato di monumenti, di cimeli che ricordano i giorni in cui entrammo in guerra con i francesi

◀ A sinistra, pagina de **"La Stampa"** dal titolo **"Quel vallo alpino fatale che nel '40 vide la <pugnalata<..."**; a memoria del sistema fortificato alpino costruito durante il secondo conflitto bellico ma mai entrato in funzione o, anzi, mai davvero portato a termine.

Fonte: Scagliola R., 1988, Quel vallo fatale che nel '40 vide la "pugnalata", La Stampa, pg. 13. Disponibile su Archivio Storico "La Stampa", digitando "vallo alpino" nella barra di ricerca.

loro case e le borgate di confine *"nella più totale confusione fra famiglie di montanari che scendevano [...] con qualche animale e poche masserizie"*.[39]

Come ora sappiamo, l'attacco italiano del 1940 fu praticamente una disfatta sia per l'esercito italiano che per lo stesso sistema difensivo che, costruito in fretta e in molti casi senza mai vedere una conclusione, si è configurato solo come un grande dispendio di energie e denaro.

Di quello che avrebbe dovuto essere un sistema difensivo capillare e in grado di proteggere da un eventuale attacco nemico, ciò che oggi resta sono le innumerevoli opere – comunemente chiamate bunker – sparse sui monti così come quella fitta rete di vie e mulattiere militari che avrebbe dovuto garantire il collegamento tra le varie fortificazioni.

Con l'armistizio dell'8 settembre 1943 la valle vide un lento

39 ibidem.





▲ In alto, palazzina di comando dei ricoveri della Gardetta al 1922.

Collocazione: Sezione Staccata di Cuneo della 1° Direzione del Genio Militare di Torino. Disponibile sul sito dell'attuale Rifugio della Gardetta, su < https://www.rifugiogardetta.it/wp/>

▼ In basso, rifugio della Gardetta al 2021. Sulla destra, evidenziato in bianco, ciò che rimane della palazzina di comando.
Foto: Andrea Possa, team DIRECT.

ritorno dei propri abitanti che trovarono, *"come conseguenza della presenza militare "amica", edifici danneggiati, case, orti e boschi depredati"*[40] e proprio questi, rifiutandosi di rispondere all'ennesima chiamata alle armi da parte della Repubblica Sociale, iniziarono a formare i primi gruppi partigiani che occuparono, sin da subito, entrambi i versanti della Maira. Ben presto, comunque, i tedeschi, con l'ausilio delle "Brigate Nere", diedero inizio a una serie di violenze e rappresaglie volte a sradicare il fenomeno partigiano e riprendere il controllo del territorio che, fino a quel momento, aveva vissuto un periodo di sostanziale autonomia politica e amministrativa. Le azioni tedesche, comunque, inflissero un duro colpo al morale dei valligiani, i quali persero diversi familiari o, ancora, nella rappresaglia di Dronero dell'8 febbraio 1945, addirittura tutti i capifamiglia.
Con la liberazione del 25 aprile, tuttavia, *"nonostante la libertà, la democrazia e la pace, furono le macerie dell'anima le più difficili da rimuovere"*[41]*,* tante furono anche *"le domande inquietanti sull'avvenire, messo in discussione da prospettive assai oscure"*[42] la cui unica alternativa era la fuga.

Gli anni Sessanta e Settanta video un progressivo abbandono di queste terre e di tutti quei villaggi che, in seguito alla guerra, erano stati finalmente raggiunti dalle nuove strade

40 AA. VV., 2013, Val *Maira – Ambiente, cultura e tradizioni di un'affascinante valle occitana*, Cuneo, Più Eventi Edizioni, pg.33.
41 AA. VV., 2013, op. cit.
42 ibidem.

carrozzabili.
"Per la prima volta si spezzò e si interruppe la tradizionale trasmissione del sapere da una generazione all'altra, di padre in figlio: ciò portà alla perdita di conoscenze ancestrali, basti pensare a tutti i mestieri di un tempo non più praticati, e a un più ampio sfaldarsi delle antiche comunità." [43]
Si cercò, però, in ogni modo, di riattivare quelle terre e, uno dei tentativi, fu l'istituzione, nel 1971, della Comunità Montana Valle Maira che cercò di ridare corpo alla vecchia idea di comunità, fronteggiando problemi come la solitudine e la rarefazione sociale attraverso nuovi servizi e trasporti come, ad esempio, le scuole, la sanità. Ciò che davvero riuscì a dare una nuova spinta vitale alla valle, che ne risente ancora oggi, fu una nuova rivoluzione culturale che ebbe atto negli stessi anni e si incentrò su due temi cardine: la ripresa dell'identità occitana, dell' *"idioma materno, per troppo tempo denigrato e sinonimo di subalternità"*[44] e la nuova concezione di territorio e paesaggio, che da elementi poveri e simbolo oltre che causa della fuga, diventano risorse, bellezze e occasioni da sfruttare per puntare una nuova rinascita.

Proprio per creare ulteriore senso di appartenenza a queste terre e, al contempo, dar vita ad un evento che simbolicamente accomuna tutti i suoi abitanti, l'Unità Montana Valle Maira (sorta in sostituzione della Comunità Montana) in collaborazione con l'Associazione Espaci Occitan (attiva nella promozione della tradizione occitana) hanno immaginato una celebrazione, una sorta di "compleanno simbolico", per i 1000 anni della Valle. Ad oggi, in realtà, si tratta ancora di un progetto work in progress costituito da una pagina web[45] che ripercorre la storia della Valle nei suoi punti salienti a partire dal 28 maggio 1028, data in cui si attesta, con il già citato documento di fondazione del Monastero di Caramagna, il primo riferimento a queste terre con il nome "Valle Macra". L'idea è quella di sfruttare questa ricorrenza, per la quale si sta effettivamente svolgendo un countdown, per riportare alla luce storia, tradizioni, usi e costumi della valle e promuoverne la valorizzazione, attraverso sia articoli monografici di esperti di storia locale che attraverso un "press kit" scaricabile dal sito, dopo aver risposto ad un questionario che punta a raccogliere proposte e idee sugli eventi e le modalità di celebrazione di questo tanto atteso anniversario, il tutto cercando, quindi, di coinvolgere sia il residente che il turista in una sorta di modalità di progettazione partecipata e dal basso.



▲ In alto, logo 1000 anni Valle Maira - 28 maggio 2028.

Fonte: Unione Montana Valle Maira, Associazione Espaci Occitan, Pagina web "1000 anni Valle Maira". Disponibile su < https://1000annivallemaira.it/>

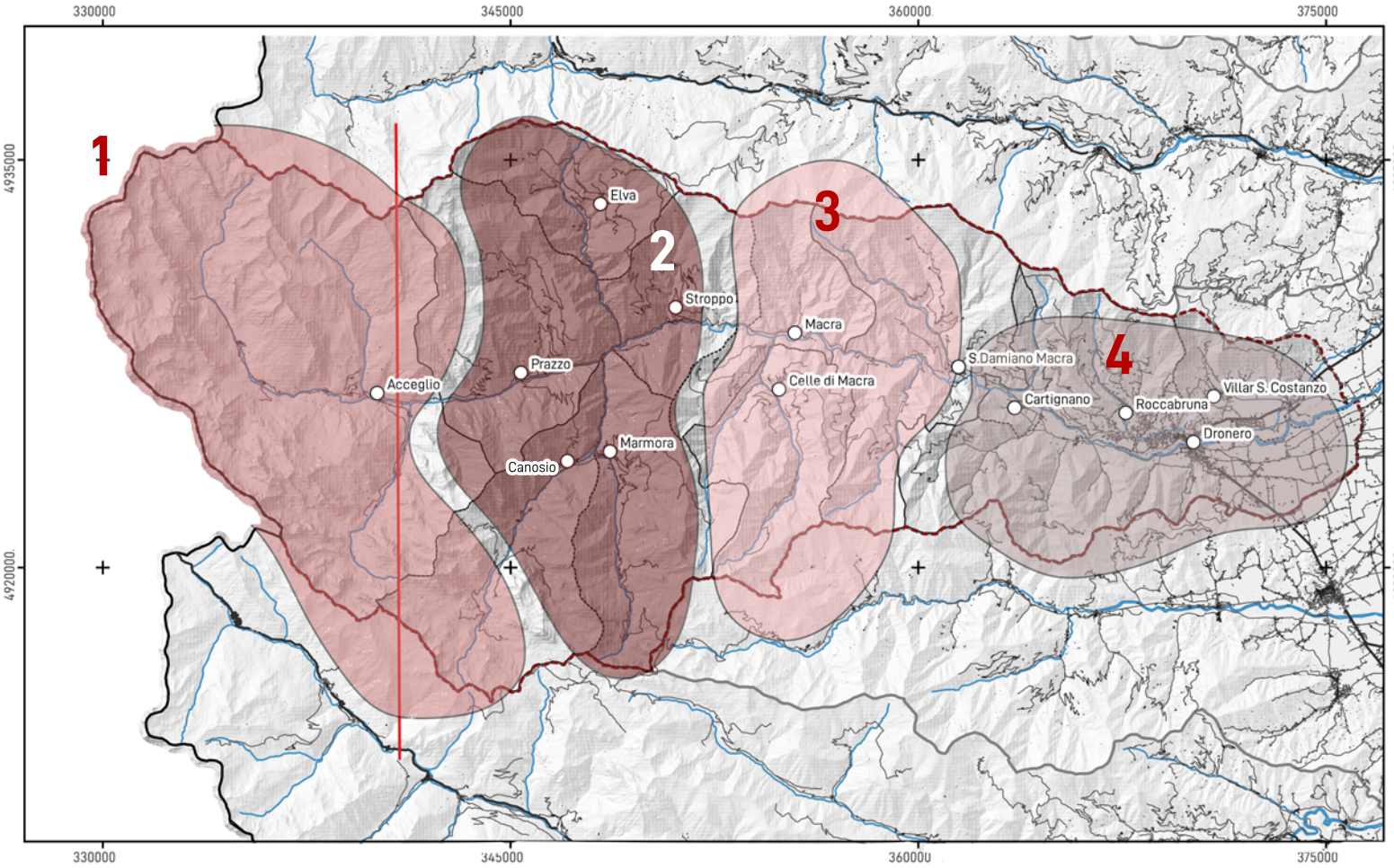
43 ibidem.
44 AA. VV., 2013, Val Maira – Ambiente, cultura e tradizioni di un'affascinante valle occitana, Cuneo, Più Eventi Edizioni, pg.38.
45 Unione Montana Valle Maira, Associazione Espaci Occitan, Pagina web "1000 anni Valle Maira". Disponibile su < https://1000annivallemaira.it/>

▼ In basso, **Carta amministrativa della Val Maira e suo contesto con evidenziate le 4 macro-aree di uso del suolo.**
Scala 1:250.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte.

3.1.4 Uso del suolo e criticità

"La superficie dell'Area Forestale "Valle Maira"[46] *è pari a 63.306 ha ed è occupata da formazioni forestali per il 40%, da aree a prevalente copertura erbacea per il 32%, da rocce e acereti per il 15%, superfici agricole per l'11% e da aree urbane, acque e greti per il restante 2%."*[47] Essa, inoltre, è costituita per quasi il 70% da superficie destinata al pascolo, suddivisa in 22 comprensori di pascolo di proprietà differente (pubblica, privata, mista) distribuiti tra i vari comuni.
Come propone già la scheda d'ambito 52 del Piano Paesaggistico della Regione Piemonte, la Valle Maira può essere ideologicamente suddivisa in quattro macro-aree sia per uso del suolo che per pendenza del terreno e per la litologia dei luoghi, come riporta la carta che segue.



Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

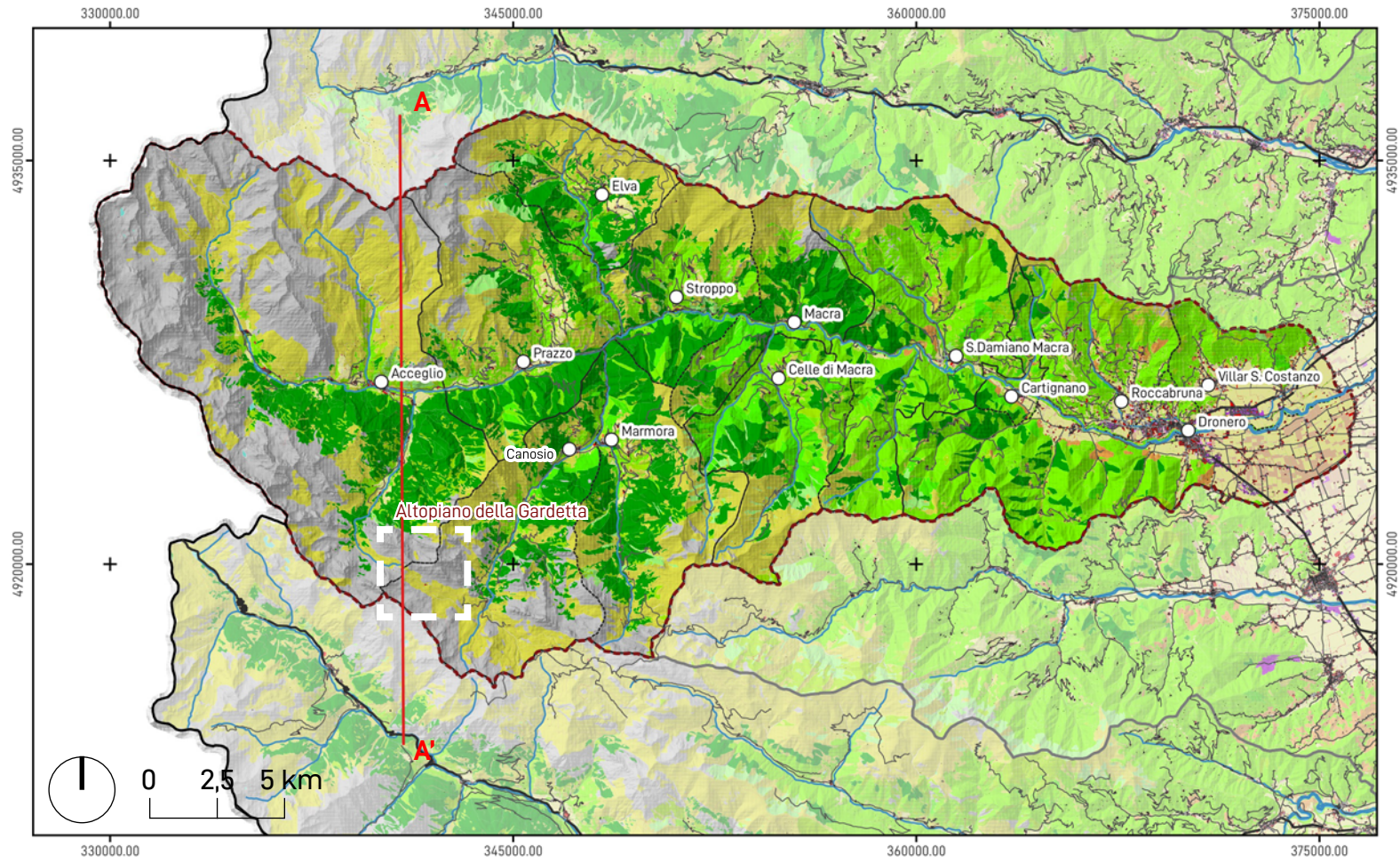
0 2,5 5 km

1. La prima porzione è situata più ad ovest, al confine con la Francia e vede l'alternanza di cime piuttosto elevate con pendenze estreme ed estesi pianori e altipiani.[48] Questo

46 Nell'Area Forestale "Valle Maira" è compreso anche il comune di Busca.
47 Unione Europea, Regione Piemonte, Ipla, 2000, *Area forestale: Valle Maira – Piano Forestale Territoriale*. Disponibile su <http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do?idAreaForestale=10>
48 Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale, Schede*

dualismo può essere ben esemplificato dal caso dell'esteso altopiano della Gardetta a cui si oppone la forma affilata e svettante di Rocca La Meja, la quale raggiunge i 2831 m, una quota modesta rispetto ai più alti Chambeyron e Sautron. La carta delle pendenze mette in evidenza questa alternanza di rilievi-pianori, grazie all'avvicendamento di un rosso più acceso, tendente al nero e del giallo più chiaro.
Guardando, invece, all'uso del suolo di questa area (carta A), si denotano perlopiù rocce nude (in grigio) e ampi prati e praterie (giallo scuro), sia sui versanti esposti a sud che a nord. Avvicinandosi, invece, al fiume, si incontrano foreste di conifere e, più piccole, di latifoglie. In generale, esse aumentano di dimensione man mano che ci si abbassa di quota e ci si avvicina a corsi d'acqua. *"Qui il sistema di paesaggi apprezzabili è uno tra i migliori del Piemonte, anche per la presenza di massicci e di guglie che [...] caratterizzano il territorio"*[49] ed è motivo di grande interesse e di fama in ambito turistico ed escursionistico.
Nonostante il crescente interesse verso quest'area di alta valle, va segnalato che, in generale, essa si presenta come altamente caratterizzata da frane (carta C), sia attive che antiche oltre che da diversi conoidi, principalmente lungo il fiume Maira mentre si denotano diverse aree vulnerabili (in grigio scuro) sia sui due versanti che delimitano Prato Ciorliero che intorno al vallone del Preit e nel vallone di Unerzio. Da evidenziare sono le estese aree con frane attive presenti a nord di Acceglio (retino azzurro a righe oblique) e del fiume Maira, le quali vanno ad intaccare sia centri abitati che la rete viaria, interrompendo spesso e volentieri i già precari collegamenti della valle. E' da notare, inoltre, che molto spesso zone con frane attive e versanti vulnerabili coincidono con aree prive di coltivazione e caratterizzate da distese di prati se non addirittura da porzioni rocciose con pendenze piuttosto elevate.
2. La seconda parte, compresa tra i 1000 e 2000 metri di altitudine, si distingue per *"un paesaggio caratterizzato da versanti montani a pendenze medio-eleate, incisi da numerosi rii laterali"*[50] contraddistinti, partendo da valle, da estesi boschi di conifere che, salendo di quota, cedono terreno a vegetazione boschiva in più rada e a praterie più o meno estese. In particolare, tra le conifere, *"spiccano i lariceti, frequentemente pascolati, alternati ad abetine di abete bianco e pinete di pino montano sui versanti esposti a nord e pinete di pino silvestre in quelli solatii"*[51] mentre, grazie alla qualità del loro manto erboso, i prati vengono frequentemente utilizzati come pascoli.

degli ambiti di Paesaggio, Ambito 52. Disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>
49 Ibidem.
50 Ibidem.
51 Ibidem.



▲ In alto, **A - Carta copertura del suolo della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

▶ A destra, **B - Carta forestale della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

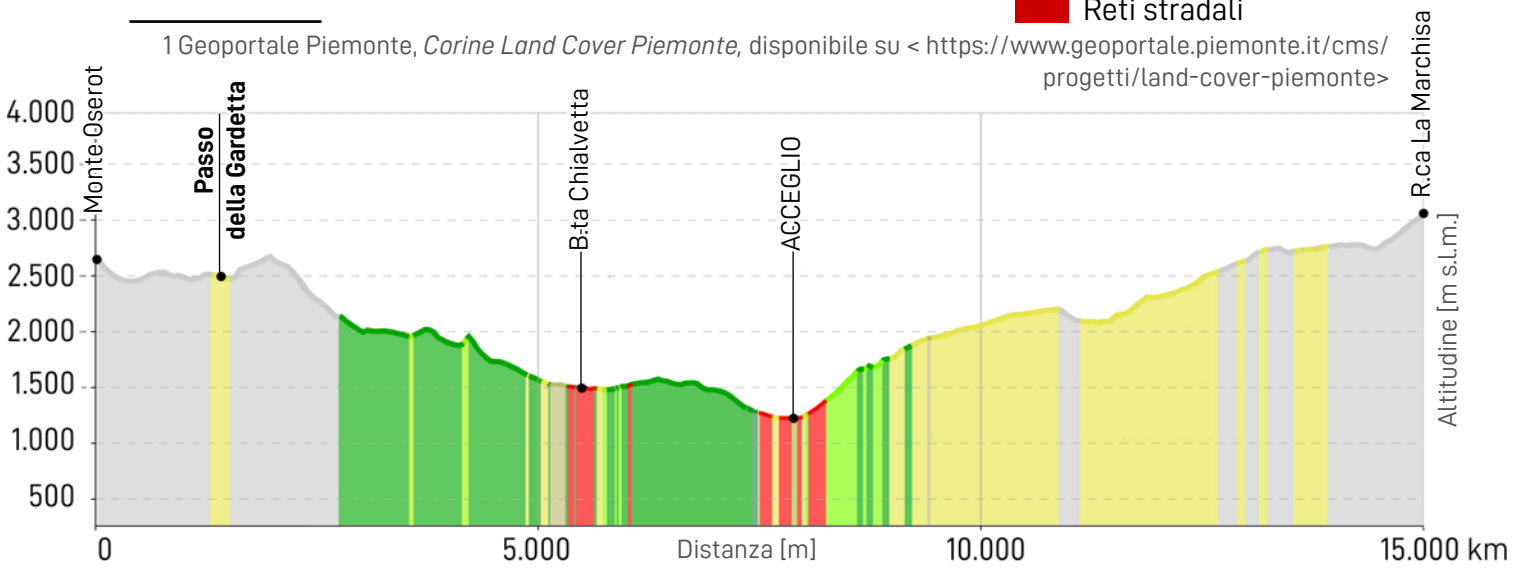
▼ In basso, **Sezione trasversale A-A' Val Maira con copertura del suolo.**

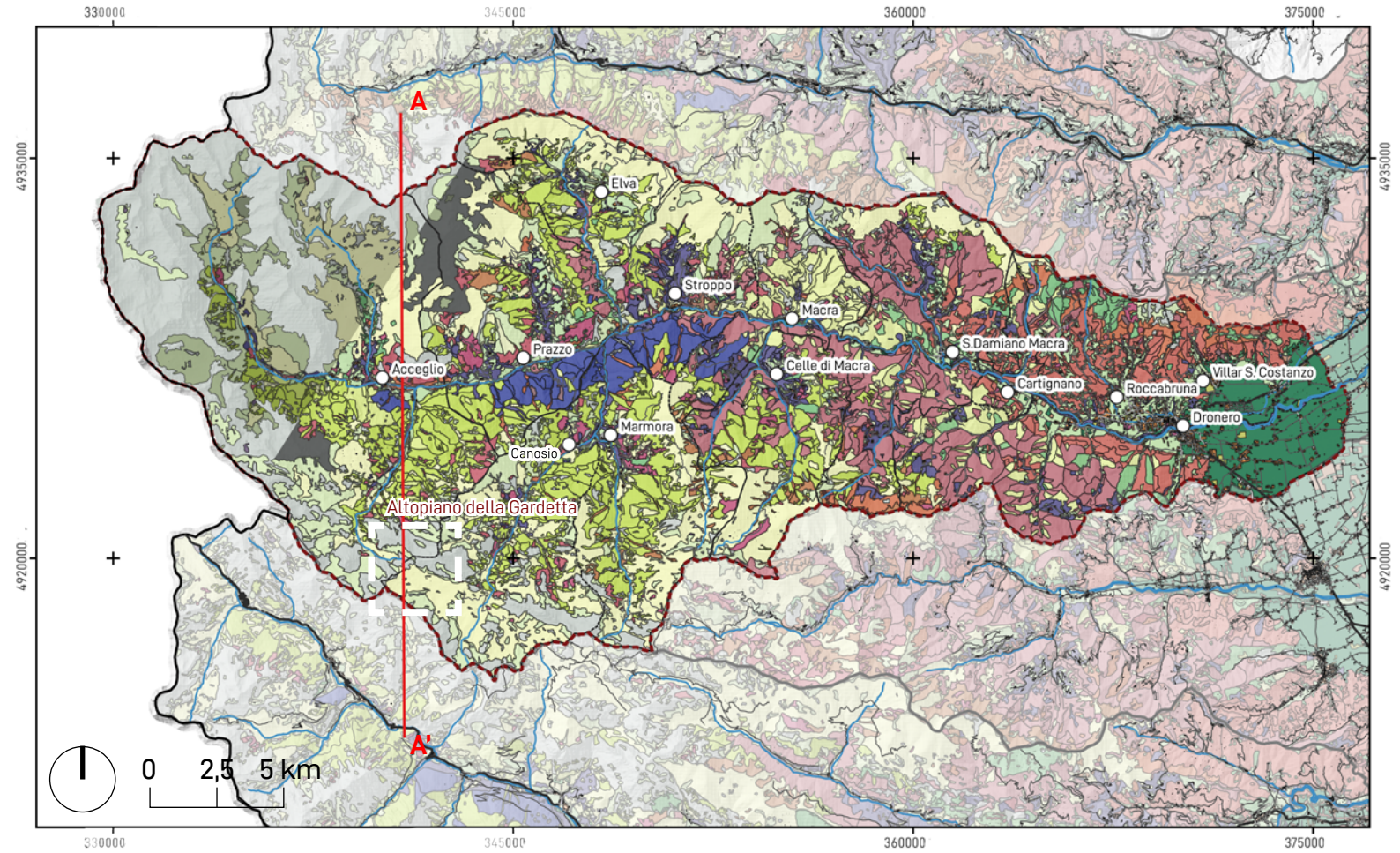
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; Corine Land Cover Piemonte, aggiornamento 2021, Carta forestale Piemonte su portale SIFOR.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda
Copertura del Suolo[1]
- Zone residenziali a tessuto continuo
- Zone residenziali a tessuto discontinuo
- Zone residenziali isolate
- Aree industrali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
- Reti stradali

1 Geoportale Piemonte, *Corine Land Cover Piemonte,* disponibile su < https://www.geoportale.piemonte.it/cms/progetti/land-cover-piemonte>





- Aeroporti
- Aree estrattive
- Discariche
- Aree verdi urbane
- Aree ricreative e sportive
- Seminativi
- Vigneti
- Frutteti e frutti minori
- Pioppeti
- Prati stabili
- Aree agroforestali
- Boschi di latifoglie
- Boschi di conifere
- Boschi misti
- Brughiere e cespuglieti
- Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
- Spiagge, dune e sabbie, isole fluviali, greti
- Rocce nude, falesie, rupi affioramenti
- Corsi d'acqua, canali e idrovie
- Bacini d'acqua

Carta forestale[2]

- Abetine
- Acero-tiglio-frassineti
- Acque
- Alneti planiziali e montani
- Arbusteti planiziali collinari e montani
- Arbusteti subalpini
- Aree urbanizzate, infrastrutture
- Aree verdi di pertinenza di infrastrutture
- Boscaglie pioniere e d'invasione
- Castagneti
- Cespuglieti
- Cespuglieti pascolabili
- Coltivi abbandonati
- Faggete
- Frutteti, vigneti
- Greti
- Impianti per arboricoltura da legno
- Lariceti e cembrete
- Peccete
- Pinete di pino montano
- Pinete di pino silvestre
- Praterie
- Praterie non utilizzate
- Praterie rupicole
- Prato-pascoli
- Querceti di rovere
- Querceti di roverella
- Rimboschimenti
- Robineti
- Rocce, macereti, ghiacciai
- Saliceti e pioppeti ripari
- Seminativi

Edificato

- Centro abitato

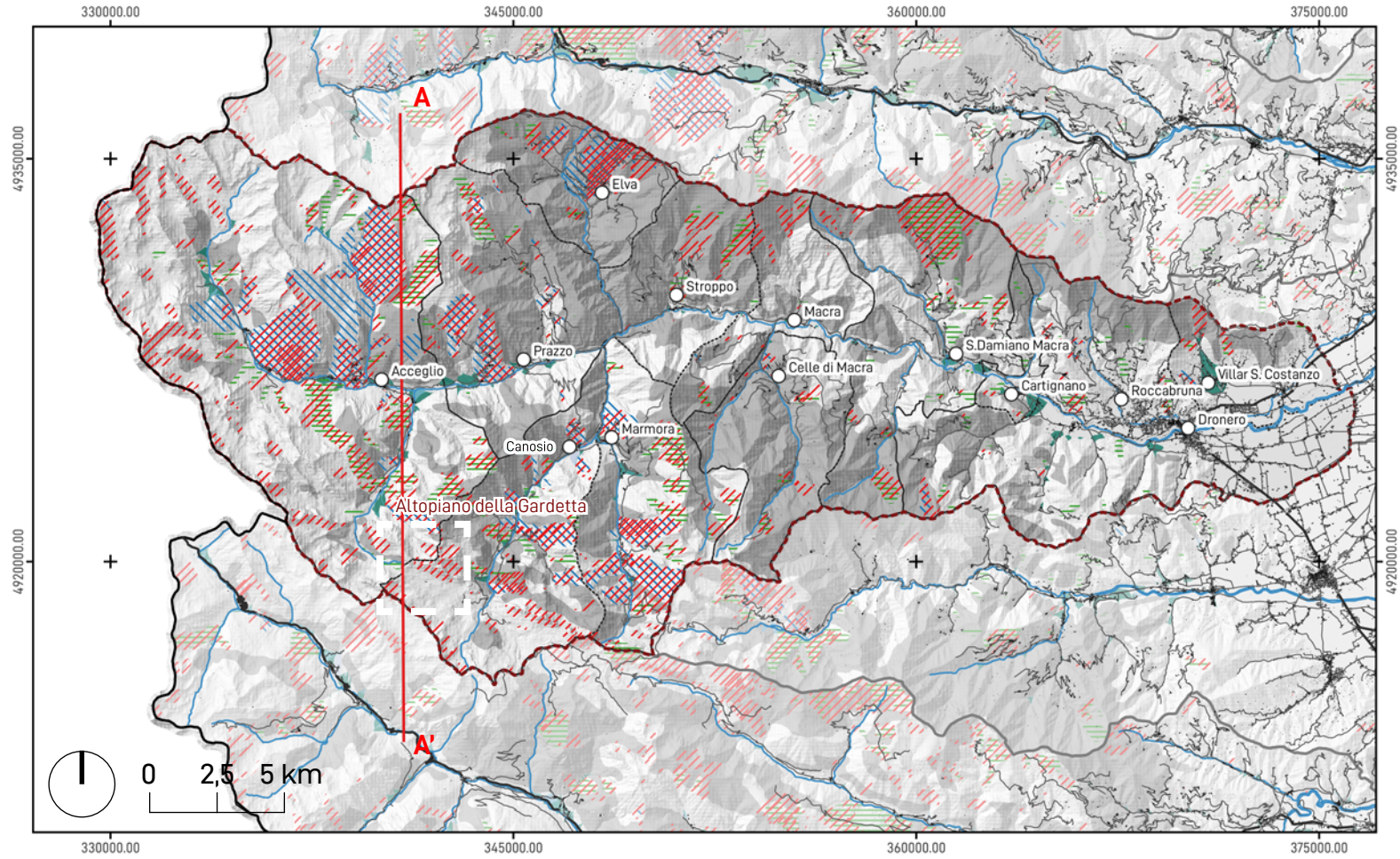
Idrografia

- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi

- Valle Maira
- Valli

2 Unione Europea, Regione Piemonte, Ipla, 2000, A*rea forestale: Valle Maira – Piano Forestale Territoriale*. Disponibile su <http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do?idAreaForestale=10>



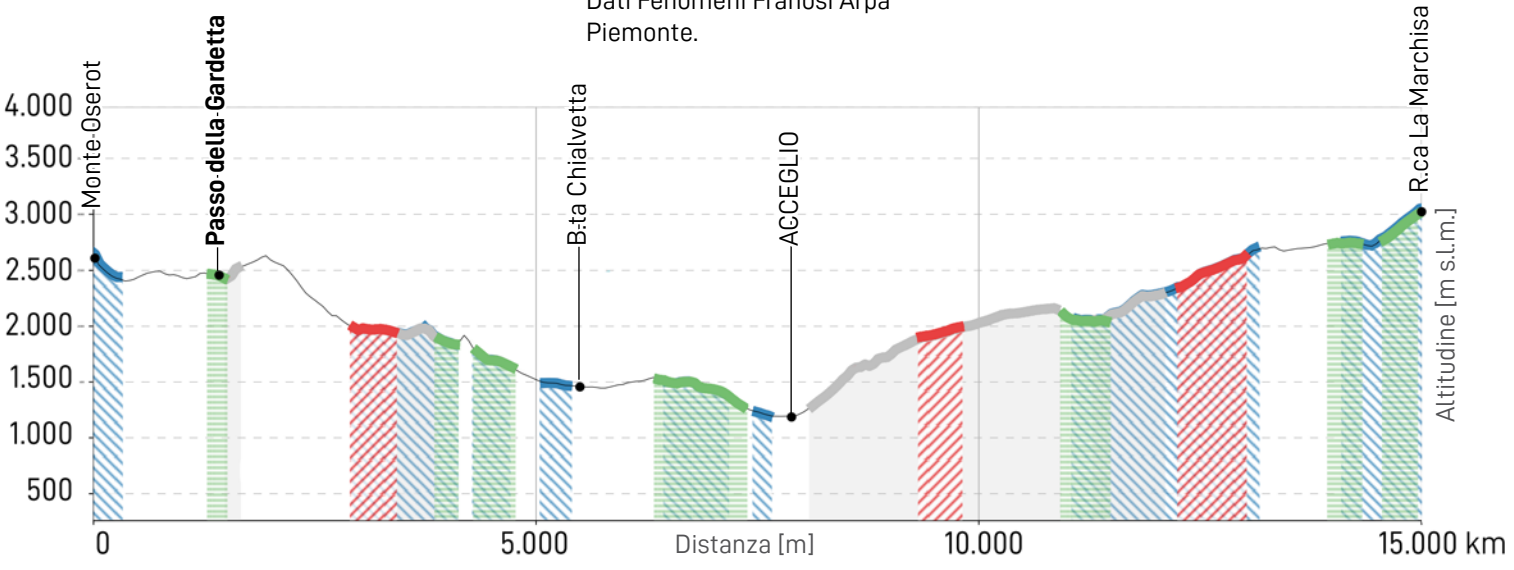
▲ In alto, **C - Carta dei fenomeni franosi della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

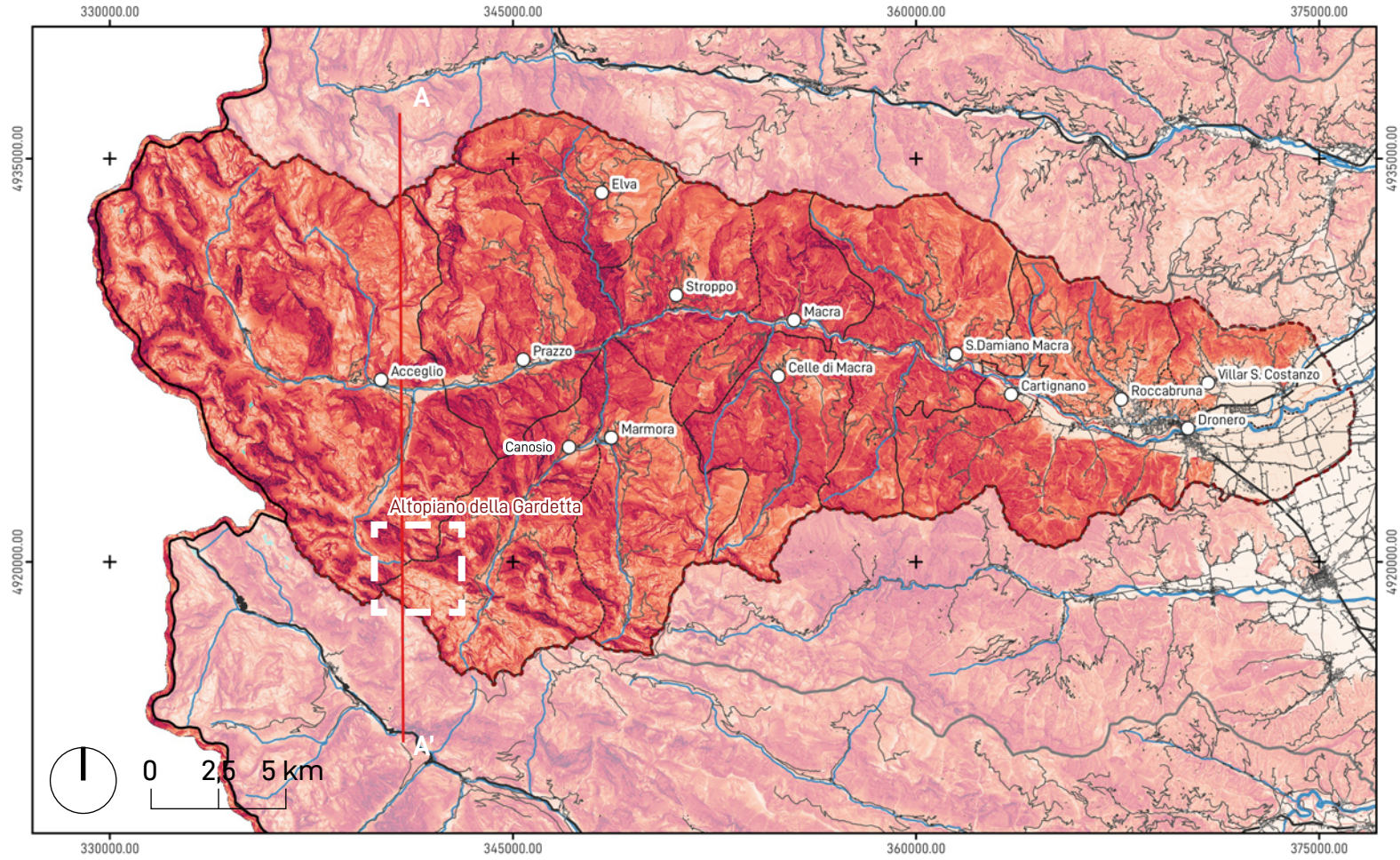
▶ A destra, **D - Carta delle pendenze della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

▼ In basso, **Sezione trasversale A-A' Val Maira fenomeni franosi.**

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Carta delle pendenze derivata da Modello digitale del terreno, Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; Dataset frane antiche, attive, areali e versanti pericolosi da Banca Dati Fenomeni Franosi Arpa Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N





I versanti di quest'area sono, per buona parte, considerati come versanti vulnerabili mentre un certo numero di frane sia storiche che attive, si presentano al centro del vallone di Elva, a nord, e in quello di Canosio e Marmora, più a sud, concentrandosi, ancora una volta, in praterie e aree prevalentemente rocciose.

La terza parte, invece, vede versanti a pendenze medie e dislivelli ridotti e, a differenza di quella limitrofa, il suolo è prevalentemente coperto da latifoglie, con maggiore estensione sui versanti esposti a nord mentre, quelli con orientamento sud, vedono ancora un'alta presenza di pini silvestri e quindi di boschi di conifere. Diminuendo di quota, gli eventi franosi e le aree di questo genere vanno via via decrementando e sono limitate ad ambini marginali e a cavallo tra le due valli.

La quarta e ultima parte, infine, la più piccola per estensione, corrisponde alla zona di bassa valle, tra San Damiano Macra e la pianura e, proprio la vicinanza ad essa e le quote nettamente inferiori rispetto al resto della valle, fanno sì che questa porzione sia quella che ospita *"un'agricoltura pedemontana marginale che determina una varietà di prospettive e di ambienti molto positiva"*[52]. I già citati boschi di conifere e latifoglie, infatti, permangono solo nei rilievi appena accentuati, lasciando invece spazio, in pianura, a spazi coltivati di vario tipo che circondano centri abitati di dimensioni nettamente superiori rispetto a quelli di alta valle. Trattasi perlopiù di castagneti e alberi da frutto oltre che di alcuni esemplari di querceti. A fondo valle,

Legenda

Fenomeni franosi
- Frane areali
- Frane attive
- Frane antiche substrato
- Settori versanti vulnerabili

Conoidi
- Conoide
- Lembo di conoide relitto
- Settore con canale attivo
- Settore di attività recente

Pendenze
- 0
- 90

Edificato
- Centro abitato

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Valli

52 Ibidem.

▶ A destra, **Carta dei comprensori di pascolo della Val Maira e suo contesto.**
Scala 1:250.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; dataset comprensori di pascolo da portale SIFOR.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

Proprietà comprensori di pascolo
- Comunale
- Mista
- Privata

Edificato
- Centro abitato

Idrografia
- Principale
- Secondaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Valli
- Comuni

0 2,5 5 km

principalmente nell'area di Dronero, sono da rilevare anche le importanti superfici delle aree destinate all'industria oltre che la presenza di attività estrattive legate alle cave di gneiss. Come anticipato anche per l'area attigua, anche in questo caso si evince una netta diminuzione delle superfici di versanti considerati vulnerabili e legati, nuovamente, solo ad aree particolarmente in quota e più vicine a San Damiano Macra che non alla valle. In generale, l'area è perlopiù interessata da conoidi alluvionali, che, da un lato, hanno reso in passato i suoli particolarmente ricchi e fertili ma, dall'altro, mettono a rischio diverse porzioni dell'abitato di Villar San Costanzo, Cartignano e San Damiano Macra.
Più in generale, inoltre, si può notare come esista anche una vasta popolazione di acero-tigli-frassineti che si sviluppano seguendo l'andamento sia del fiume maggiore che dei corsi d'acqua inferiori mentre nell'area circoscritta tra i comuni di Prazzo, Stroppo e Marmora appare ben evidente nella carta a lato un'ampia e densa presenza di abetine, sviluppate a quote più basse e "incastrate" nel cuore della valle.[53]

Per quanto, invece, concerne i comprensori di pascolo, essi si sviluppano lungo i diversi valloni laterali e aumentano di estensione man mano che si sale di quota, occupando via via superfici maggiori rispetto al fondovalle. *"I comprensori più estesi in linea di massima sono localizzati nell'alta Valle (Comuni di Acceglio, Prazzo, Elva, Canosio,) ed in essi la proprietà comunale è assolutamente prevalente su quella privata; la situazione in linea di massima s'inverte nelle aree di media e bassa Valle (Comuni di Celle, S. Damiano, Cartignano, Roccabruna, Dronero) dove i Comprensori sono più piccoli e la proprietà privata risulta ben rappresentata o addirittura prevalente su quella comunale."*[54] La dimensione, comunque, non è l'unico elemento caratterizzante in quanto tendenzialmente i comprensori maggiori vengono ridimensionati poiché buona parte del territorio è occupato da rocce e macereti che hanno un basso valore pastorale. Per citare degli esempi, il comprensorio del Vallone del Preit, nel comune di Canosio, è occupato per il 30% da rocce e macereti mentre quello di Enchiausa-Prato Ciorliero, nel comune di Acceglio, vede un'occupazione di circa il 33%.
Facendo, poi, riferimento all'uso e al numero di bestie pascolabili, i comprensori di alta valle sono , ancora una volta, quelli più utilizzati e caratterizzati anche da un maggiore carico di bestiame ma, al contempo e forse parallelamente alla situazione generale della valle, sono quelli che sia a livello di servizi che di viabilità versano in una condizione peggiore, essendo quindi soggetti a tutta la serie di proposte di intervento del Piano Forestale.

53 Unione Europea, Regione Piemonte, Ipla, 2000, Area forestale: *Valle Maira – Piano Forestale Territoriale*. Disponibile su <http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do?idAreaForestale=10>
54 Ibidem.

COMPRENSORIO 1
Maurin - Stroppia - Infernetto

COMPRENSORIO 2
Valle di Cervet

COMPRENSORIO 3
Valle di Traversia - Serri

COMPRENSORIO 8
Chiotti - Camoscere

COMPRENSORIO 10
Elva - Pelvo

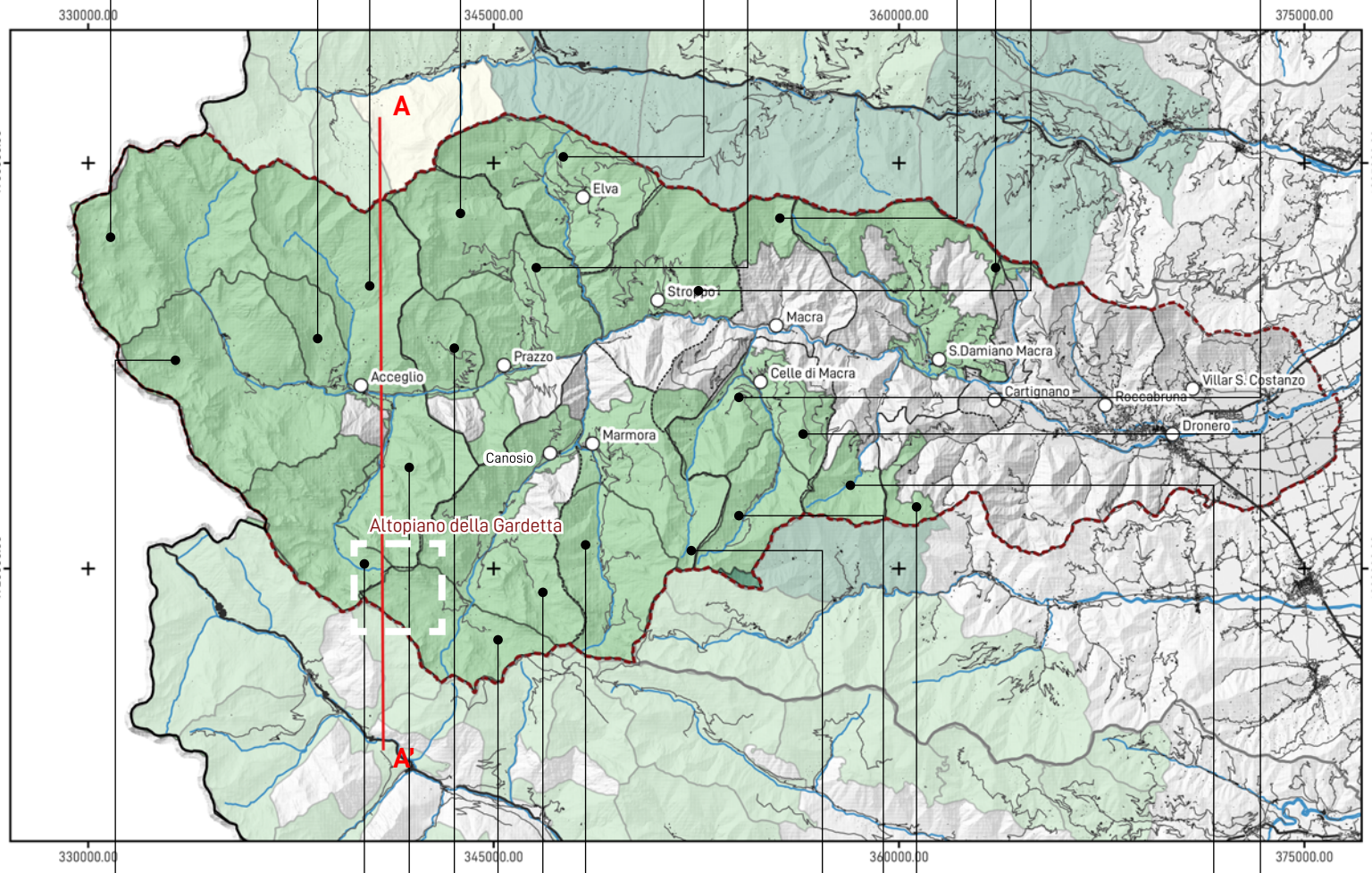
COMPRENSORIO 9
Vallone di S. Michele e Monte Corna

COMPRENSORIO 19
Cutagn - Cros

COMPRENSORIO 21
Pagliero - Birrone

COMPRENSORIO 11
Stroppo - Nebin

COMPRENSORIO 18
Vallone di Celle



COMPRENSORIO 4
Sorgenti del Maira - Visaisa

COMPRENSORIO 5
Enchiausa - Prato Ciorliero

COMPRENSORIO 6
Vallone di Unerzio

COMPRENSORIO 7
Vallone di Ussolo

COMPRENSORIO 15
Intersile

COMPRENSORIO 14
Resile - Oliveto

COMPRENSORIO 13
Vallone di Preit

COMPRENSORIO 12
Pianezza - Margherina

COMPRENSORIO 22
S. Margherita - Punta di Mezzogiorno

COMPRENSORIO 16
Vallone di Tibert

COMPRENSORIO 20
Monte Bastia - Monte la Pigna

COMPRENSORIO 17
Fumei - Celle di Macra

03

3.2 Strumenti di pianificazione e governo del territorio

Dopo un primo inquadramento sia storico che territoriale della Valle e del suo contesto, un secondo momento di indagine è definito dall'analisi degli strumenti di pianificazione territoriale esistenti e vigenti e della disamina di tutti quei fenomeni e dinamiche che essi colgono oltre che ai vari indirizzi e proposte di intervento legati alle eventuali problematiche e criticità dell'area di interesse.

Questa analisi vedrà uno sviluppo in tre livelli di approfondimento:

- a livello regionale, il Piano Paesaggistico Regionale[55], entrato in vigore nel 2017;
- la Strategia Nazionale Aree Interne (SNAI)[56], concepita nel 2012 ed entrata nella fase di approvazione nel 2017, anno in cui il Comitato Interno ha accolto anche la Strategia per le Aree Interne Valli Maira e Grana;
- Piano di Sviluppo Locale (PSL)[57] elaborato dal GAL (Gruppo di Azione Locale) Tradizione delle Terre Occitane, operante dal 2002 e comprendente ben 64 comuni della provincia di Cuneo.

3.2.1 Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

55 Regione Piemonte, 2017, Piano Paesaggistico Regionale, Pagina web disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

56 Agenzia per la Coesione Territoriale, 2012, Strategia Nazionale Aree Interne, Pagina web disponibile su < https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/>

57 GAL Tradizione Terre Occitane, PSL 2014-2020, Pagina web disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal/psl-2014-2020/>

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) si configura come *"uno strumento di tutela e promozione del paesaggio piemotese, rivolto a regolarne le trasformazioni e a sostenerne il ruolo strategico per lo sviluppo sostenibile del territorio"*[58] ed è stato approvato, in seguito all'accordo tra il MIBACT (Ministero per I Beni e le Attività Culturali) e la Regione Piemonte, il 3 ottobre 2017 con D.C.R. n.233-35836[59] dello stesso giorno.
Il PPR, in particolare, *"costituisce atto di pianificazione generale regionale improntato ai principi di sviluppo sostenibile, uso consapevole del territorio, minor consumo del suolo agronaturale, salvaguardia delle caratteristiche paesaggistiche e di promozione dei valori paesaggistici coerentemente inseriti nei singoli contesti ambientali"*[60] e, per far ciò, *"definisce modalità e regole volte a garantire che il paesaggio sia adeguatamente conosciuto, tutelato, valorizzato e regolato"*[61].

Proprio per quanto appena detto, quindi, si denota subito la duplicità di utilizzo oltre che il doppio valore del Piano Paesaggistico. Se, infatti, da un lato, attraverso gli obiettivi che persegue, viene messo in risalto quello che è il suo scopo principale e quindi tutte le proposte volte alla valorizzazione del patrimonio ambientale, storico, paesaggistico, dall'altra, la stesura stessa del Piano fornisce un ottima base di partenza per la conoscenza del territorio. Infatti, il processo di elaborazione del Piano ha previsto una fase di *"revisione e integrazione degli aspetti conosciti, cartografici, normativi"*[62] del "vecchio" PPR del 2009 e la ricognizione di altri beni paesaggistici, il tutto per avere una chiara catalogazione di quelli che sono i beni, gli elementi e i fenomeni da cui partire e da tutelare e che, per mezzo del Piano stesso, diventano oggetto di uno studio approfondito e della sua relativa diffusione.
Questa stessa volontà viene messa subito in evidenza sin dalle finalità del Piano Paesaggistico che, in primo luogo, *"si pone come strumento di conoscenza: costituisce un "atlante" complessivo che descrive il territorio piemontese; riconosce i valori fondamentali che lo qualificano, i suoi caratteri identitari, le principali criticità presenti; rappresenta una visione unitaria della regione alla luce delle sue componenti*

▲ In alto, logo Piano Paesaggistico Regionale Piemonte.

Fonte: Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale*, Pagina web disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

58 Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale*, Pagina web disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>
59 Deliberazione del Consiglio regionale 3 ottobre 2017, n. 233 – 35836 disponibile su <http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2017/42/attach/dcr_del233_pdcr228.pdf>
60 Regione Piemonte, 2017, P*iano Paesaggistico Regionale, Fascicolo Illustrativo*, pg.7. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/fascicolo_illustrativo.pdf>
61 Ibidem.
62 Ibidem.

▶ A destra, **Macroambiti Piano Paesaggistico Regionale Piemonte.**
Scala 1:1.500.000

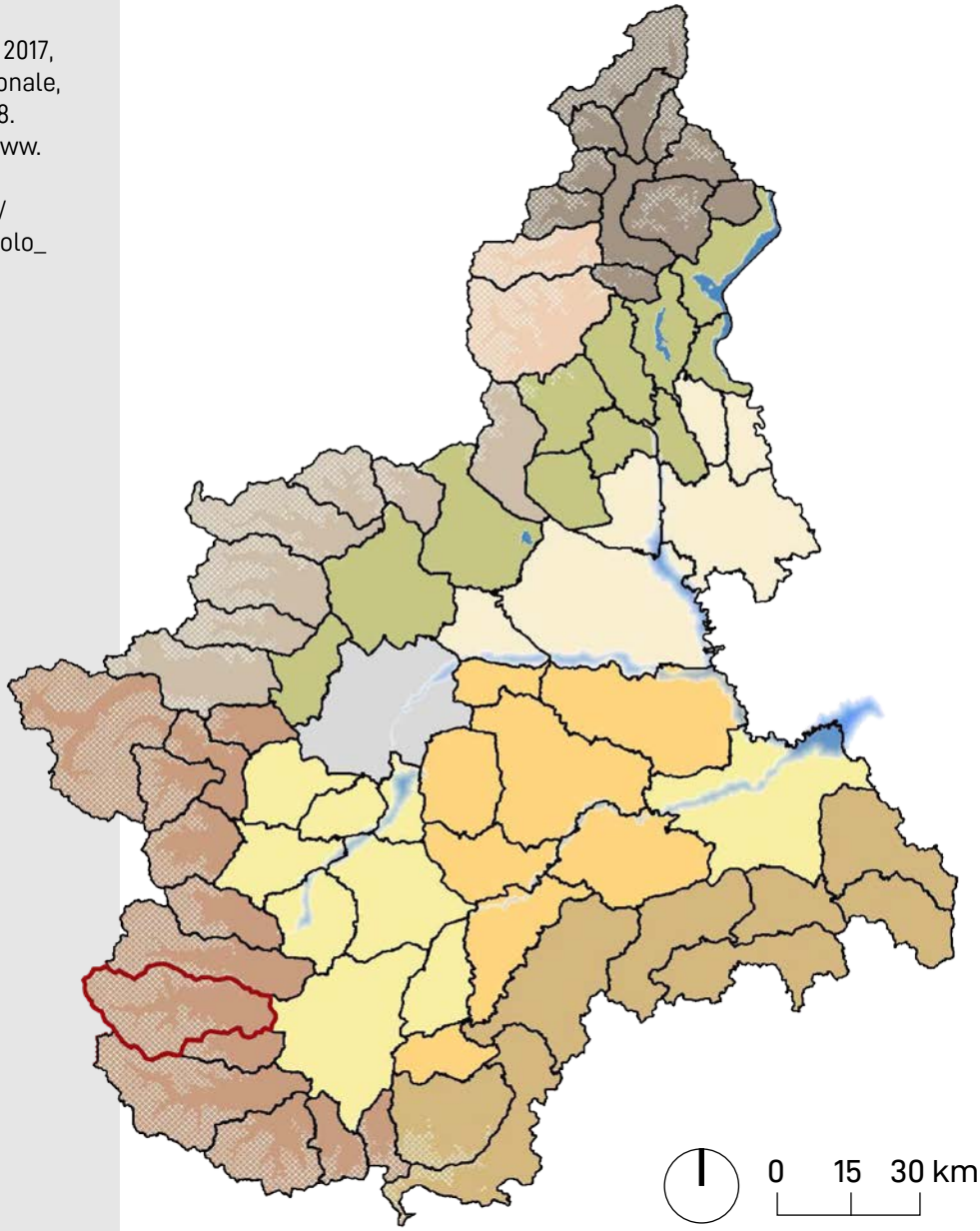
Fonte: Regione Piemonte, 2017, Piano Paesaggistico Regionale, Fascicolo Illustrativo, pg. 8. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/fascicolo_illustrativo.pdf>

Legenda

- Ambiti di Paesaggio
- Val Maira

Macroambiti

- Paesaggio d'alta quota
- Paesaggio alpino del Piemonte Settentrionale e dell'Ossola
- Paesaggio alpino walser
- Paesaggio alpino franco-provenzale
- Paesaggio alpino occitano
- Paesaggio appenninico
- Paesaggio collinare
- Paesaggio della pianura del seminativo
- Paesaggio della pianura risicola
- Paesaggio pedemontano
- Paesaggio urbanizzato della piana e della collina di Torino
- Paesaggio fluviale e lacuale



costitutive, delle sue principali vocazioni, delle espressioni caratteristiche che contraddistinguono la sua storia"[63] e solo dopo come strumento di programmazione, pianificazione e regolazione.

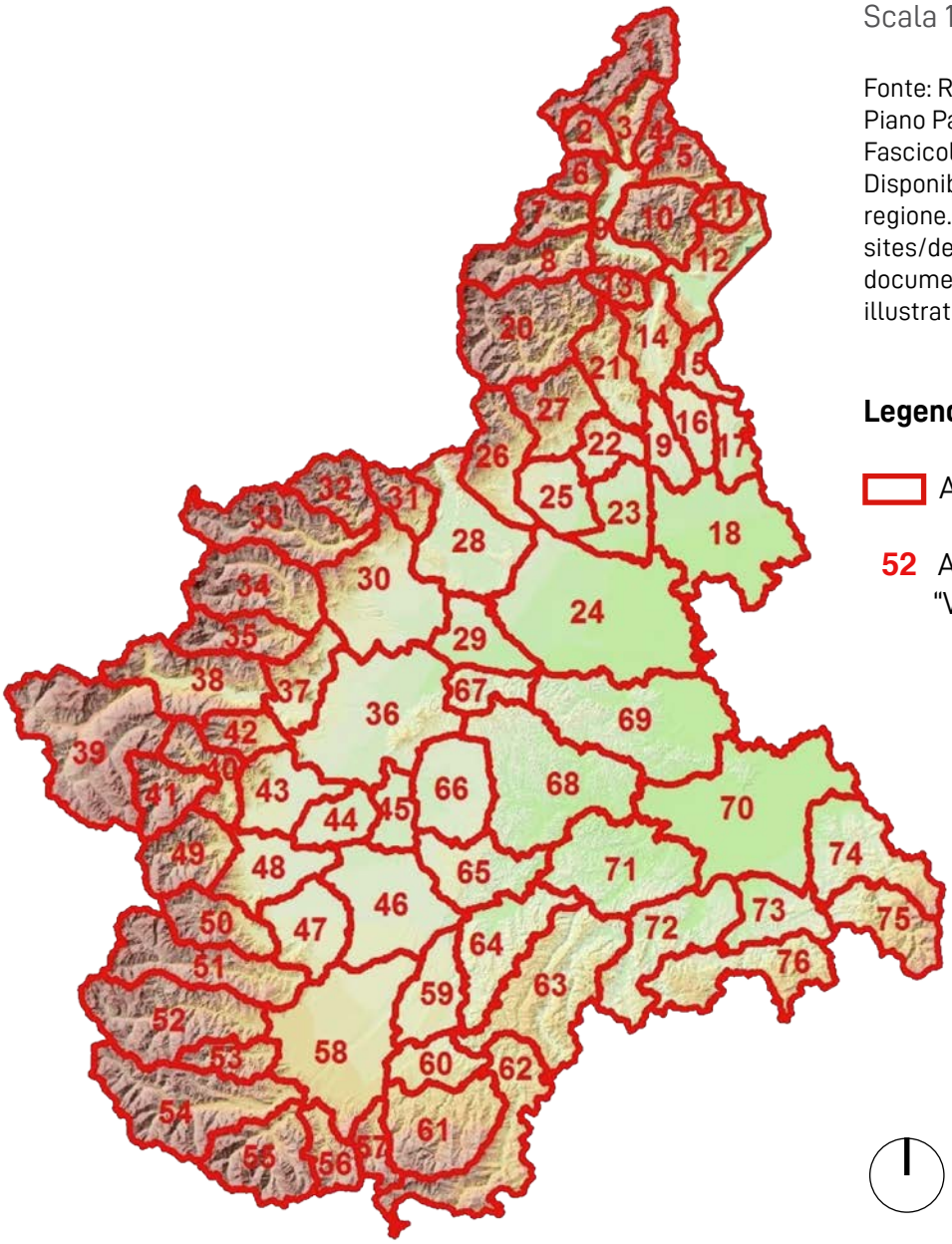
Il Piano Paesaggistico ha visto la sua elaborazione in concomitanza e coerenza con il nuovo Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato nel 2011 e con esso, oltre a condividere le finalità, ha in comune anche le cinque strategie in cui i due piani sono strutturati:

1. *"Riqualificazione territoriale, tutela e valorizzazione del paesaggio;*
2. *Sostenibilità ambientale, efficienza energetica;*
3. *Integrazione territoriale delle infrastrutture di mobilità, comunicazione, logistica;*
4. *Ricerca, innovazione e transizione produttiva;*
5. *Valorizzazione delle risorse umane e delle capacità*

63 Ibidem.

istituzionali."[64]

Nello specifico, il Piano Paesaggistico suddivide il territorio regionale in 7 categorie generali e 12 macroambiti, i quali



◀ A sinistra, **Ambiti di paesaggio Piano Paesaggistico Regionale Piemonte.**
Scala 1:1.500.000

Fonte: Regione Piemonte, 2017, Piano Paesaggistico Regionale, Fascicolo Illustrativo, pg. 10. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/fascicolo_illustrativo.pdf>

Legenda

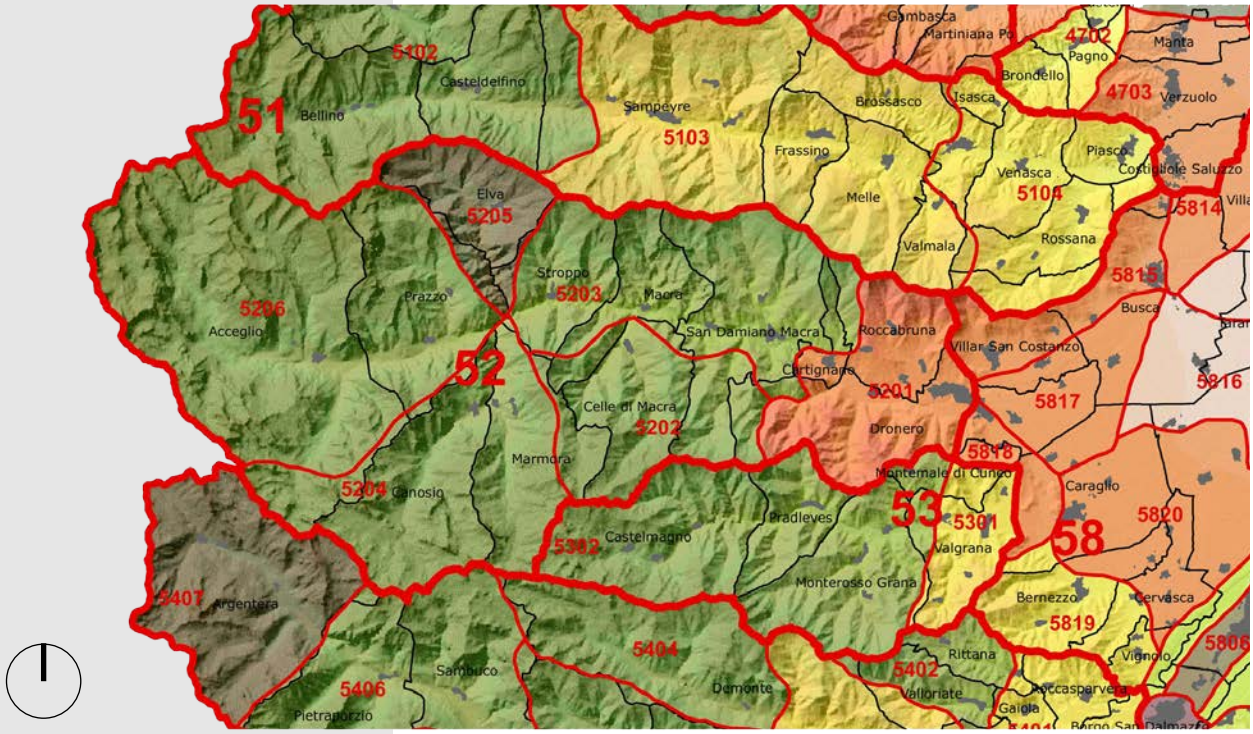
Ambiti di Paesaggio

52 Ambito di Paesaggio "Val Maira"

"definiscono il territorio non soltanto in ragione delle caratteristiche geografiche, ma soprattutto alla luce delle componenti percettive che permettono l'individuazione di veri e propri paesaggi dotati di identità propria"[65]. A questa scansione si somma, poi, la suddivisione in 76 ambiti di paesaggio che, invece, *"rappresentano l'articolazione del territorio regionale in singole parti riconosciute individuando i caratteri strutturanti, qualificanti e caratterizzanti i differenti paesaggi del Piemonte secondo le peculiarità*

64 Ibidem.

65 Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale, Fascicolo Illustrativo*, pg.11. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/fascicolo_illustrativo.pdf>



▶ A destra, **Ambito 52 "Valle Maira" e Unità di paesaggio Piano Paesaggistico Regionale Piemonte.**

Fonte: Regione Piemonte, 2017, Piano Paesaggistico Regionale, Tavola P_3. Disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/tavola_p3.pdf>

Legenda

Ambiti di Paesaggio
Unità di paesaggio

Confini comunali

Edificato

Tipologie normative delle Unità di paesaggio

1. Naturale integro e rilevante
2. Naturale/rurale integro
3. Rurale intregro e rilevante

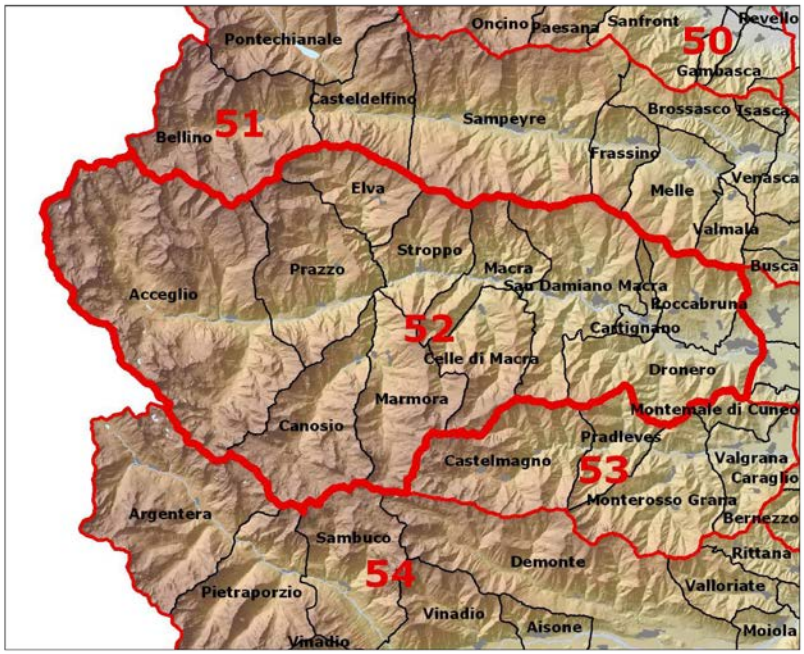
naturali, storiche, morfologiche e insediative"[66]. Gli ambiti, inotre, sono dotati di schede, definite "Scheda d'ambito", ognuna delle quali *"riporta la cartografia di inquadramento (perimetro dell'Ambito e dei Comuni che ne fanno parte), una descrizione del contesto, che ne individua i tratti fisici e storico-culturali prevalenti e gli indirizzi e gli orientamenti strategici cui fare riferiimento nella fase di attuazione del Ppr"*[67].

La Val Maira, in particolare, così come anche la Valle Stura, Varaita e Grana, ricade nel macroambito "Paesaggio alpino occitano" e, inoltre, costituisce un ambito di paesaggio a sé, identificato dal numero 52.
Ogni ambito di paesaggio è suddiviso, a sua volta, in unità di paesaggio (Up) per un totale di 535, *"articolate in 9 tipologie normative in relazione alla rilevanza, all'integrità e alle dinamiche trasformative dei caratteri paesaggistici prevalenti"*[68].
L'altopiano e l'omonimo Passo della Gardetta, oggetto di questa tesi, ricadono nel Up 5204 ovvero "I valloni di Marmora e Canosio" e fanno riferimento alla tipologia 2, "Naturale/rurale integro".

La scheda d'ambito 52, Val Maira, si apre con una lunga descrizione della valle stessa sia dal punto di vista

66 Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale, Fascicolo Illustrativo*, pg.13. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/fascicolo_illustrativo.pdf>
67 Ibidem.
68 Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale, Presentazione sintetica del Ppr*, pg.35. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-01/pres_sint_ppr2.pdf>

Ambito	Val Maira	52



◀ A sinistra, stralcio da elaborato schede d'ambito Piano Paesaggistico Regionale Piemonte, **Ambito 52 - Valle Maira.**

Fonte: Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale*, Pagina web disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

amministrativo che naturale e storico-culturale; una ricca serie di dati che è stata sfruttata nei paragrafi precedenti per dare una definizione dell'area e dei suoi caratteri.
La seconda parte della scheda, invece, è un'analisi più critica delle dinamiche in atto e delle più generali condizioni sia del paesaggio che dei processi urbanizzati, concludendo con una sezione dedicata agli indirizzi e orientamenti strategici attraverso cui portare ad una valorizzazione e promozione di questo territorio.

Come già anticipato nel primo capitolo, seppur in maniera estesa su tutto il territorio montano, anche in questo ambito si denotano i tipici fenomeni di sottoutilizzo tipici delle Alpi e legati sia, da un lato, all'abbandono delle superfici forestali e pascolive che vedono una rinaturalizzazione spontanea e fasi di instabilità, sia, dall'altro, ad un tentativo di recupero delle vecchie strutture e infrastrutture pastorali con tecniche che, in alcuni casi, sono poco o per nulla compatibili con l'ambiente circostante.
Al contempo, tuttavia, si sta anche assistendo alla valorizzazione di alcune attività tradizionali della valle, grazie alla crescente influenza di musei ed ecomusei mentre il paesaggio integro e poco antropizzato che, storicamente, è stato elemento critico per la valle e fattore determinante del suo calo demografico, sta vivendo una fase di riscoperta ed è oggetto di grande interesse oltre che elemento di grande rarità e bellezza.
C'è, tuttavia, da aggiungere che proprio la stabilità del paesaggio è spesso e volentieri compressa da fenomeni erosivi e da crolli nei versanti più scoscesi oltre che caratterizzato da momenti di carenza idrica, tipicamente estiva, e dal generale degrado della qualità paesaggistica

- 4. Naturale/ rurale alterato episodicamente da insediamenti
- 5. Urbano rilevante alterato
- 6. Naturale/rurale o rurale media rilevanza e buona integrità
- 7. Naturale/rurale o rurale a media rilevanza e integrità
- 8. Rurale/insediato non rilevante
- 9. Rurale/insediato non rilevante alterato

52 Val Maira
5201 - Sbocchi della Val Maira di Dronero
5202 - Celle di Macra e il sistema di valli laterali a sul dello Stura
5203 - La media Val Maira da S. Damiano a Stroppo
5204 - I Valloni di Marmora e Canosio
5205 - Il Vallone di Elva
5206 - L'alta Valle Maira con le sorgenti e i centri di Acceglio e Prazzo

del bosco che, nel corso degli anni, ha visto un suo utilizzo irrazionale.

Partendo da queste premesse, quindi, il Piano Paesaggistico propone una serie di linee guida e indirizzi strategici per "correggere il tiro" di determinati fenomeni e problematiche riscontrate, proponendo una serie di interventi e linee di azione propedeutiche al raggiungimento degli obiettivi del piano stesso, quindi la valorizzazione e salvaguardia del patrimonio, la riqualificazione e lo sviluppo oltre che il contenimento del consumo di suolo e delle proliferazioni insediative.
In particolare, la scheda suddivide gli orientamenti strategici in due sezioni differenti; la prima parte legata agli aspetti naturalistici e all'ecosistema rurale mentre la seconda è dedicata agli aspetti storico-culturali degli insediamenti.
Rispetto al primo tema, le direttrici principali sono il monitoraggio del territorio, in particolare delle aree con criticità e dissesti, la gestione delle aree forestali e pastorali e la conservazione dei prati, rivolgendo particolare attenzione al sovraccarico di bestiame; infine, la tutela e il reimpianto di castagneti e querceti volti al ripristino dell'ecosistema.
Per quanto concerne, invece, gli insediamenti sicuramente la linea guida principale è rivolta alla promozione del ripopolamento delle borgate d'alta quota e quindi alla ripresa di tutte le attività agrosilvopastorali tradizionali locali, puntando anche alla promozione zootecnica e produzione casearia locale. Altro tema è la valorizzazione sia dell'alta valle e del suo particolare paesaggio in ambito turistico che, più in generale, tutti gli elementi insediativi e culturali riferiti alla tradizione occitana. Ancora legato al tema turistico, sicuramente viene evidenziata sia la necessità di invididuare, tutelare e valorizzare tratti panoramici lungo i percorsi oltre che quella di individuare e recuperare percorsi escursionistici e naturalistici. Infine, legato al tema del consumo di suolo, è data anche rilevanza al contenere gli insediamenti lungo la strada, andando a privilegiare sia il recupero che la riqualificazione di aree esistenti che la valorizzazione e recupero delle borgate, delle numerose cappelle votive vallive e belvedere sparsi lungo tutta la valle, i quali dovranno, inoltre, essere opportunamente tutelati per mezzo di specifica normativa.[69]

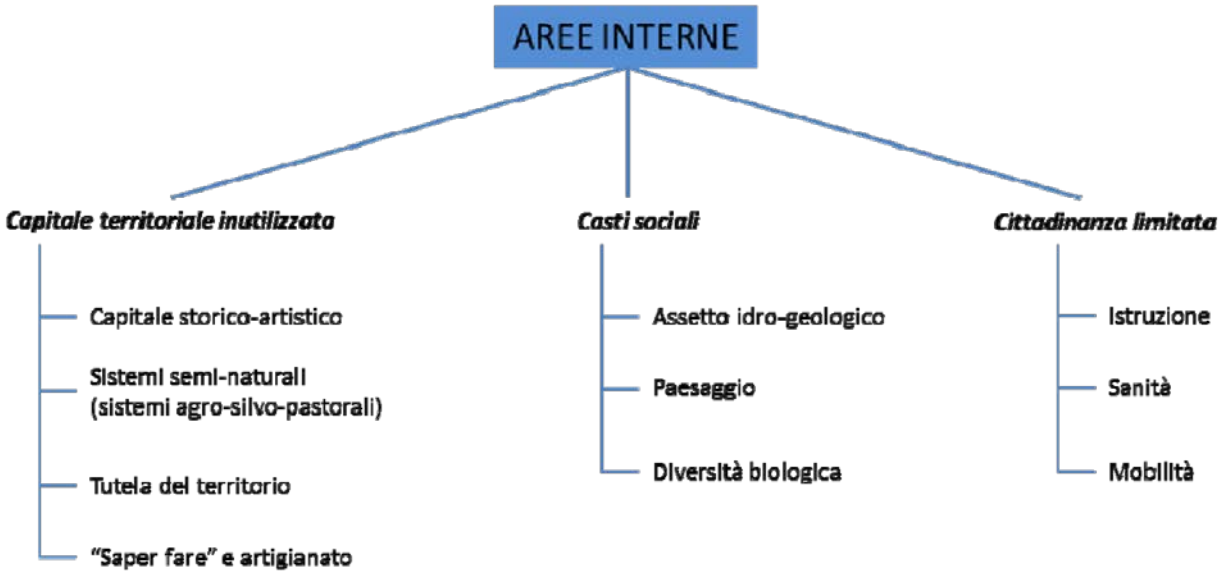
69 Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale, Schede degli ambiti di Paesaggio, Ambito 52*, pgg. 351-356. Disponibile su <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

3.2.2 SNAI e Unioni Montane Valli Grana e Maira

Con l'acronimo SNAI si fa riferimento alla Strategia Nazionale per le Aree Interne, *"una politica territoriale diretta al miglioramento della qualità dei servizi ai cittadini e delle opportunità economiche nei territori interni e a rischio marginalizzazione, contemplata per la prima volta nel Programma Nazionale di Riforma (PNR) dell'anno 2014 e definita nell'Accordo di Partenariato 2014 – 2020*[70]*."*[71]
Si tratta di una politica *place based*, promossa nel 2013 dall'Agenzia per la Coesione Territoriale che ha come scopo lo sviluppo di nuove modalità di governance integrate e multilivello mirate a riattivare tutti quei territori che sono da sempre caratterizzati da svantaggi sia di natura geografica che demografica, facendo della promozione e dello sviluppo locale i motori di questi nuovi interventi. In particolare, si tratta di una strategia rivolta ai *"territori fragili, distanti dai centri principali di offerta dei servizi essenziali e troppo spesso abbandonati a loro stessi, che però coprono complessivamente il 60% dell'intera superficie del territorio nazionale"*[72].

▲ In alto, logo Strategia Aree Interne.

Fonte: Dipartimento per le politiche di coesione, Pagina web Strategia Nazionale Aree Interne – SNAI. Disponibile su <https://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/strategia-nazionale-aree-interne-snai/>



▲ In alto, schema **definizione Aree Interne.**

Fonte: Agenzia per la Coesione Territoriale, 2013, *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*, pg. 16.

70 Agenzia per la Coesione Territoriale, 2013, *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*. Documento tecnico collegato alla bozza di Accordo di Partenariato trasmessa alla CE il 9 dicembre 2013. Disponibile su <http://www.programmazioneeconomica.gov.it/wp-ontent/uploads/2017/02/Accordo-P-Strategia_nazionale_per_le_Aree_interne_definizione_obiettivi_strumenti_e_governance_2014.pdf>
71 Dipartimento per le politiche di coesione, Pagina web Strategia Nazionale Aree Interne – SNAI. Disponibile su <https://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/strategia-nazionale-aree-interne-snai/>
72 Agenzia per la Coesione Territoriale, Pagina web Strategia Nazionale Aree Interne – SNAI. Disponibile su <https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/>

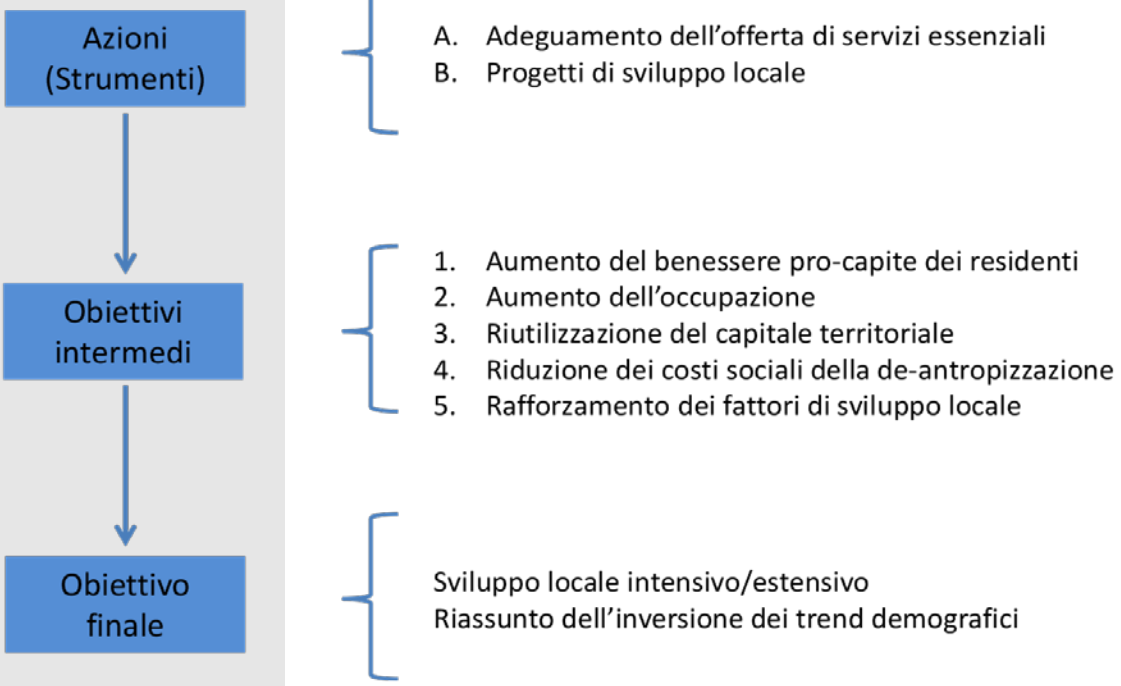
Questi territori e, quindi, i loro caratteri intrinseci vengono riassunti e racchiusi dall'espressione "Aree interne" che compare sin dal nome della strategia stessa.

Le Aree interne possono essere definite da una serie di caratteri in comune, un insieme di criticità e opportunità da cogliere che vengono anche esplicati nello schema che segue:

> *"a) sono significativamente distanti dai principali centri di offerta di servizi essenziali (istruzione, salute e mobilità);*
> *b) dispongono di importanti risorse ambientali (risorse idriche, sistemi agricoli, foreste, paesaggi naturali e umani) e risorse culturali (beni archeologici, insediamenti storici, abbazie, piccoli musei, centri di mestiere);*
> *c) sono un territorio profondamente diversificato, esito delle dinamiche dei vari e differenziati sistemi naturali e dei peculiari e secolari processi di antropizzazione."*[73]

▼ In basso, schema **obiettivi Strategia Aree Interne**.

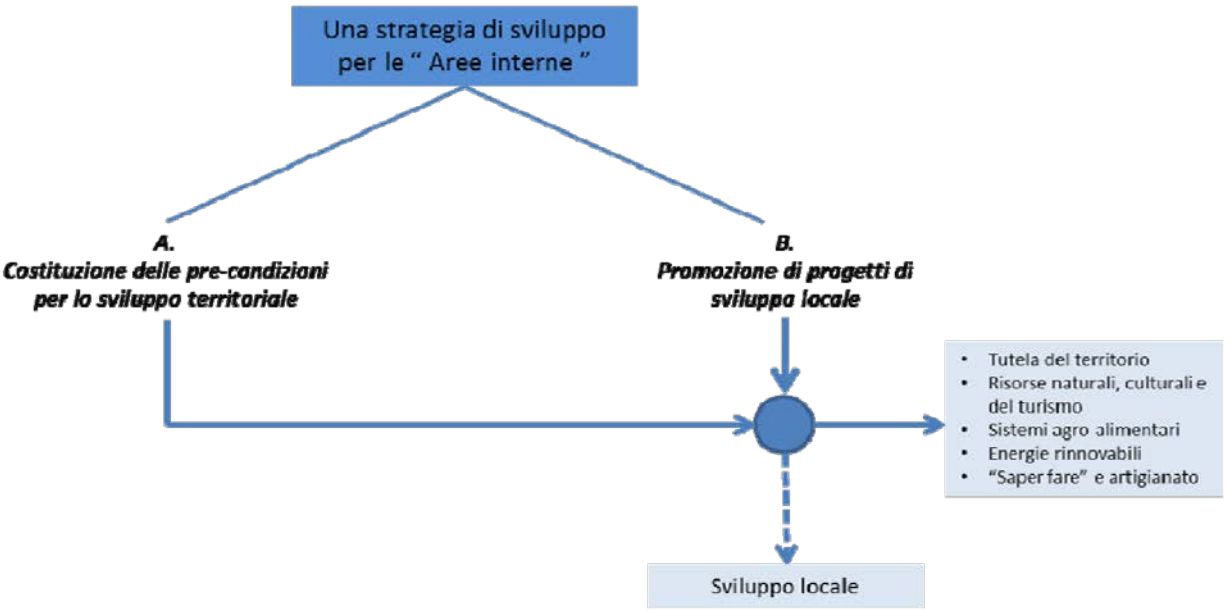
Fonte: Agenzia per la Coesione Territoriale, 2013, *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*, pg. 12.



Per raggiungere gli obiettivi ben riassunti nello schema in alto, si ricorre ad una serie di azioni che vanno ad insersecare la prospettiva nazionale e quella dello sviluppo locale le quali,

73 Agenzia per la Coesione Territoriale, 2013, *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance.* Documento tecnico collegato alla bozza di Accordo di Partenariato trasmessa alla CE il 9 dicembre 2013, pg.10. Disponibile su <http://www.programmazioneeconomica.gov.it/wp-ontent/uploads/2017/02/Accordo-P-Strategia_nazionale_per_le_Aree_interne_definizione_obiettivi_strumenti_e_governance_2014.pdf>

lavorando in sinergia, fanno sì che la strategia finale tenga conto sia della complessità del capitale territoriale nazionale e delle esperienze europee in corso ma, contemporaneamente, non si perda nell'illusione che un singolo progetto locale sia



▲ In alto, schema **strategia di sviluppo locale**.

Fonte: Agenzia per la Coesione Territoriale, 2013, *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance*, pg. 19.

sufficiente e, anzi, autosufficiente e disponga, quindi, di tutte le risosrse sia economiche che cognitive per portare aventi la fase di sviluppo.
Come si deduce dallo schema, una strategia di sviluppo locale dovrà "poggiarsi" su due cardini:

1. Le pre-condizioni dello sviluppo locale, che mettono in campo la disponibilità di un territorio in termini di offerta adeguata di beni/servizi di base;
2. I progetti di sviluppo locale, che andranno ad agire direttamente sul territorio, seguendo i cinque ambiti di intervento riportati in azzurro e identificati dalla SNAI.

Punto sicuramente interessante, inoltre, è l'entrata in gioco sia di diversi strumenti a diversa scala, sia europea che nazionale, regionale e locale ma anche la collaborazione tra attori istituzionali diversi, in una visione di partenariato pubblico-privato.

Dopo una prima mappatura delle Aree Interne del territorio italiano, le regioni hanno dovuto individuare, tra quelle proposte, un'area pilota e delle aree di progetto che, poi, vagliate e selezionate dal Comitato Tecnico Aree Interne, hanno portato alla definizione delle 72 aree progetto finali selezionate. Il Piemonte nel 2014 ha inviato la candidatura di 4 aree (Val Bormida, Val d'Ossola, Valli di Lanzo, Valli Maira e Grana) e, tra di esse, nel 2015, le Valli Maira e Grana sono state scelte come area pilota.

L'8 febbraio 2017 ha visto l'approvazione, sempre da parte del Comitato Tecnico Aree Interne, della Strategia per le Aree Interne Valli Maira e Grana, nata dopo una lunga serie di

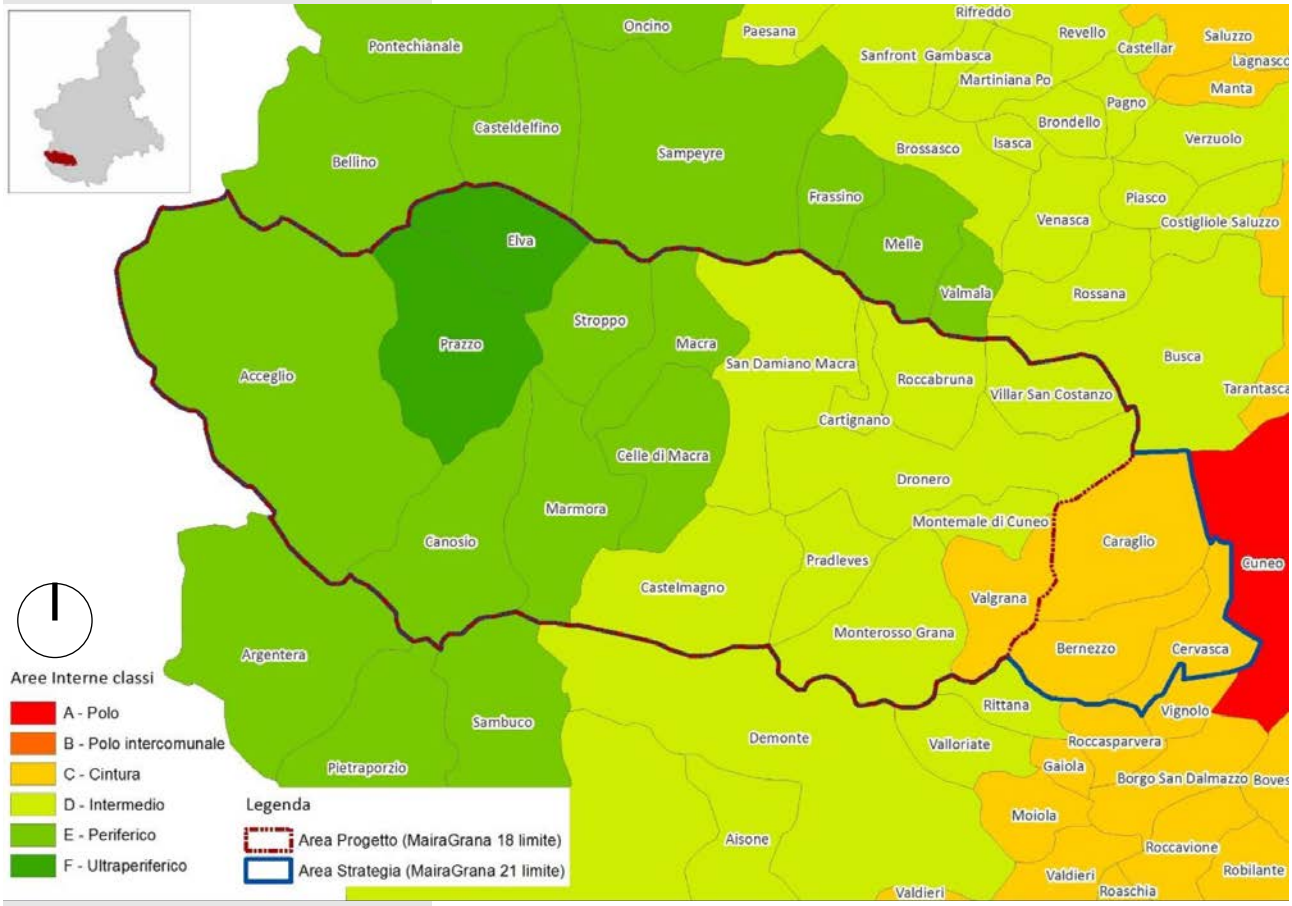
▼ In basso, stralcio di carta di definizione delle **Aree di progetto e di strategia Val Maira e Valle Grana.**
Con i colori in legenda sono anche rappresentate le classi di Aree Interne definite in funzione della distanza dal polo principale, in rosso.

Fonte: Unioni Montane Valli Grana e Maira, 2017, *Documento finale SNAI,* pg.4. Disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/portals/1409/SiscomArchivio/8/TestoDefStrategia_ValliMairaeGrana.pdf>

incontri, riunioni e collaborazioni tra vari soggetti e descritta in modo accurato, assieme a tutte le azioni e progetti previsti, nel documento programmatico finale[74] disponibile online sia sulla pagina web dell'Unione Montana Valle Maira[75] che dell'Unione Montana Valle Grana[76].

Il documento finale è strutturato in modo abbastanza simile alle schede d'ambito del Ppr, almeno per quanto concerne la parte descrittiva iniziale e le proposte d'intervento con cui il Piano Paesaggistico si conclude al contrario della Strategia Aree Interne che prevede una sezione operativa vera e propria, costituita da tutta una serie di approfondimenti sulle varie azioni, gli attori coinvolti e l'organizzazione programmatica e finanziaria degli interventi.

Il primo capitolo della strategia è una presentazione dell'area di progetto e delle condizioni e fenomeni che la caratterizzano, suddivise per tematiche quali: demografia, mobilità, salute, istruzione, ICT, sistema produttivo, turismo, patrimonio locale, paesaggio e ambiente e risorse energetiche.
Innanzitutto, è opportuno specificare che vengono distinte



74 Unioni Montane Valli Grana e Maira, 2017, *Documento finale SNAI.* Disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/portals/1409/SiscomArchivio/8/TestoDefStrategia_ValliMairaeGrana.pdf>
75 Pagina web Unione Valle Maira, disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/Home/Menu?IDDettaglio=126089>
76 Pagina web Unione Valle Grana, disponibile su <http://www.vallegrana.it/Dettaglio-Aree-Tematiche?IDCategoria=6692>

da subito due differenti aree: l'area di progetto costituita da 18 comuni ricadenti nelle Aree Interne e un'area Strategia che somma, alla precedente, 3 comuni limitrofi di maggiore dimensione e non compresi nelle aree interne che, tuttavia, sono considerati necessari per una Strategia efficace, in relazione al territorio e alla sua geografia amministrativa. In effetti, l'aggregato di questi 18+3 comuni costituisce l'unione delle due Unioni Montane, ovvero Unione Montana Valle Maira e Unione Montana Valle Grana che tra il 2010-2014 hanno fatto parte della stessa Comunità Montana e oggi, invece, costituiscono, appunto, due Unioni differenti.

Per quanto concerne, invece, le condizioni e lo stato delle due valli, i principali temi trattati dal documento si possono riassumere come segue:

- Andamento demografico negativo, principalmente nei comuni di media e alta valle, situati oltre i 700 m di altitudine e un concomitante indice di vecchiaia altissimo così come una densità abitativa molto rarefatta; a tutto ciò si oppone, tuttavia, un modesto incremento demografico, trainato comunque dai comuni di bassa valle che fungono da poli per le due valli;
- Mobilità totalmente su gomma (non sono presenti, però, autostrade né tantomeno linee ferroviarie) e solo il 15% della popolazione fa ricorso a trasporto pubblico, percentuale influenzata dalla conformazione territoriale e insediativa rarefatta che rende difficile offrire servizi di questo tipo;
- Modesta dotazione di strutture socio-assistenziali e sanitarie che, sommate ai problemi di mobilità e al grado di invecchiamento della popolazione, rende difficile far fronte alle esigenze dei residenti nelle alte e medie valli;
- Riduzione dei plessi scolastici per via di riorganizzazioni e basso numero di adesioni e difficoltà di collegamenti casa-scuola;
- Copertura del territorio sia per banda larga che wireless insufficiente; difficoltà nella ricezioni telefoniche e canali televisivi digitali;
- Artigianato, agricoltura e piccole/medie imprese caratterizzano il sistema produttivo della media e alta valle, con il comparto edile in evoluzione, particolarmente legato ad attività di recupero e restauro di edifici rurali; in Val Maira sono particolarmente diffuse allevamento e pastorizia mentre la Valle Grana vede una maggiore concentrazione di attività agricole e di produzione di Castelmagno DOP; tuttavia, si registra una carenza e una distribuzione inefficiente di servizi per le imprese e una logistica poco efficiente;
- Turismo delle valli basato su turismo di qualità, volto alla promozione del partimonio locale e con una forte presenza estera (60% dei turisti per la Valle Maira);
- Ambiente ben preservato, anche grazie alle

ANALISI SWOT

	PUNTI DI FORZA	PUNTI DI DEBOLEZZA
DEMOGRAFIA	Crescita demografica dell'Area Strategia Flusso migratorio positivo sia per l'Area Progetto che per l'Area Strategia	Elevato invecchiamento della popolazione frutto del declino demografico storico Bassa natalità e forte saldo naturale negativo Bassa densità abitativa e forte dispersione della popolazione nelle medie e alte valli
MOBILITA'	Presenza di operatori privati, specializzati nei servizi di trasporto dedicati al turismo (*Sherpabus*) Sperimentazione di servizio combinato pubblico-privato per il trasporto scolastico	Difficile accessibilità del territorio e scarsa dotazione infrastrutturale Carenze del TPL, soprattutto in relazione alle esigenze di spostamento degli studenti superiori
SALUTE	Presenza di strutture di assistenza residenziale per gli anziani Progettualità innovative rivolte all'assistenza domiciliare per gli anziani: le iniziative Veniamo a trovarti e CoNSENSo	Criticità nell'erogazione dei servizi di assistenza, cura e prevenzione alla popolazione anziana e dispersa sul territorio Tasso di ospedalizzazione della popolazione anziana, tasso di ospedalizzazione evitabile e tasso di anziani ricoverati in RSA molto elevati
ISTRUZIONE	Sistema scolastico primario e secondario di primo livello in parte riorganizzato, con buoni risultati ai test INVALSI Caso di buona pratica: il plesso scolastico unificato di Monterosso Grana Presenza di agenzie di formazione professionale operanti sul territorio o nei pressi (Agenform, AFP)	Difficoltà di trasporto scolastico, soprattutto in Valle Maira Turnover insegnanti elevato Carenze nell'offerta di percorsi di studio per la scuola secondaria superiore Carenza di corsi di formazione professionale orientati alle specializzazioni locali
SERVIZI COMMERCIALI	Apertura di strutture ricettive che possono anche costituire un servizio per la popolazione residente	Difficoltà di garantire l'apertura degli esercizi commerciali quando termina la stagione turistica. Carenze nella dotazione di servizi di vicinato alimentari nell'Area Progetto
ICT	Introduzione della didattica digitale in alcune scuole Sviluppo di soluzioni wireless ad hoc per le aree più periferiche	Carenza nella copertura a banda larga del territorio, assenza della banda ultralarga
SISTEMA PRODUTTIVO	Tenuta del sistema produttivo nel suo complesso (Area Strategia) Qualità del territorio e delle produzioni agricole locali, buona diffusione dell'agricoltura biologica Alpeggi di proprietà comunale ristrutturati	Sistema produttivo molto frammentato Riduzione delle unità locali e degli addetti nell'Area Progetto, negli ultimi anni Forte riduzione del numero di aziende agricole e della SAU Carenza strutture zootecniche
TURISMO	Settore turistico relativamente sviluppato nell'area progetto e orientato a modalità di fruizione sostenibili Crescita degli arrivi dall'estero Azioni di riqualificazione delle strutture ricettive	Stagionalità estiva molto spiccata, minor offerta per i mesi invernali ed autunnali Necessità di potenziare la promozione e il coordinamento del settore Segnali di riduzione delle presenze in un contesto di aumento dell'offerta
PATRIMONIO LOCALE E AMBIENTE	Ambiente e paesaggio relativamente intatto Significativa tradizione occitana: lingua, musica, identità Ricco patrimonio storico-architettonico e artistico diffuso Esperienze di valorizzazione del patrimonio attraverso la progettualità europea Rete escursionistica estesa e in buono stato	Territorio naturalmente soggetto a fragilità Frammentazione nella gestione e valorizzazione del patrimonio, insufficiente collegamento con l'offerta turistica

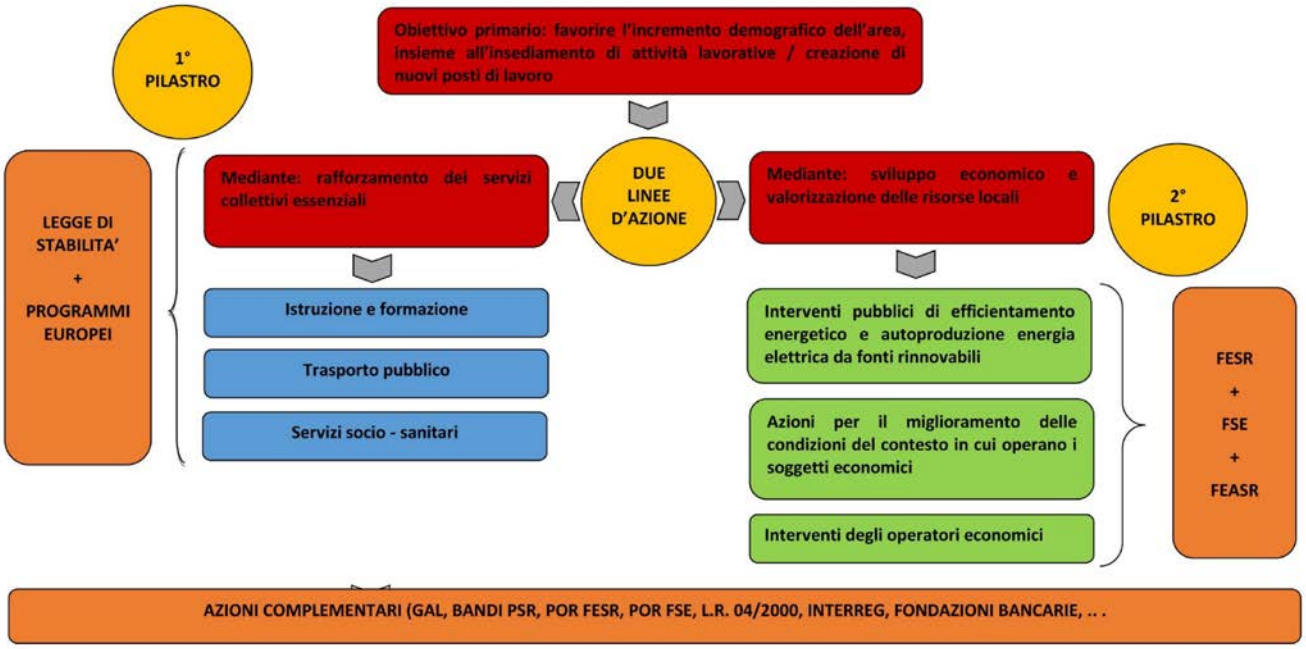
caratteristiche del territorio che non hanno permesso lo sviluppo del turismo di massa, mantenendo, invece, un carattere rurale e naturale molto apprezzato dai turisti così come lo è l'ampia rete escursionistica e il patrimonio diffuso costituito sia dalle varie borgate ed edifici votivi; nonostante ciò, il territorio mostra comunque delle fragilità legate a rischi di esondazione e frenomeni franosi;
- Produzione di energia idroelettrica (in Val Maira) e sfruttamento delle risorse forestali (in Val Grana) sono le principali risorse energetiche della zona.[77]

◀ A sinistra, **Analisi SWOT** su condizioni Valli Maira e Grana.

Fonte: Unioni Montane Valli Grana e Maira, 2017, *Documento finale SNAI*, pg.18. Disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/portals/1409/SiscomArchivio/8/TestoDefStrategia_ValliMairaeGrana.pdf>

Da questa analisi preliminare, che è un'ulteriore conferma delle tematiche trattate nei precedenti capitoli di questa tesi, si evincono una serie di criticità di fondo, da cui prenderanno il via gli interventi proposti dalla Strategia, ma anche dei punti di forza e delle opportunità da sfruttare per migliorare la situazione esistente.

L'articolazione della Strategia



Il cambiamento e quindi la strategia di intervento si sviluppa su due fronti:
- *"il miglioramento dei servizi locali "di cittadinanza" relativi al trasporto locale, la scuola, l'assistenza domiciliare alle persone anziane, la banda larga per contrastare lo spopolamento dei comuni di media-alta valle, favorendo la permanenza della popolazione già residente e creando condizione più favorevoli per l'insediamento di nuovi abitanti;*

▲ In alto, schema **Strategia Valle Maira e Grana** e dei due pilastri/linee d'azione.

Fonte: Unioni Montane Valli Grana e Maira, 2017, *Documento finale SNAI*, pg.27. Disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/portals/1409/SiscomArchivio/8/TestoDefStrategia_ValliMairaeGrana.pdf>

77 Unioni Montane Valli Grana e Maira, 2017, *Documento finale SNAI*, pgg.3-15. Disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/portals/1409/SiscomArchivio/8/TestoDefStrategia_ValliMairaeGrana.pdf>

▶ A destra, Schema **GAL** e **PSL** in relazione alle politiche Europee e Nazionali.

- *il rafforzamento del sistema produttivo locale, con una particolare attenzione al turismo e all'agricoltura di qualità e alla valorizzazione del patrimonio locale, per creare posti di lavoro e migliorare l'attrattività dell'area per visitatori e residenti."*[78]

Per entrambi I due "pilastri" della strategia, sono state elaborate e presentate delle azioni volte ad agevolare un processo di sviluppo e portare un miglioramento in tutti quei campi che, nell'analisi precedente, hanno riscontrato delle criticità e quindi puntano sia ad un miglioramento delle condizioni di vita dei residenti attraverso l'incremento dei servizi offerti e il miglioramento dei collegamenti che ad una valorizzazione dell'area dal punto di vista sia dell'impresa che del turismo, sfruttando anche le opportunità e i fondi europei (es. FESR, FSE..) e la collaborazione con altri enti locali come, ad esempio, il GAL – Tradizione Terre Occitane.

Tra di esse, agli scopi di questa tesi risultano sia interessanti le azioni rivolte all'efficientamento del servizio di trasporto e di collegamento delle vallate laterali con il fondo valle ma, soprattutto, le azioni legate al potenziamento della rete di percorsi escursionistici e la realizzazione di un Piano di riqualificazione del patrimonio edilizio rurale[79] che si inquadrano perlopiù come contributi del PSR (Piano di Sviluppo Rurale) e del PSL (Piano di Sviluppo Locale) ma che vengono comunque inseriti nella Strategia, in quanto soggetti economici presenti a livello locale.

78 Unioni Montane Valli Grana e Maira, 2017, *Documento finale SNAI,* pg. 18. Disponibile su <http://www.unionemontanavallemaira.it/portals/1409/SiscomArchivio/8/TestoDefStrategia_ValliMairaeGrana.pdf>

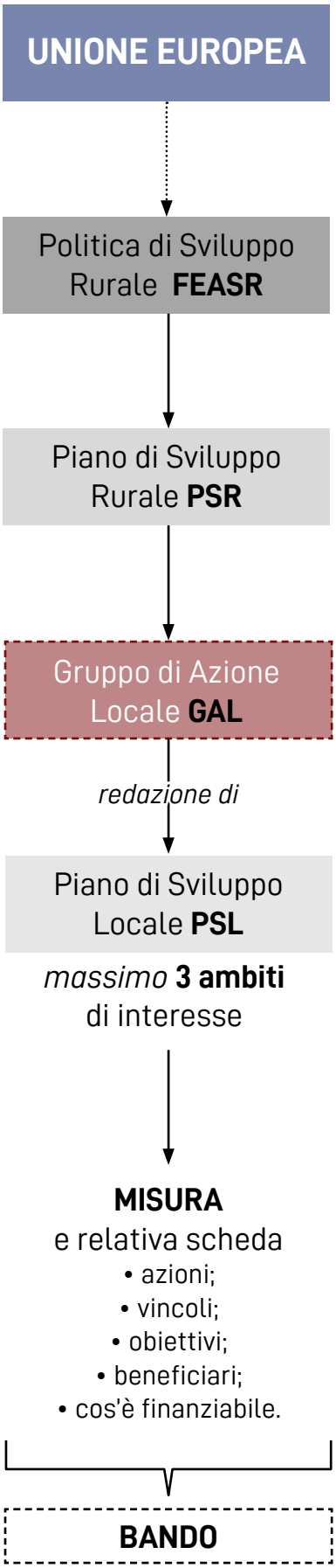
79 Entrambe le azioni verrano analizzate nel paragrafo seguente, dedicato al Piano di Sviluppo Locale e al GAL – Gruppo di Azione Locale.

3.2.3 Modalità di sviluppo: il GAL e il PSL

Nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale - promosso dalla Comunità Europea e grazie al quale i Paesi membri possono attuare specifiche politiche per le aree rurali – si introduce la figura del Gruppo di Azione Locale (GAL). Essa si configura come una società costituita da soggetti differenti (es. soggetti pubblici, associazioni di categoria, consorzi..) e ha lo scopo di valorizzare le potenzialità di un'area rurale considerata svantaggiata.[80]

Un GAL ha una dimensione "territoriale" compresa tra i 30.000 e 100.000 abitanti e nel caso del Piemonte se ne contano ben 14[81], presenti in diverse aree, di cui quattro nel cuneese[82].
Per raggiungere l'obiettivo prefissato, i GAL si occupano della redazione dei Programmi di Sviluppo locale (PSL) ovvero dei documenti di programmazione, approvati dalla Regione, che consentiranno ad ogni area GAL di sfruttare i contributi europei attraverso la pubblicazione di bandi a favore di imprese, enti pubblici e privati.[83] Tassello fondamentale nel PSL e nelle strategie che lo compongono è il coinvolgimento del tessuto economico e sociale locale.

Il Programma di Sviluppo Locale, inoltre, si incentra su massimo tre ambiti (ad esempio, lo sviluppo e l'innovazione delle filiere, il turismo sostenibile o la valorizzazione del patrimonio architettonico e paesaggistico diffuso) e ogni ambito prevede delle misure che adranno poi a tradursi in dei bandi. Ogni misura ha una sua scheda di riferimento in cui sono descritti gli obiettivi e una serie di azioni e vincoli oltre che l'indicazione di cosa può essere finanziato e cosa no e, partendo da ciò, viene definito il bando vero e proprio.
I bandi sono rivolti a differenti categorie di beneficiari e anch'esse sono specificate nelle schede di misura, motivo per cui solo determinati beneficiari potranno partecipare e quindi fare domanda per un determinato bando. Si tratta di piccole e microimprese, enti locali e, in alcuni casi, enti parco e soggetti no profit.



80 Pagina web GAL Escartons e Valli Valdeis, FAQ. Disponibile su <https://www.evv.it/wp-content/uploads/2018/07/FAQ_rev01.pdf>
81 Pagina web Regione Piemonte, I GAL del Piemonte. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/temi/fondi-progetti-europei/programma-sviluppo-rurale-feasr/m19-sviluppo-locale-leader/gal-piemonte>
82 Pagina web Regione Piemonte, Allegato GAL Piemonte contatti e indirizzi. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-10/i_14_gal_del_piemonte_contatti_e_indirizzo.pdf>
83 Pagina web Regione Piemonte, I GAL del Piemonte. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/temi/fondi-progetti-europei/programma-sviluppo-rurale-feasr/m19-sviluppo-locale-leader/gal-piemonte>

▶ A destra, **Carta dei GAL del Piemonte.**

Fonte: Pagina web Regione Piemonte, *I GAL del Piemonte*. Disponibile su < https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-10/mappa_gal_piemonte_0.pdf>



COMUNI DEL GAL[1]

Acceglio, Aisone, Argentera, Bagnolo Piemonte, Barge (In Parte, Vedere Dettaglio Vie Escluse), Bellino, Bernezzo, Borgo San Dalmazzo (In Parte, Vedere Dettaglio Vie Escluse), Brondello, Brossasco, Busca (In Parte, Vedere Dettaglio Vie Escluse), Canosio, Caraglio, Cartignano, Casteldelfino, Castellar, Castelmagno, Celle Di Macra, Cervasca, Costigliole Saluzzo, Crissolo, Demonte, Dronero (In Parte, Vedere Dettaglio Vie Escluse), Elva, Envie, Frassino, Gaiola, Gambasca, Isasca, Macra, Marmora, Martiniana Po, Melle, Moiola, Montemale Di Cuneo, Monterosso Grana, Oncino, Ostana, Paesana, Pagno, Piasco, Pietraporzio, Pontechianale, Pradleves, Prazzo, Revello, Rifreddo, Rittana, Roccabruna, Roccasparvera, Rossana, Sambuco, Sampeyre, San Damiano Macra, Sanfront, Stroppo, Valgrana, Valloriate, Valmala, Venasca, Verzuolo, Vignolo, Villar San Costanzo, Vinadio.

1 Pagina web GAL Tradizione delle Terre Occitane. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal>

Tra i quattro GAL della Provincia di Cuneo quello di dimensioni maggiori è costituito dal GAL *Tradizione delle Terre Occitane*[84], formato dalle Unioni Montane Valle Maira, Varaita, Stura, Grana e Po-Bronda-Infernotto e operante dal 2002 in seguito alla fusione di due società fondate nel 1997. Esso, come già anticipato, coordina l'attuazione del Piano di Sviluppo Locale (PSL) attraverso l'emissione di bandi pubblici e la realizzazione di progetti mirati allo sviluppo integrato e sostenibile dell'area montanta cuneese.
"Il Gruppo di Azione Locale sensibilizza e coinvolge gli enti locali e le imprese agricole, dell'artigianato, del turismo e del commercio durante tutta la programmazione secondo l'approccio "bottom up", intercettando quindi "dal basso verso l'alto" i fabbisogni del territorio e indirizzando le diverse progettualità per un più efficace impiego delle risorse economiche e umane, nel rispetto dell'ambiente e del paesaggio."[85]

Il GAL Tradizione delle Terre Occitane, in particolare, ha influenza su una superficie complessiva di 2.434,60 kmq che

84 Pagina web GAL Tradizione delle Terre Occitane. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal>
85 Ibidem.



◀ A sinistra, **Area GAL Tradizione delle Terre Occitane**.

Fonte: Pagina web GAL Tradizione delle Terre Occitane. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal/>

Legenda

- Comuni ricadenti nel GAL Tradizione delle Terre Occitane
- Aree non eligibili



◀ A sinistra, **Suddivisione area GAL Tradizione delle Terre Occitane in Unioni Montane**.

Fonte: GAL Tradizioni delle Terre Occitane, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi*, Allegato 3 - Elaborazioni cartografiche, pg 2. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/All.-3-Cartografia.pdf>

Legenda

- Unione Montana Valle Po
- Unione Montana Valle Varaita
- Unione Montana Valle Maira
- Unione Montana Valle Grana
- Unione Montana Valle Stura
- Comuni singoli



▲ In alto, logo Strategia Aree Interne.

Fonte: Pagina web GAL Tradizione delle Terre Occitane. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal>

▼ In basso, stralcio di **analisi SWOT.**

Fonte: GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2014-2020, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi*. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>

coincide con il territorio delle Valli Maira, Varaita, Stura, Grana, Po, Bronda ed Infernotto, interessando una popolazione residente di circa 100.000 unità.

Ad oggi, il GAL è impegnato nella realizzazione del Programma di Sviluppo Locale 2014-2020 (esteso al 2021-2022) dal titolo *"BOLIGAR (muoversi), AGRADAR (piacere), ENCHANTAR (attrarre). Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi"*.[86]
Il PSL, completo e frubile online[87], è introdotto da un'analisi del territorio e dei suoi caratteri, sviscerando le diverse tematiche anche attraverso analisi SWOT per avere, per tema, un quadro completo di quelli che sono punti di forza e di debolezza, opportunità e minacce. Di seguito, si riportano, in particolare, i punti salienti dei temi più interessanti ai fini di questa tesi e che, ancora una volta, confermano quanto già visto sia con il Ppr che con la Strategia Aree Interne.

Una volta avuto un quadro completo delle condizioni delle varie Valli costituenti il GAL, sono stati individuati i fabbisogni del territorio in coerenza con l'analisi SWOT, riassunti nei quattro punti che seguono:

"F1. Rafforzamento dell'identità locale in un'ottica di completamento del prodotto turistico occitanolo;

86 Pagina web GAL Tradizioni delle Terre Occitane, PSL 2014-2020. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal/psl-2014-2020/>
87 Pagina web GAL Tradizioni delle Terre Occitane, Download PSL 2014-2020. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/download-psl-2014-2020/>

S W O T

	Punti di forza	Punti di debolezza	Opportunità	Criticità
Popolazione	• Omogeneità tra le valli e generale incremento della popolazione residente, in particolare dei nel caso dei giovani.	• Spopolamento progressivo dei territori rurali in quota; • Disomogeneità tra la distribuzione demografica nelle zone di Alta e Bassa valle; • Invecchiamento della popolazione residente.	• Sostegno alla creazione di nuove imprese in un'ottica di ripristino della dinamicità socio-economica, anche in relazione alla maggiore presenza di giovani • Possibilità di crescita dell'economica sociale basata su reti partenariali pubblico-private.	• Rischio di ulteriore abbandono del territorio per le aree montane marginali; • Isolamento delle fasce più anziane della popolazione; • Limitate opportunità per i residenti in alta valle.

Accessibilità	• Recente miglioramento dei tempi di accessibilità all'area e accesso diretto alle aree montane; • Crescita delle strutture ricettive e delle infrastrutture turistiche nelle aree rurali (strutture extra-alberghiere); • La carenza di servizi nelle aree marginali ha contribuito a stimolare iniziative spontanee imprenditoriali a finalità sociale, anche nel settore agricolo.	• Servizi essenziali rarefatti (socio-assistenziali, sanitari, culturali, scolastici, ecc.) e di difficile accessibilità; • Elevata disomogeneità tra aree di alta valle (marginali) e di bassa valle (urbanizzate): offerta di servizi concentrata in aree di bassa Valle e nei Comuni esterni all'area GAL; • Limitato sviluppo dei sistemi di mobilità sostenibile; • Carenza di infrastrutture rurali (viabilità necessaria per l'accesso a risorse forestali, pascoli e alpeggi).	• Aumento della domanda di servizi complessi e integrati; • Ampio spazio per la creazione di spazi economici per attività di completamento in settori non tradizionali;	• Perdita di efficienza e contrazione dei servizi pubblici; • Decentramento verso la bassa valle dei poli erogatori di servizi: dinamica diffusa su scala nazionale; • Perdita di competitività legata alla carenza della banda ultralarga e al digital divide.
Attrattività del territorio	• Rilevante patrimonio escursionistico e sportivo: turismo outdoor (fondamento della strategia del progetto MOVE); • Grande attrattività ambientale e turistica dell'area fortemente legata alla caratterizzazione occitana; • Rilevante patrimonio diffuso (artistico, culturale, paesaggistico, ambientale); • Molteplicità delle iniziative progettuali realizzate per la valorizzazione del patrimonio diffuso.	• Valorizzazione e promozione del patrimonio all'esterno dell'area GAL da sviluppare; • Scarso coordinamento delle azioni di valorizzazione; • Prodotto turistico frammentato e incompleto.	• Crescita della domanda di turismo sostenibile e rurale derivante dal riconoscimento da parte dell'utenza turistica di prodotti qualificati; • Significativo aumento dei flussi turistici di prossimità e soprattutto di stranieri legati a lunghi periodi di permanenza; • Valorizzazione integrata e congiunta del patrimonio locale e dell'offerta agroalimentare; • Incremento e valorizzazione della capacità di spesa dell'utenza turistica.	• Crescente richiesta di prodotti turistici completi (ricerca della tipicità e della ruralità ma soltanto se accompagnata da proposte di completamento); • Situazione climatica che condiziona fortemente il turismo invernale a causa della diminuzione delle precipitazioni nevose.

ENTI PUBBLICI SOCI DEL GAL[1]

- Unione Montana Valle Stura
- Unione Montana Valle Grana
- Unione Montana Valle Maira
- Unione Montana Valle Varaita
- Unione Montana dei comuni del Monviso
- C.I.A.A. Cuneo
- Comune di Bagnolo Piemonte
- Comune di Barge
- Comune di Borgo San Dalmazzo
- Comune di Busca
- Comune di Casteldelfino
- Comune di Crissolo
- Comune di Envie
- Comune di Oncino
- Comune di Revello
- Comune di Rifreddo
- Comune di Verzuolo

SOCI PRIVATI DEL GAL[2]

- BPER Banca
- Federazione Provinciale Coldiretti Cuneo
- Confartigianato – Associazione artigiani della provincia di Cuneo
- Associazione commercianti ed esercenti di Saluzzo
- Associazione commercianti Cuneo
- Confcooperative Cuneo
- Confederazione italiana agricoltori
- Unione Provinciale Agricoltori
- Lega cooperative
- Chambra Economica Europenca des Pais d'Oc
- Banca di Caraglio del cuneese e della Riviera dei fiori Credito cooperativo
- CNA (Conf. nazionale dell'artigianato e della piccola e media impresa)

1 Pagina web GAL Tradizione delle Terre Occitane. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/gal>

2 Ibidem.

F2. Rafforzamento dell'integrazione tra operatori e settori economici;
F3. Miglioramento della competitività del sistema imprenditoriale;
F4. Potenziamento della fruibilità delle risorse ambientali e paesaggistiche."[88]

Lo step successivo, è, quindi, l'elaborazione di una strategia di intervento che punta su un approccio di rete integrata multisettoriale in grado di stimolare e mettere in comunicazione i vari territori intorno al tema-ambito principale ovvero il turismo sostenibile e di promuovere la cooperazione e sinergia tra soggetti pubblici e privati, rapportandosi anche con altre iniziative già in atto come la già citata Strategia per le Aree Interne Val Maira e Grana.[89]
Il tema del PSL viene identificato nel "Turismo sostenibile", scelta che nasce dal potenziale attrattivo delle valli già orientato verso caratteri di sostenibilità, ruralità e riconoscibilità[90] e si sposa molto bene con i trend turistici odierni che, come anticipato nei capitoli precedenti, vedono la ricerca di destinazioni che offrano movimento, natura, tradizione e soprattutto che sappiano trasformare la visita in un'esperienza a 360 gradi.

La definizione della strategia ha permesso, in secondo luogo, di definire i tre ambiti tematici su cui il GAL andrà a lavorare e programmare nuovi bandi:
• *"turismo rurale sostenibile"*[91]: ambito prioritario che prevede il completamento, l'ampliamento e la gestione dell'offerta turistica occitana attraverso *"il miglioramento dei servizi per la fruizione turistica, l'incremento del numero delle imprese, l'incremento delle opportunità di commercializzazione dei prodotti agroalimentari identitati*"[92];
• *"sviluppo e innovazione delle filiere e dei sistemi produttivi*

88 GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2014-2020, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi*, pg. 18. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>

89 GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2014-2020, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi*, pg. 20. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>

90 Ibidem.

91 GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2014-2020, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi,* pg. 23. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>

92 Ibidem.

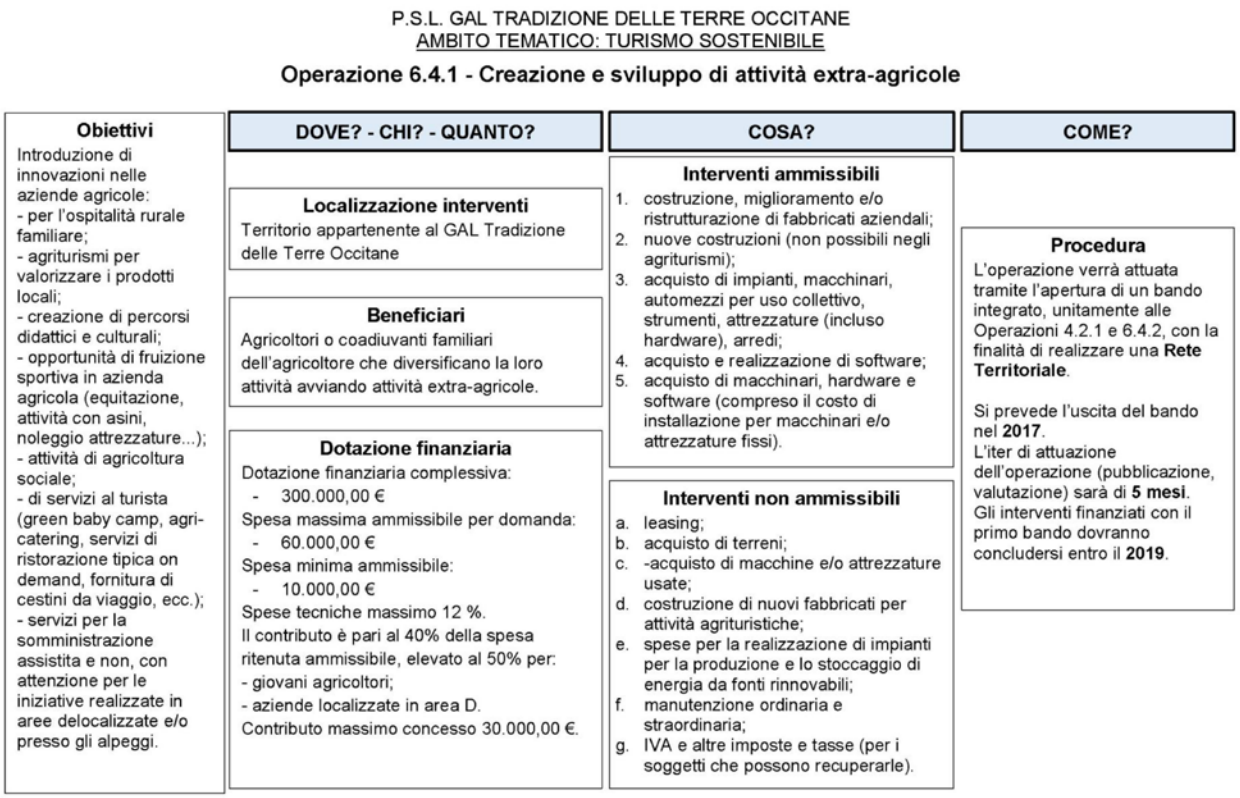
locali"[93]: si pone come obiettivo la sostenibilità di attività economiche e produzioni identitarie, incrementando la sostenibilità delle attività produttive, aumentando l'integrazione tra produzioni e fruizione turistica ma anche incrementando la commercializzazione di prodotti identitari e tradizionali;

• *"valorizzazione del patrimonio architettonico e paesaggistico rurale"*[94], volto ad incrementare la fruibilità dei beni architettonici e paesaggistici di cui le valli sono ricche attraverso il recupero e la riqualificazione degli stessi, l'attuazione di soluzioni innotive in grado, però, di integrarsi con le tecniche tradizionali e la promozione di iniziative di gestione dei patrimonio sia da parte di enti privati che pubblici.

Ognuno dei tre ambiti appena descritti sono corredati da una scheda che racchiude l' obiettivo, una descrizione, i risultati attesi e le misure da attivare per raggiungerli. Suddette misure, in particolare, sono sviluppate anch'esse in delle schede che descrivono l'operazione da mettere in atto e forniscono tutte le informazioni necessarie in merito ai beneficiari, agli importi e alle modalità attuative.
In seguito, vengono riportate in maniera sintetica quelle che, in relazione al tema di questa tesi, risultano le misure più interessanti rispetto i 3 ambiti sopra citati, corredate dagli eventuali risultati già ottenuti.

93 GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2014-2020, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi*, pg. 24. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>

94 GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2014-2020, *PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi*, pg. 25. Disponibile su < http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>



P.S.L. GAL TRADIZIONE DELLE TERRE OCCITANE
AMBITO TEMATICO: TURISMO SOSTENIBILE

Operazione 6.4.1 - Creazione e sviluppo di attività extra-agricole

Obiettivi

Introduzione di innovazioni nelle aziende agricole:
- per l'ospitalità rurale familiare;
- agriturismi per valorizzare i prodotti locali;
- creazione di percorsi didattici e culturali;
- opportunità di fruizione sportiva in azienda agricola (equitazione, attività con asini, noleggio attrezzature...);
- attività di agricoltura sociale;
- di servizi al turista (green baby camp, agri-catering, servizi di ristorazione tipica on demand, fornitura di cestini da viaggio, ecc.);
- servizi per la somministrazione assistita e non, con attenzione per le iniziative realizzate in aree delocalizzate e/o presso gli alpeggi.

DOVE? - CHI? - QUANTO?

Localizzazione interventi

Territorio appartenente al GAL Tradizione delle Terre Occitane

Beneficiari

Agricoltori o coadiuvanti familiari dell'agricoltore che diversificano la loro attività avviando attività extra-agricole.

Dotazione finanziaria

Dotazione finanziaria complessiva:
- 300.000,00 €

Spesa massima ammissibile per domanda:
- 60.000,00 €

Spesa minima ammissibile:
- 10.000,00 €

Spese tecniche massimo 12 %.
Il contributo è pari al 40% della spesa ritenuta ammissibile, elevato al 50% per:
- giovani agricoltori;
- aziende localizzate in area D.

Contributo massimo concesso 30.000,00 €.

COSA?

Interventi ammissibili

1. costruzione, miglioramento e/o ristrutturazione di fabbricati aziendali;
2. nuove costruzioni (non possibili negli agriturismi);
3. acquisto di impianti, macchinari, automezzi per uso collettivo, strumenti, attrezzature (incluso hardware), arredi;
4. acquisto e realizzazione di software;
5. acquisto di macchinari, hardware e software (compreso il costo di installazione per macchinari e/o attrezzature fissi).

Interventi non ammissibili

a. leasing;
b. acquisto di terreni;
c. -acquisto di macchine e/o attrezzature usate;
d. costruzione di nuovi fabbricati per attività agrituristiche;
e. spese per la realizzazione di impianti per la produzione e lo stoccaggio di energia da fonti rinnovabili;
f. manutenzione ordinaria e straordinaria;
g. IVA e altre imposte e tasse (per i soggetti che possono recuperarle).

COME?

Procedura

L'operazione verrà attuata tramite l'apertura di un bando integrato, unitamente alle Operazioni 4.2.1 e 6.4.2, con la finalità di realizzare una **Rete Territoriale**.

Si prevede l'uscita del bando nel **2017**.
L'iter di attuazione dell'operazione (pubblicazione, valutazione) sarà di **5 mesi**.
Gli interventi finanziati con il primo bando dovranno concludersi entro il **2019**.

▲ In alto, stralcio da scheda **Operazione 6.4.1** - PSL GAL Tradizione delle Terre Occitane.

Il bando per le operazioni 4.11 – 4.2.1 – 6.4.1 – 6.4.2 è stato pubblicato il 7 marzo 2022[1] (in relazione al periodo di estensione del PSR 2020-2022) ed è legato all'ambito tematico del turismo sostenibile. In esso viene ribadita la volontà di favorire la sostenibilità delle attività economiche correlate all'offerta turistica e alle produzioni identitarie attraverso l'attivazione di relazioni tra imprenditori.
Scadenza 17 giugno 2022, h12.00.

1 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico Multioperazione per la selezione di progetti integrati di filiera (filiera turistica) " – OP. 4.1.1 – 4.2.1 – 6.4.1 – 6.4.2 – Periodo di estensione. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/bando-pubblico-multioperazione-per-la-selezione-di-progetti-integrati-di-filiera-filiera-turistica-op-4-1-1-4-2-1-6-4-1-6-4-2-periodo-di-estensione/>

AMBITO TEMATICO : TURISMO SOSTENIBILE
SCHEDA OPERAZIONE 7.5.2
Infrastrutture turistico-ricreative e informazione

P.S.L. GAL TRADIZIONE DELLE TERRE OCCITANE
AMBITO TEMATICO: TURISMO SOSTENIBILE
Operazione 7.5.2 - Infrastrutture turistico-ricreative e informazione

	DOVE? - CHI? - QUANTO?	COSA?	COME?
Obiettivi - Potenziare il sistema, trasversale alle valli, di fruizione outdoor, con carattere di forte complementarietà tra i territori vallivi. - Concentrare le risorse dell'Operazione sui seguenti Tipi di intervento: itinerari escursionistici, itinerari cicloescursionistici o cicloturistici, ippovie, itinerari per persone con disabilità, palestre di arrampicata, realizzazione e implementazione di parchi avventura, itinerari per racchette da neve e sci da fondo, percorsi per canoa e rafting, itinerari percorribili con mezzi motorizzati, informazione turistica.	**Localizzazione interventi** Territorio appartenente al GAL Tradizione delle Terre Occitane **Beneficiari** Interventi Tipologia 1: Unioni di Comuni, Enti di gestione delle aree protette regionali (Parco Alpi Marittime, Parco del Monviso, Parco fluviale Gesso e Stura – Comune di Cuneo, relativamente ai territori compresi in area GAL), Comuni singoli e associati (compresi i Comuni classificati B di Busca, Caraglio, Castellar e Revello). Interventi Tipologia 2, GAL e Consorzi di operatori turistici aventi come finalità la promozione turistica. **Dotazione finanziaria** Dotazione finanziaria complessiva: - 800.000 € Spesa massima ammissibile per domanda: - 133.333 € Spese tecniche massimo 12 %. Contributo in conto capitale del 90% della spesa ammessa: - Tipologia 1: 120.000,00 € (al lordo dell'IVA) - Tipologia 2: 30.000,00 € (al netto dell'IVA); interventi a regia GAL potranno beneficiare fino a un massimo di 50.000 €	**Interventi ammissibili** Tipologia 1: 1. costruzione, miglioramento, adeguamento di infrastrutture outdoor; 2. allestimento aree attrezzate; 3. allestimento punti informativi; 4. acquisto di nuovi macchinari e attrezzature per la fruizione pubblica delle infrastrutture. Tipologia 2: 1. Investimenti materiali e immateriali connessi all'informazione: acquisizione e/o sviluppo di programmi informatici, realizzazione di strumenti di informazione turistica di tipo tradizionale e di tipo innovativo. **Interventi non ammissibili** a. spese per adeguamento a norme obbligatorie b. manutenzione ordinaria e straordinaria c. acquisto attrezzature usate d. leasing e. costi di gestione f. materiali di consumo o beni non durevoli g. contributi in natura (spese in economia)	**Procedura** L'Operazione verrà attuata successivamente alla conclusione delle iniziative finanziate con l'Operazione 7.5.1 a Bando regionale. Si prevede l'uscita del bando del GAL nel **2018**. L'iter di attuazione dell'operazione (pubblicazione, valutazione) sarà di **4 mesi**. Gli interventi finanziati con il primo bando dovranno concludersi entro il **2021**.

▲ In alto, stralcio da scheda **Operazione 7.5.2** - PSL GAL Tradizione delle Terre Occitane.

Il bando[1] relativo all'operazione 7.5.2 viene pubblicato il 24 giugno 2020 mentre la graduatoria[2] con dei relativi risultati il 09 settembre 2021.
Interessante, soprattutto in vista delle analisi dei capitoli successivi, appare la presenza al 5° posto del Comune di Prazzo (risultante come beneficiario, seppur i comuni interessati dagli interventi siano Prazzo – Acceglio-Canosio-Marmora-Elva) con un importo massimo di spesa ammessa pari a 80.000,00 euro.
In particolare, da quanto si legge dal Verbale di deliberazione della giunta comunale del Comune di Prazzo[3], la candidatura al bando in questione è legata alla realizzazione (nel verbale viene approvato il progetto esecutivo) del progetto "ALTA MAIRA BIKES" che, da realizzarsi con la collaborazione dei comuni di Acceglio, Canosio, Marmora ed Elva, ha lo scopo di mettere in collegamento la via dei Cannoni – sulla dorsale Valle Maira/Varaita, con la rete dell'altopiano della Gardetta.

1 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico "Infrastrutture turistico-ricreative ed informazione" – OP. 7.5.2. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/bando-pubblico-infrastrutture-turistico-ricreative-ed-informazione-op-7-5-2/>
2 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico "Infrastrutture turistico-ricreative ed informazione" – OP. 7.5.2. - Graduatoria. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2021/10/Graduatoria-Bando-Op.-19.2.7.5.2-al-09.09.2021.pdf>
3 https://www.servizipubblicaamministrazione.it/Siti/przz1374/AlboPretorio/2022/2022-000079-1.pdf

P.S.L. GAL TRADIZIONE DELLE TERRE OCCITANE
AMBITO TEMATICO: SVILUPPO E INNOVAZIONE DELLE FILIERE E DEI SISTEMI PRODUTTIVI LOCALI

Operazione 8.6.1 - Investimenti per incrementare il potenziale economico delle foreste e dei prodotti forestali

	DOVE? - CHI? - QUANTO?	COSA?	COME?
Obiettivi - Favorire l'aumento del valore aggiunto delle produzioni forestali, mediante l'erogazione di contributi per l'acquisto di attrezzature specifiche per l'esbosco, la raccolta e le lavorazioni preindustriali del legname. - Favorire la produzione locale di legname da opera destinato all'edilizia tradizionale e l'integrazione di tale produzione con le imprese artigianali locali di lavorazione del legno (per serramenti, mobili e suppellettili, complementi d'arredo, ecc.).	**Localizzazione interventi** Territorio appartenente al GAL Tradizione delle Terre Occitane. **Beneficiari** - Selvicoltori e altri soggetti (privati o pubblici), singoli o associati, proprietari o che abbiano il legittimo possesso e la gestione delle superfici forestali interessate dagli interventi selvicolturali. - PMI, come definite nella raccomandazione 2003/361/CE che operano nel settore forestale e che risultano regolarmente iscritte all'Albo delle imprese forestali del Piemonte. **Dotazione finanziaria** Dotazione finanziari complessiva: - 400.000,00 € Spesa massima ammissibile per domanda: - 125.000,00 € Spesa minima ammissibile: - 10.000,00 € Spese tecniche massimo 12 %. Contributo del 40% della spesa ammessa. Contributo massimo sarà di 50.000,00 €.	**Interventi ammissibili** 1. acquisto macchine e attrezzature per operazioni di abbattimento, allestimento, concentramento, esbosco, cippatura, caricamento, movimentazione e trasporto; 2. acquisti di macchine e attrezzature mobili per segagione e per preparazione della legna da ardere; 3. realizzazione di interventi selvicolturali (diradamenti, potature, ecc…) purché realizzate una volta sola durante il periodo di validità del programma o del piano; 4. l'elaborazione di piani di gestione forestale o di strumenti equivalenti. **Interventi non ammissibili** a. costi di manutenzione, di esercizio e funzionamento; b. costi per la realizzazione di strade o piste forestali; c. costi amministrativi di certificazione di gestione forestale sostenibile o di altri regimi di certificazione basati sul mercato; d. acquisto di macchine e attrezzature usate; e. leasing. f. spese in economia.	**Procedura effettiva** Le azioni ammissibili in questa Operazione sono in stretta correlazione con l'Operazione 6.4.2 e con l'Operazione 4.3.11 per ciò che concerne le iniziative in campo forestale. Si prevede l'uscita del bando nel **secondo semestre** del **2017**. L'iter di attuazione dell'operazione (pubblicazione, valutazione) sarà di **5 mesi**. Gli interventi finanziati con il primo bando dovranno concludersi entro il **2020**. **Contenuto della domanda** Nella domanda di sostegno i richiedenti dovranno fornire elementi informativi atti a dimostrare che gli investimenti previsti determinino un aumento del potenziale economico delle foreste, stabilito sulla base dei volumi di legname raccolto.

▲ In alto, stralcio da scheda **Operazione 8.6.1** - PSL GAL Tradizione delle Terre Occitane.

Il bando[1] relativo all'operazione 8.6.1 viene pubblicato il 17 giugno 2019 mentre la graduatoria[2] con dei relativi risultati il 14 novembre 2019.
Ciò che fa riflettere è come, anche in questo caso, le domande provengano soprattutto da aziende di bassa valle tranne l'eccezione dell'azienda seconda classificata, con sede legale a Prazzo.
In particolare, si tratta dall'azienda di Daniele Landra, apicoltore e produttore di miele d'alta montagna[3].

1 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico "Investimenti per incrementare il potenziale economico delle foreste e dei prodotti forestali" - OP. 8.6.1. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/bando-pubblico-investimenti-per-incrementare-il-potenziale-economico-delle-foreste-e-dei-prodotti-forestali-op-8-6-1/>
2 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico "Investimenti per incrementare il potenziale economico delle foreste e dei prodotti forestali" - OP. 8.6.1 - Graduatoria. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2019/11/Graduatoria-Op.-8.6.1-approvata-il-14.11.19.pdf>
3 Pagina web Granai della Memoria, disponibile su <https://www.granaidellamemoria.it/index.php/it/archivi/lagricoltura-cuneese-fra-tradizione-e-innovazione/daniele-landra>

AMBITO TEMATICO : VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO RURALE
SCHEDA OPERAZIONE 7.6.4
Interventi di riqualificazione degli elementi tipici del paesaggio e del patrimonio architettonico rurale

P.S.L. GAL TRADIZIONE DELLE TERRE OCCITANE
AMBITO TEMATICO: VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO RURALE
Operazione 7.6.4 - Interventi di riqualificazione degli elementi tipici del paesaggio e del patrimonio architettonico rurale

	DOVE? - CHI? - QUANTO?	COSA?	COME?
Obiettivi - Sostegno alla realizzazione di interventi di recupero conservativo e di rifunzionalizzazione di edifici di pregio storico, architettonico e documentale del patrimonio rurale alpino. - Garantire la valorizzazione del contesto architettonico e paesaggistico dell'area GAL, al fine di incrementarne l'attrattività turistica. - Garantire la fruizione pubblica dei beni recuperati, per valorizzarne il significato identitario e completare l'offerta turistica locale.	**Localizzazione interventi** Territorio appartenente al GAL Tradizione delle Terre Occitane. **Beneficiari** Enti pubblici proprietari dei beni o aventi titolo a intervenire. Istituzioni private proprietarie dei beni o aventi titolo a intervenire. **Dotazione finanziaria** Dotazione finanziaria complessiva: - 1.232.357,69 € Spesa massima ammissibile per domanda: - 150.000,00 € Spesa minima ammissibile: - 30.000,00 € Spese tecniche massimo 12 %. Contributo dell'80% della spesa ammessa per i beneficiari pubblici; contributo del 60% della spesa ammessa per i beneficiari privati. Contributo massimo 120.000,00 €.	**Interventi ammissibili** 1. Interventi materiali di recupero, conservazione, restauro e risanamento conservativo di nuclei storici, spazi a fruizione pubblica, edifici e manufatti rurali pubblici e privati esistenti e loro pertinenze; 2. interventi di ripristino del paesaggio (storico e rurale); 3. interventi di riqualificazione energetica per esclusivo autoconsumo; 4. spese di allestimento per la fruizione pubblica permanente (eventualmente regolamentata) a completamento degli interventi finanziati. **Interventi non ammissibili** a. acquisto di immobili e terreni; b. interventi di demolizione e ricostruzione, conferimento in discarica; c. interventi riguardanti immobili a fini abitativi e/o produttivi; d. interventi inerenti le infrastrutture (fognature, elettrodotti, acquedotti, ecc.).	**Procedura** Gli interventi di recupero dei beni dovranno essere attuati secondo le indicazioni contenute nella manualistica di cui alla Operazione 7.6.3. Si prevede l'uscita del bando nel **secondo semestre del 2017.** L'iter di attuazione dell'operazione (pubblicazione, valutazione) sarà di **5 mesi**. Gli interventi finanziati con il primo bando dovranno concludersi entro il **2021**.

▲ In alto, stralcio da scheda **Operazione 7.6.4** - PSL GAL Tradizione delle Terre Occitane.

Il bando[1] relativo all'operazione 7.6.4 viene pubblicato il 4 marzo 2019 mentre la graduatoria[2] con dei relativi risultati il 13 maggio 2021.
Interessante, soprattutto in vista delle analisi dei capitoli successivi, appare la presenza al 8° posto del Comune di Prazzo con un cotributo concesso di 80.000,00 euro e, al 16° posto, il comune di Acceglio che si aggiudica un contributo di 78.712,66 euro. Da quanto emerge dal verbale della giunta comunale, tale domanda fa riferimento al progetto di "Recupero conservativo e riqualificazione paesaggistica di beni e spazi a fruizione pubblica di pregio storico , architettonico e documentale di Borgo Villa"[3].

1 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico "Interventi di riqualificazione degli elementi tipici del paesaggio e del patrimonio architettonico locale" – OP. 7.6.4. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/bando-pubblico-interventi-di-riqualificazione-degli-elementi-tipici-del-paesaggio-e-del-patrimonio-architettonico-locale-op-7-6-4/>
2 GAL Tradizione delle Terre Occitane, Bando Pubblico "Interventi di riqualificazione degli elementi tipici del paesaggio e del patrimonio architettonico locale" – OP. 7.6.4. - Graduatoria. Disponibile su <http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2021/05/Graduatoria-Bando-Op.-19.2.7.6.4.pdf>
3 Albo Pretorio Acceglio, Verbale Giunta Comunale. Disponibile su <https://www.servizipubblicaamministrazione.it/Siti/ccgl530/AlboPretorio/2022/2022-000096-1.pdf>

03

3.3 Sintesi delle potenzialità e anteprima sul caso studio

Come si evince dai diversi Piani e Strategie qui presentati, criticità e potenzialità della Valle Maira e, più in generale, delle valli cuneesi, sono piuttosto chiari e ben conosciuti così come lo sono le modalità e le proposte per ovviare alle problematiche riscontrate mentre è proprio l'attuazione il tassello debole del processo, rendendo quindi di fatto, molto spesso, i progetti solo elementi rimasti su carta o ancora incompleti.
Nella tabella che segue sono riassunti, suddivisi per tematica, risorse e punti critici dell'area in esame.

	Potenzialità	**Debolezze**
Demografia	• Lieve crescita demografica dell'area, registrata negli ultimi anni, seppur concentrata nella media-bassa valle.	• Bassa densità abitativa in media e alta valle; • Polarizzazione dei centri di bassa valle; • Età media della popolazione molto alta.
Mobilità	• Sviluppo di iniziative pubblico-private per sopperire alla mancanza di trasporto pubblico; • Ampia rete di strade/ mulattiere esistenti che possono essere sfruttate per ampliare l'attuale rete viaria.	• Accessibilità al territorio difficile; • Scarsità di infrastrutture (es. ferrovia); • Carenza di trasporto pubblico.
Servizi e salute	• Iniziative rivolte all'assistenza domiciliare degli anziani, volte a sopperire alla mancanza di servizi pubblici; • Sistema scolastico primario e secondario riorganizzato;	• Scarsità di servizi legati all'assistenza e cura della popolazione anziana (la più presente e dispersa sul territorio); • Alto tasso di ospedalizzazione; • Carenza nell'offerta di

	• Presenza di agenzie per la formazione professionale; • Caso di buona pratica, di iniziativa mista: Convitto Alpino Val Maira; • Scarsità di servizi commerciali.	percorsi di studio; • Poli scolastici concentrati nei comuni e distanti/ difficilmente raggiungibili da borgate e case sparse; • Difficoltà nel raggiungere i poli scolastici; • Difficoltà a mentenere aperti i servizi commerciali a fine stagione turistica.
Sistema Produttivo	• Sistema produttivo caratterizzato da agricoltura e pastorizia, con diffusione di agricoltura biologica; • Presenza di alpeggi comunali ristrutturati e in funzione.	• Sistema produttivo frammentato, che ha visto una riduzione degli addetti negli ultimi anni; • Carenza di strutture zootecniche.
Turismo	• Crescita degli arrivi di turisti dall'estero; • Riqualificazione ed apertura di nuove strutture ricettive; • Turismo sviluppato in senso sostenibile.	• Stagionalità estiva e minor offerta nel resto dell'anno; • Scarsa promozione e coordinamento del settore.
Patrimonio e beni	• Ambiente intatto e incontaminato, con panorami di grande impatto e attrattività; • Rilevanza della cultura e lingua occitana; • Ricco patrimonio architettonico e artistico, diffuso su tutta la valle e non solo nei maggiori centri; • Rete escursionistica molto estesa ed ancora estendibile e fruibile; • Progettualità europee di valorizzazione del patrimonio.	• Territorio soggetto a fragilità (frane, alluvioni, etc); • Frammentazione della gestione del patrimonio; • Scarsi collegamenti tra i beni, spesso abbandonati a loro stessi e non opportunamente manutenuti.
Connettività	• Sviluppo rete wireless per aree non raggiungibili da	• Carenza copertura rete banda larga;

Connettività

banda larga cablata;
- Elaborazione progetti e inizio lavori per banda larga.
- Assenza banda ultralarga;
- Carenza copertura telefonica e canali teleivisivi digitali.

Un caso studio che ben esplica le molte tematiche appena elencate è l'area del Passo della Gardetta, sia nella porzione dell'omonimo altopiano, nel comune di Canosio che nella porzione di Prato Ciorliero, nel comune di Acceglio. Si tratta, come si vedrà nel prossimo capitolo, di un territorio particolarmente interessante poiché da sempre interessato da diversi fenomeni e condizioni che lo hanno reso quella gemma dell'Alta Val Maira, tanto famosa in Italia quanto all'estero.

Oltre alla grande valenza paesaggistica di quest'area che, vista la sua posizione, conserva buona parte dei suoi caratteri originali e un ambiente poco antropizzato, la Gardetta è nota sia dal punto di vista storico che turistico, trattandosi di un famoso punto d'accesso per battaglie che coinvolsero il Regno di Sardegna o, molto più tardi, l'Italia e la Francia e, al contempo, snodo dell'ampia rete escursionistica della valle, che dà accesso allo sparso patrimonio architettonico e culturale oltre che offrire un collegamento con la vicina regione francese dell'Ubayette. Se la sua posizione, da un lato, ha reso l'area particolarmente degna di nota e meta escursionistica e turistica di grande interesse, è da riportare che, come tutte le aree marginali delle alte valli, soffre di quella carenza di servizi e di infrastrutture che rendono difficile immaginare una fruibilità dell'area annuale e non stagionale, per non parlare del crescente abbandono delle borgate ad essa vicine che, ormai, sopravvivono in buona parte proprio grazie al turismo e al settore ricettivo, spegnendosi nei periodi invernali poiché, come si è già visto, la valle non ha visto uno sviluppo nell'ambito delle attività sciistiche e sportive invernali.

Come anche nei comuni lungo il Maira, anche l'altopiano è vittima della scarsa connettività wireless e ricezione che, in un'area in cui è anche presente un rifugio, è un elemento fondamentale e, in generale, potrebbe essere sfruttato come mezzo per aumentare la fruibilità della zona e della densa rete di opere e strade militari risalenti alle due Guerre Mondiali, oltre che ai resti di battaglie ben più lontane di cui ancora oggi permangono le tracce. La ricchezza del patrimonio sia paesaggistico che artistico, architettonico e culturale si inquadrano sicuramente come dei grandi punti di forza di queste terre ma, ad oggi, per sfruttare questo potenziale, è necessario un ingente sforzo verso una maggiore fruibilità dei beni oltre che verso un recupero degli stessi, molti dei quali versano in condizioni di disuso e abbandono, privati di

quella loro intrinseca capacità di narrare una storia ormai lontana ma che non dovrebbe mai essere dimenticata.

Senza dubbio, quindi, così come dimostra anche la precedente tabella, esistono diverse potenzialità che, se sfruttate, porterebbero ad una maggiore valorizzazione dell'area e non solo per fini turistici, ma, partendo da questo settore, si giungerebbe sicuramente a quel tanto agognato ripopolamento delle montagne con la conseguente ricongiunzione di quel distacco generazionale che, tra l'altro, ha anche interrotto la prosecuzione di tradizioni e attività locali e artigianali.

Foto di:
Andrea Galletto - Team DIRECT
14/07/2021.

04

CASO STUDIO:

ALTOPIANO DELLA GARDETTA
Strade e fortificazioni



04

4.1 Morfologia ed etimologia a confronto

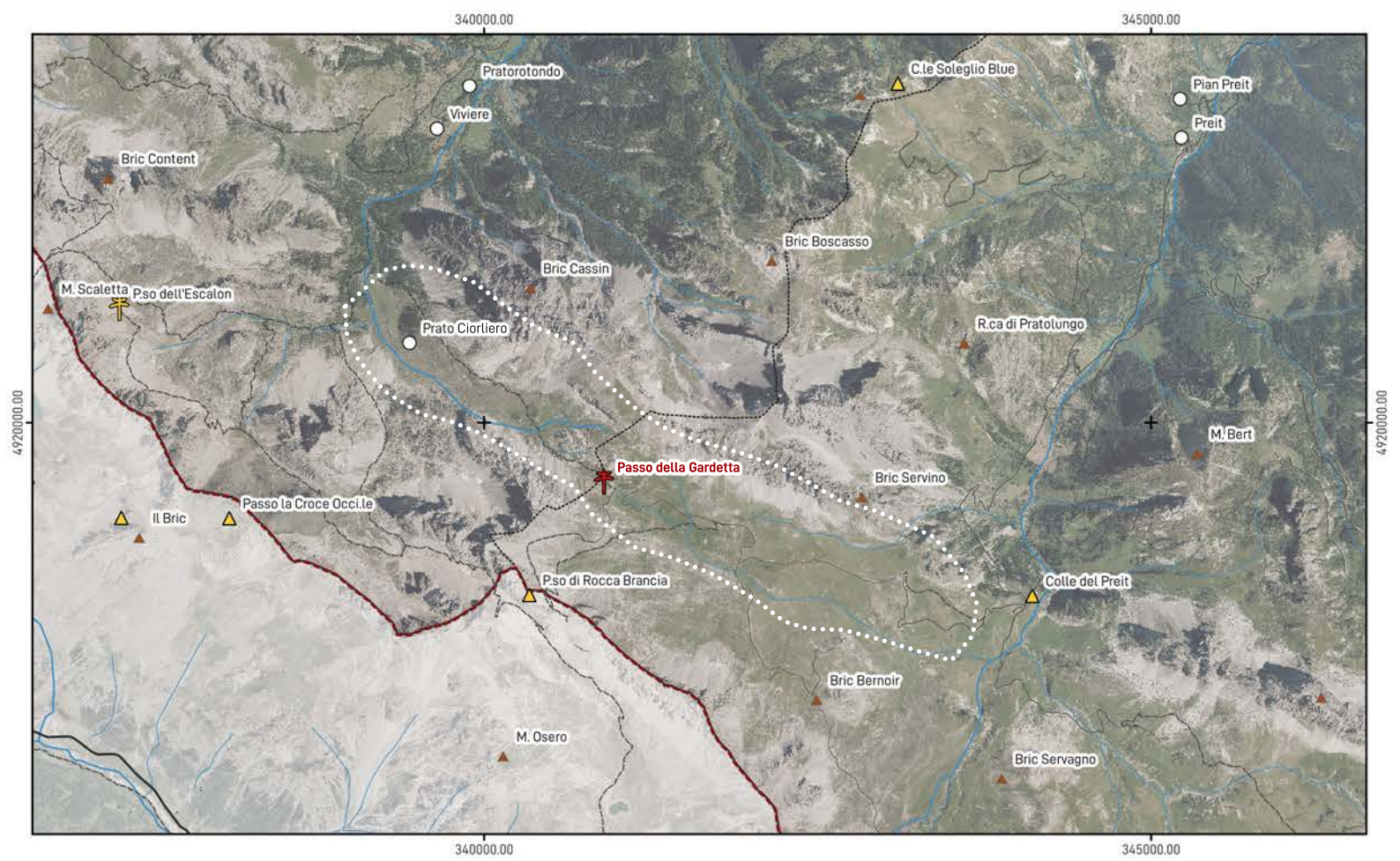
▼ In basso, vista dell'Altopiano della Gardetta dal passo. Sullo sfondo, Rocca La Meja e, in secondo piano, il rifugio della Gardetta.

Fonte: Santoro Valentina, Team DIRECT..

Con il toponino occitano *"La Gardéto"* si fa riferimento all'area dell'altopiano della Gardetta e del passo omonimo, situati nel Comune di Canosio, in Alta Val Maira, nelle Alpi Cozie meridionali, a circa 2340 m di altitudine. Il pianoro, che si colloca tra due creste montuose con direzione sud-est/nord-ovest, si estende in maniera trasversale al Vallone di Canosio ed è geograficamente limitato a sud dal Monte Oserot e dal Bric Bernoir, che lo separano anche dalla adiacente valle Stura; ad est, dal Bric Servagno e dalla cima di Rocca la Meja; a nord, dal colle del Preit che, tra l'altro, definisce il punto più basso dell'altopiano a 2080 metri sul livello del mare, mentre ad ovest, valicato il passo (2437 m sul livello del mare) e giunti nel Comune di Acceglio, è la conca di Prato Ciorliero che lo delimita, offrendo un altrettanto magnifico panorama.

L'area, per via della posizione strategica, al limitare di due valli e molto vicina al confine francese, si configura come un crocevia in grado di mettere in comunicazione sia trasversalmente le Valli Stura, Maira e Varaita sia longitudinalmente le prime due già citate con la Valle Grana e, attraverso percorsi non proprio agevoli, anche la stessa Francia. Sia per questa ragione, quindi, che per la conformazione fisica dei luoghi stessi che vedono nel Passo una sorta di "porta d'accesso"





all'altopiano, a sua volta delimitato da versanti rocciosi, è facilmente intuibile quali siano le ragioni che abbiano portato a denominare la zona come oggi la conosciamo, Gardetta (o La Gardéto in occitano).

Il toponimo, infatti, come altri con etimologia simile, deriva da *"gardia"* che sta per "luogo di guardia", "luogo di sorveglianza" e, a sua volta, sicuramente deriva dal germanico *wardon,* ovvero "osservare", "guardare". In effetti, Gardia e suoi derivati sono toponimi largamenti diffusi *"per indicare rilievi o luoghi da cui si può osservare il territorio"*[1] come nel caso de La Gardetta a Canosio o La Gardiòla di Roccabruna o, ancora, Guardiòla a Sampeyre e, in generale, fanno riferimento proprio a luoghi la cui posizione è adatta per osservare, sorvegliare e controllare l'area circostante, proprio come il caso trattato in questa sede.
In effetti, come riporta anche il dizionario topografico dell'associazione Chambra d'Òc, Gardetta significa "luogo panoramico adatto alla sorveglianza"[2] ed effettivamente si adatta perfettamente ai caratteri dell'area, alla sua conformazione e, inoltre, anche agli scopi per cui è stata sfruttata nei tanti secoli della sua storia, come si vedrà nei

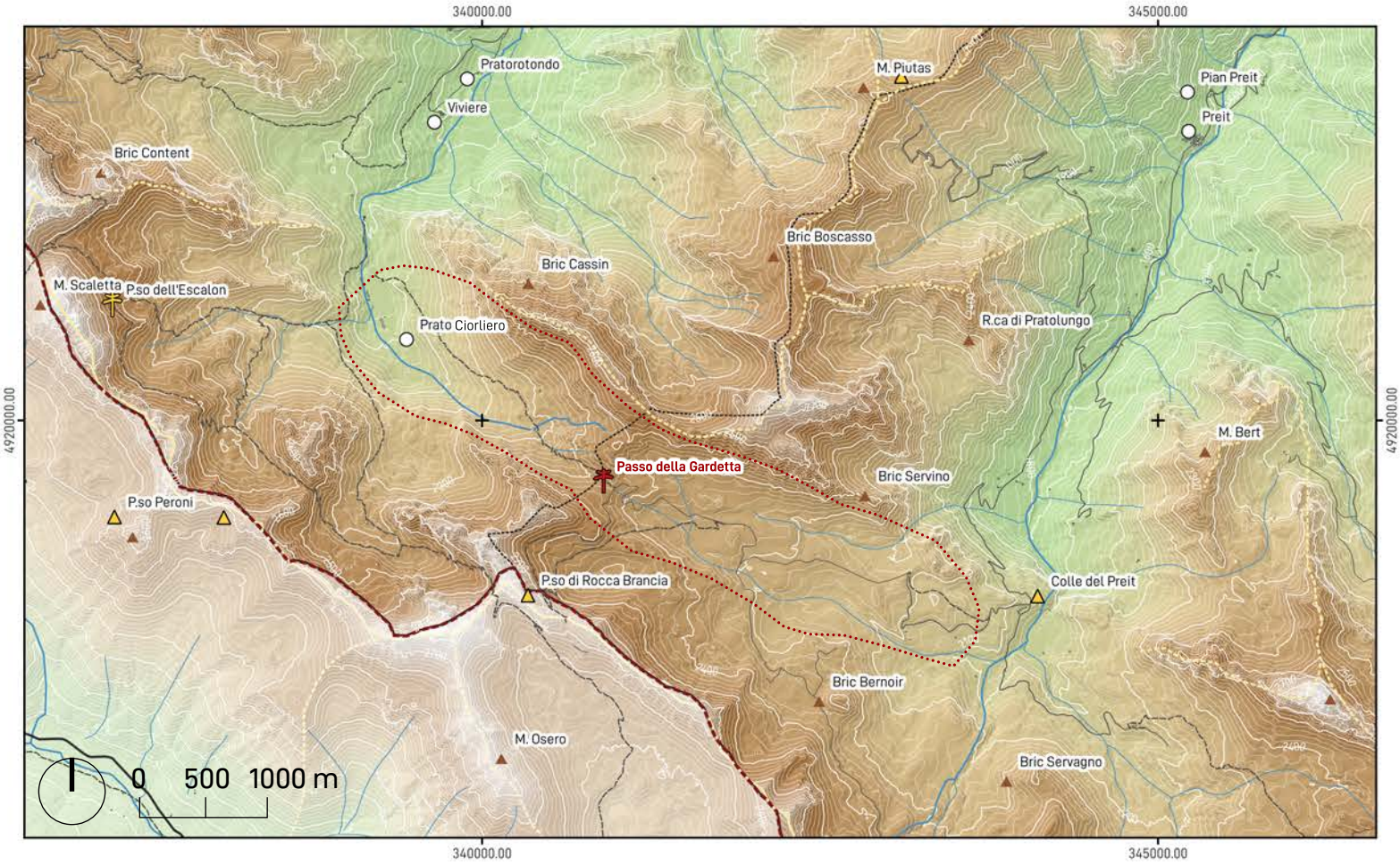
▲ In alto, **Inquadramento Altopiano della Gardetta e Prato Ciorliero.**
Scala 1:50.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; dataset rete escursionistica Regione Piemonte; dataser monti, colli e passi Regione Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 500 1000 m

1 Associazione Espaci Occitan, Pagina web toponomastica occitana, Toponimi ricorrenti e curiosi. Disponibile su <http://www.espaci-occitan.org/occitano-e-occitania/lingua-occitana/toponomastica-occitana/>
2 Associazione Chambra d'Oc, Dizionario topografico, *Comune di Canosio - Altopiano della Gardetta.* Disponibile su <http://toponimi.chambradoc.it/applications/dictionary/siteToponymChambra/index.jsp?_VP_V_ID=483015803&CM=ED&_VP_OBJ_ID=28194&FIND_



▲ In alto, **Carta morfologia Altopiano della Gardetta e Prato Ciorliero.**
Scala 1:50.000

▶ A destra, **Carta amministrativa Altopiano della Gardetta e Prato Ciorliero.**
Scala 1:50.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; dataset Vette Regione Piemonte; dataser crinali montani Regione Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

Morfologia
- Modello del terreno (altimetria)
  - 900
  - 1200
  - 1500
  - 1800
  - 2100
  - 2400
  - 2700
  - 3000 m s.l.m.
- Crinali primari
- Crinali secondari
- Monte
- Colle
- Passo
- Passo della Gardetta

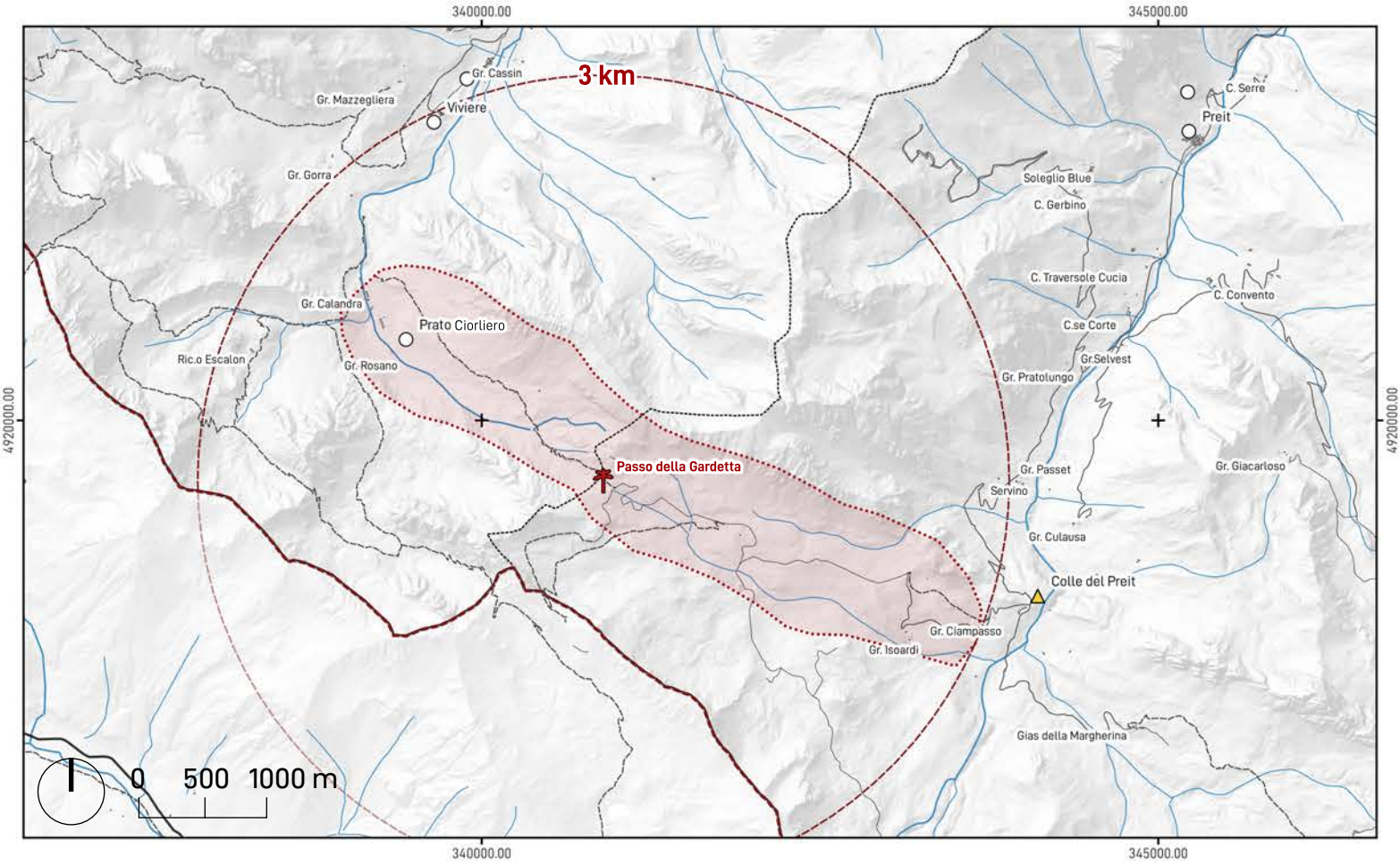
Edificato
- Centro abitato
- Località principali
- Località secondarie

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale
- Linea ferroviaria

Idrografia
- Principale
- Secondaria
- Terziaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Valli
- Comuni

- Area di studio



prossimi paragrafi.

Il luogo, nei pressi del quale sorge anche un rifugio, è raggiungibile in diversi modi, sia per mezzo di veicoli a motore che a piedi, sfruttando la vasta rete escursionistica che si estende nella valle, collegandola a quelle limitrofe. Sicuramente uno degli accessi più comodi per via della ridotta pendenza e difficoltà, nonché quello utilizzato durante la campagna di rilievo, è quello che passa per Canosio, raggiungendo poi, ancora in auto, Pian Preit e il relativo parcheggio posto più in quota, nei paraggi di Grange Selvest, da cui poi si prosegue a piedi per circa un'ora, seguendo il sentiero escursionistico fino al raggiungimento della meta. Un altro percorso, invece, è quello che attraversa un altro comune della valle, Acceglio, e , a differenza del primo, prevede un tratto a piedi ben più lungo e faticoso, attraverso le varie borgate del Vallone di Unerzio e poi risalendo la conca di Prato Ciorliero dove, seppur ancora presente, il tracciato escursionistico è meno praticabile rispetto a quello sul versante di Canosio. In realtà, se si è escursionisti particolarmente esperti o bikers, l'area può essere raggiunta anche sfruttando le vecchie strade e mulattiere militari che da Demonte, in Valle Stura, risalgono fino a San Giacomo e, passando per il vallone dell'Arma, Bandia e il colle Margherina, raggiungono l'altopiano della Gardetta.

Proprio la ricchezza di collegamenti, la possibilità di

VALUE=193751&SEARCH_TYPE=MUNICIPALITY_FIND&FIND_ATTESTATIONS=n>



▲ In alto, **Vista dell' Alpiano della Gardetta con in primo piano il rifugio (ex Ricoveri della Gardetta) e ruderi di trune del XIX° secolo.**

Fonte: Possa Alberto, Team DIRECT.

accedere alle altre valli e raggiungere la pianura cuneese insieme alla faciltià di muoversi in questa zona presssoché pianeggiante, raggirando le posizioni difensive poste più a sud, all'imbocco della Valle Stura, hanno fatto sì che il pianoro della Gardetta, sin dal XVIII° secolo, fosse famoso per essere *"strategicamente il punto più debole di tutto il sistema difensivo del confine sabaudo in quel settore, privo oltretutto di fortificazioni permanenti, collocate ben più a valle"*[3].
L'altopiano, infatti, proprio in funzione di ciò, risulta tutt'oggi disseminato di varie testimonianze del suo passato bellico sia più recente che tardo settecentesco. Percorrendo l'attuale rete escursionistica costituita perlopiù da vecchie e dismesse strade militari, è possibile incontrare sia resti di trune e baraccamenti ottocenteschi, come quelle che circondano il rifugio della Gardetta, sia opere in caverna costruite durante la Seconda Guerra Mondiale ma mai effettivamente entrate in funzione. Addirittura, con un occhio un po' più critico, è possibile anche riuscire a scorgere i resti dei trinceramenti settecenteschi, sia nei pressi del Passo che, più in basso, all'altezza del Colle del Preit.

Proprio tra questi due capisaldi, per circa 3 km, si estende il Pianoro della Gardetta che, nel suo sviluppo, copre un dislivello di circa 300 m, facilmente superabile seguendo il sentiero ben evidente e a pendenza talmente lieve che, nella

3 Sconfienza R., 2019, *Le fortificazioni campali della Val Maira nel XVIII secolo*, in Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti, Editurus, pg.3.

scala di difficoltà definita dal CAI[4], si configura come un bollino verde e un itinerario turistico/escursionistico (i livelli più bassi delle due scale di riferimento)[5].

Come anticipato nel paragrafo 3.1.4, si tratta di un territorio che vede l'alternarsi di una vasta area pseudo-pianeggiante e di rilievi che raggiungono i 3000 m sul livello del mare, dando origine ad un ambiente e un panorama di grande valore e bellezza, talmente poco antropizzato che, addirittura, viene considerato *"un eccellente punto di osservazione astronomica con uno dei cieli più bui d'Europa, grazie alla protezione naturale dalle nebbie e foschie estive"*[6] fornita dalle stesse cime che lo circondano. Tuttavia, ciò che rende la Gardetta un luogo unico e suggestivo non si ferma a quanto appena visto, anzi la sua singolarità e la sua rilevanza si ritrovano anche nei suoi caratteri geomorfologici oltre che nell'uso che viene fatto dei suoi territori oggigiorno.

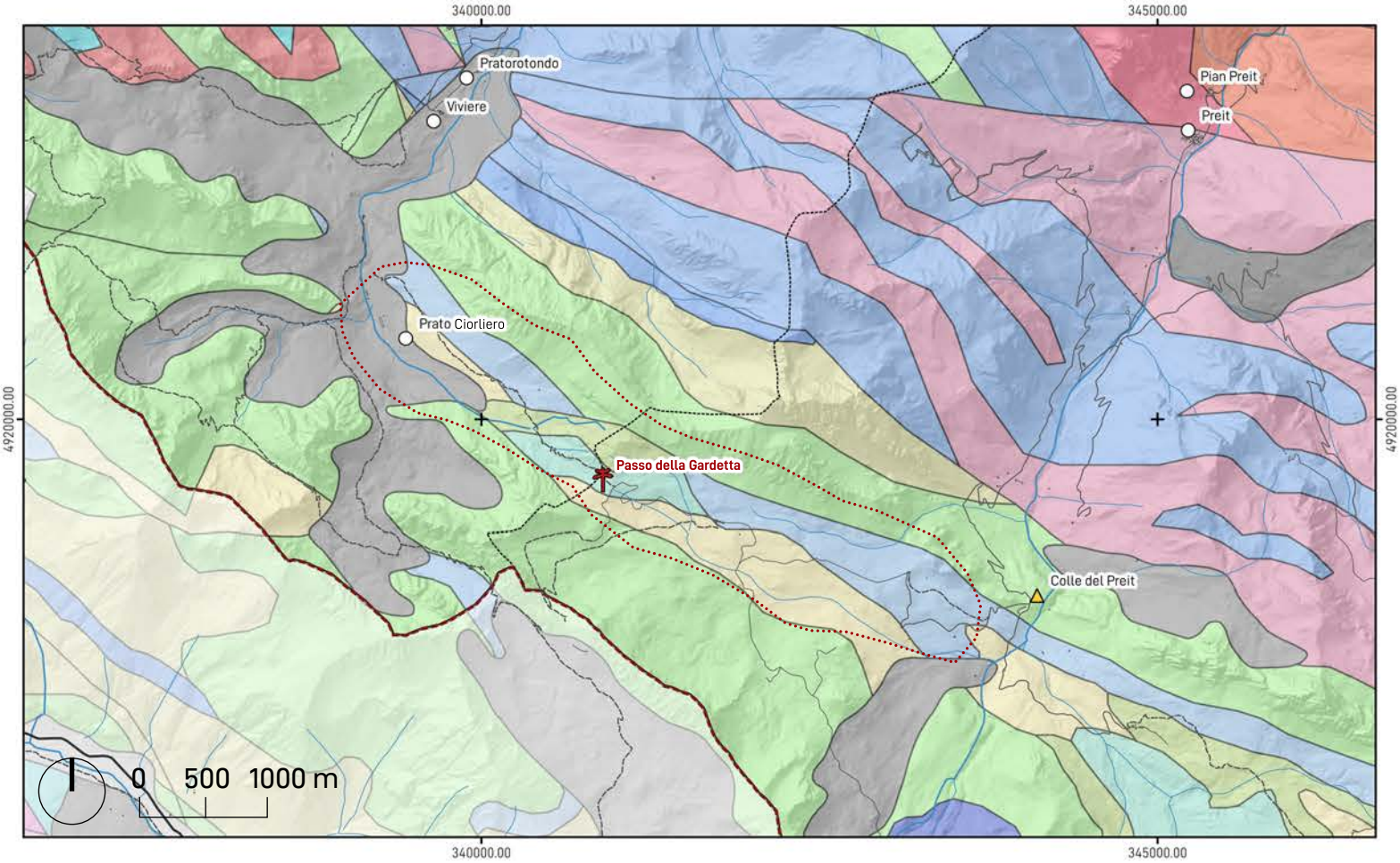


◀ A sinistra, **Vista panoramica del tracciato delle impronte di Isochitoterium Gardettensis.**

Fonte: Petti FM, Furrer H, Collo E, Martinetto E, Bernardi M, Delfino M, Romano M, Piazza M. 2020. Archosauriform footprints in the Lower T*riassic of Western Alps and their role in understanding the effects of the Permian-Triassic hyperthermal*. PeerJ 8:e10522 https://doi.org/10.7717/peerj.10522. Disponibile su < https://peerj.com/articles/10522/>

E', infatti, necessario menzionare che, proprio per via della conformazione litologica della valle già illustrata nel paragrafo 3.1.2, l'altopiano è stato riconosciuto nel 2001 come Patrimonio Geologico Italiano nel censimento APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici) e, in seguito al ritrovamento di impronte di rettili triassici appartenenti ad un esemplare di Ticinosuchus Ferox, rinominato in seguito Isochiroterium Gardettensis, si sta via via sviluppando l'idea di creare un Geo-Paleo Park, con un centro visitatori e un giardino geologico atto alla divulgazione dei risultati delle ricerche effettuate in tale ambito.[7]

4 Club Alpino Italiano.
5 Alpi Cuneesi, *Scala del CAI e Scala difficoltà impegno delle escursioni.* Disponibile su <https://www.alpicuneesi.it/varie/help.htm#tipologie>.
6 Pagina web Comune di Canosio, Altopiano della Gardetta, Introduzione. Disponibile su <http://www.comune.canosio.cn.it/Home/Guida-al-paese?IDDettaglio=36822>
7 Università degli Studi di Torino, Sapienza – Università di Roma, Università di Genova, 2021, *Comunicato Stampa Scoperte orme fossili di grandi rettili sulle Alpi Occidentali*. Disponibile su <http://www.naturaoccitana.it/pagina.asp?id=738>



▲ In alto, **Carta litologica Altopino Gardetta e Prato Ciorliero.**
Scala 1:50.000

▶ A destra, **Carta forestale Altopino Gardetta e Prato Ciorliero.**
Scala 1:50.000

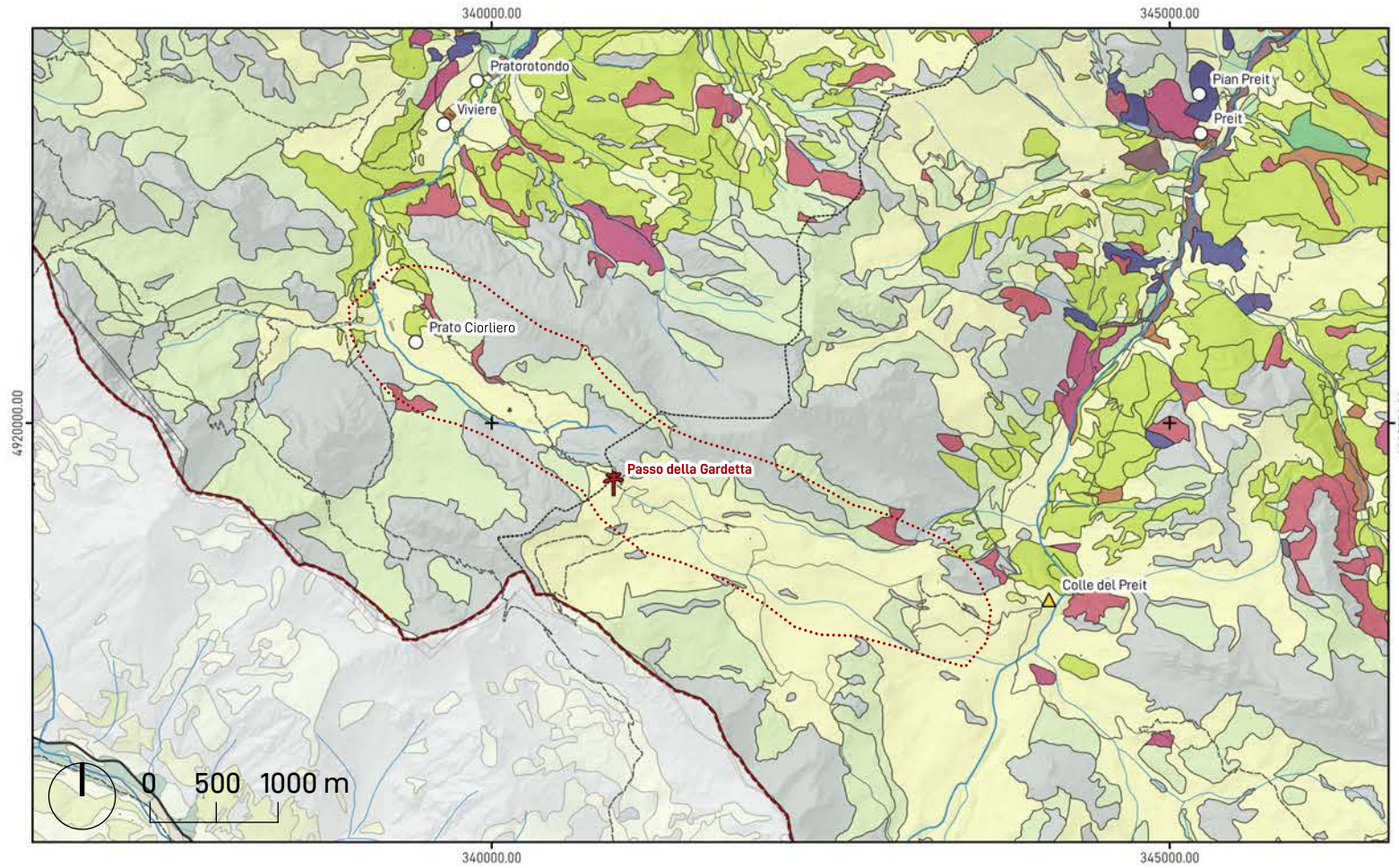
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - storico Regione Piemonte, Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Ambiti amministrativi - Province, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; dataset Quaternario e Substrato da Geoportale Arpa Piemonte disponibili su < https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/geologia-e-dissesto/georegionale/georegionale>, Carta forestale Piemonte su portale SIFOR.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

Carta forestale
- Acero-tiglio-frassineti
- Acque
- Arbusteti subalpini
- Cespuglieti
- Cespuglieti pascolabili
- Lariceti e cembrete
- Pinete di pino montano
- Praterie
- Praterie rupicole
- Prato-pascoli
- Rocce, macereti, ghiacciai

Litologia
- Alternanze calcareo-marnose con hard ground alla base
- Alternanze di arenarie silicoclastiche e peliti
- Argilliti e siltiti viola e verdi con intercalazioni di quarzareniti fini
- Argilloscisti e quarziti
- Brecce poligeniche a cemento carbonatico e clasti subangolosi
- Calcari micritici con belemiti
- Encriniti, calcari micritici chiari
- Filladi e filladi carboniose, gneiss e micascisti
- Granitoidi
- Marne
- Metarioliti, metadaciti, porfiroidi
- Migmatiti, ortogneiss, paragneiss, micascisti
- Peliti varicoloi e dolomie massive
- Rioliti e depositi vulcanoclastici
- Depositi fluviali e di debris flow
- Depositi glaciali e di ablazione
- Principali accumuli di frana in roccia e deformazioni profonde di versante



Altro carattere interessante, sia legato alla litologia dell'area che alla sua pericolosità per via di fenomeni franosi, è come questi due elementi abbiano, nei secoli, influenzato sia la costruzione che la conservazione dei sistemi fortificati citati poc'anzi, i cui manufatti ancora esistenti sono vittime di diversi fenomeni di deterioramento e danneggiamento, come si vedrà nel capitolo 6.

Tuttavia, nonostante il valore paesaggistico dell'area derivato sia dalla bellezza dei luoghi che dalla loro morfologia, nonostante il crescente interesse turistico legato alla vasta rete escursionistica che si inerpica tra bellezze naturali, paesaggi mozzafiato e beni culturali di vario genere, è anche opportuno ricordare che l'intero altopiano, completamente costituito da prati e praterie, ha un passato legato alla pastorizia e tutt'ora ricade all'interno del comprensorio di pascolo "Pianezza-Margherina" con proprietà per il 98% comunale[8]. Esso è largamente utilizzato per il pascolo di bovini durante la stagione estiva, così come si è anche potuto constatare durante la campagna di rilievo, e in loco avviene sia la produzione che la trasformazione di latte bovino, tanto che sono presenti diverse grange, spesso anche adibite ad agriturismo, che coniugano produzioni locali, come quelle dei formaggi d'alpe, e piccola ricettività, come il caso dell'Agriturimo La Meja[9].

8 Unione Europea, Regione Piemonte, Ipla, 2000, *Area forestale: Valle Maira – Piano Forestale Territoriale.* Disponibile su <http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do?idAreaForestale=10>

9 Pagina web Azienda Agrituristica La Meja, disponibile su <https://agriturismolameja.it/lagriturismo/>

Edificato
- Centro abitato
- Località principale

Viabilità
- Autostrada
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada extraurbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale o vicinale

Idrografia
- Principale
- Secondaria
- Terziaria

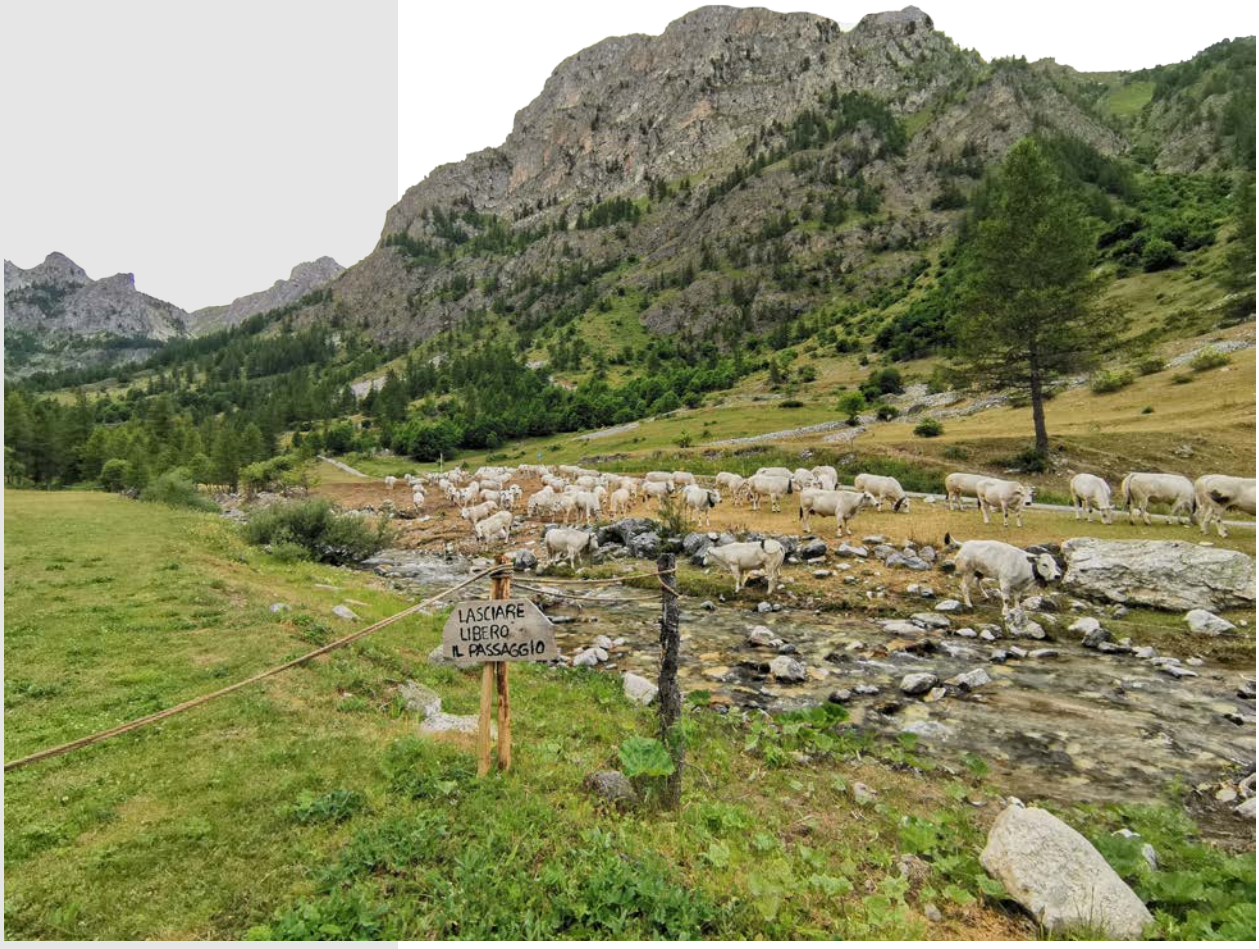
Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Valli
- Comuni

- Area di studio

Per quanto concerne, invece, il caso studio di questa tesi si tratterà di un'area che si estende per circa un chilometro sia a nord-ovest che a sud-est rispetto al Passo della Gardetta e, come si vedrà in seguito, comprende buona parte del ventiquattresimo Caposaldo Gardetta – Oserot, in esercizio durante il Secondo Conflitto Mondiale. L'analisi, tuttavia, pur partendo da questa zona, che comunque sarà oggetto di un suo approfondimento, si estenderà ben oltre, nel tentativo di ricostruire le modalità di fruizione di questi territori e come essi, grazie alle varie trasformazioni messe in atto sulla rete di sentieri e mulattiere, siano diventati man mano più accessibili.

▼ In basso, Bovini al pascolo all'altezza di Colle del Preit.

Fonte: Possa Alberto.



4.2 Uno sguardo al passato: la storia militare dell'Alta Valle

Benché la storia della Valle e, in particolare, dell'Alta Valle abbia radici lontane, ciò che risulta rilevante per questa trattazione è un arco storico ben preciso di due secoli, dal XVIII al XX.
Si tratta, infatti, di un periodo relativamente vicino dal punto di vista temporale di cui è sia facile rintracciare notizie e informazioni, tratte da fonti bibliografiche dell'epoca, ma anche dati cartografici più o meno precisi, tratti da fonti cartografiche storiche.
Nonostante, infatti, le grandi innovazioni Rinascimentali, furono gli avanzamenti scientifici del XVII e XVIII secolo ad aprire la strada ad ulteriori miglioramenti in cartografia e all'ampio sviluppo di questa disciplina che, a partire dal '700, in Europa vide la sua applicazione per estese operazioni di mappatura del territorio, spesso per fini catastali e fiscali[10].
A ciò, inoltre, si vanno a sommare le varie guerre che interessarono in questi secoli il Regno Sabaudo, prima, e l'Italia, poi, e che portarono alla realizzazione di numerose cartografie di grande dettaglio e con tutta una serie di informazioni sulla rete stradale (talvolta classificata per tipologie) e apparati fortificati.
La scelta di sviluppare l'analisi in questo arco temporale, quindi, deriva da questa duplicità di fattori. Infatti, seppur da un lato, l'ampia possibilità di reperire fonti e, soprattutto, fonti cartografiche storiche dotate di una relativa precisione abbia inciso sulla scelta, sono stati soprattutto la presenza di rovine di quell'epoca e il fatto che, almeno rispetto all'area di interesse, prime vere citazioni e riferimenti si attestino proprio attorno al XVIII secolo a influenzare tale decisione. Come si vedrà nei paragrafi seguenti, l'area della Gardetta, per via della sua posizione strategica, risulterà spesso interessata da eventi bellici di vario genere, da Guerre di Successione fino al Secondo conflitto mondiale. Proprio questi avvenimenti, infatti, ne hanno plasmato il paesaggio e sono ancora oggi la ragione per cui il patrimonio paesaggistico della zona risulta particolarmente ricco, non solo dal punto di vista ambientale, per via dell'ampia rete escursionistica di derivazione militare, ma anche da quello dei beni culturali, grazie ai resti dei vari impianti e opere fortificate che costellano l'area.

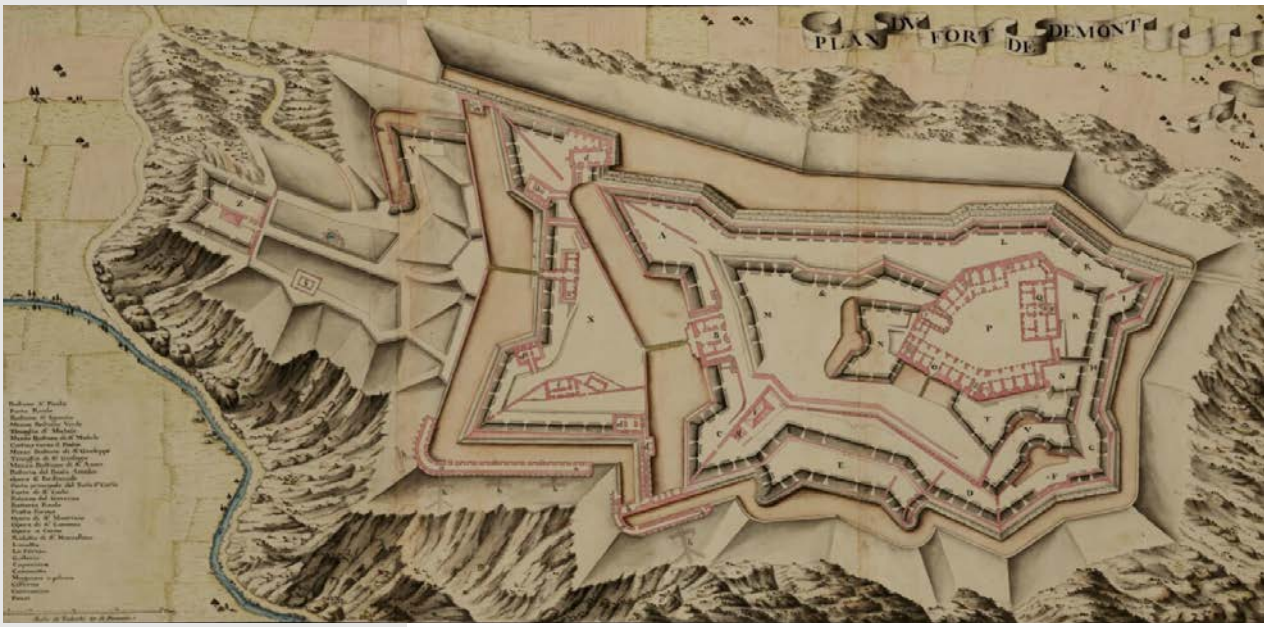
10 Roggero M., 2020, Strumenti avanzati per la modellazione dell'architettura | 3 – Cartografia seconda parte – la cartogragia storica nel Piemonte Sabaudo e il problema della longitudine. Dispense del corso "Atelier Compatibilità e sostenibilità del restauro architettonico A".

4.2.1 XVIII secolo

A Madrid, il 1° novembre 1700 si spense, senza eredi, re Carlo II di Spagna. Questo evento e la Guerra di Successione spagnola, da esso scaturita, coinvolsero buona parte delle potenze europee: la Francia di Luigi XIV e la Spagna di Filippo V, pretendente al trono, contro l'Impero austriaco e l'Inghilterra mentre il Regno Sabaudo si vedrà, in un primo momento, schierato con i francospagnoli e successivamente, in seguito a proposte di cessioni territoriali, con gli anglo-austriaci. Gli esiti di questo conflitto, con la ratifica del Trattato di Utrecht nel 1713, sanciranno un momento di svolta per tutti gli attori in gioco e, in particolare, per il Regno Sabaudo e i suoi confini.[11]

Utrecht, infatti, si vede come sfondo delle trattative tra le forze vittoriose di Inghilterra, Austria e Stato Sabaudo e le sconfitte Francia e Spagna. In questa sede, *"l'Inghilterra si dimostra favorevole allo Stato sabaudo in quanto freno al potere asburgico in Italia"*[12] e così il Piemonte *"ottiene che le Alpi diventino confine naturale, riprende il contado di Nizza, le zone di Vigevano, del Monferrato e di Alessandria"*[13] e, in seguito ad ulteriori trattative, anche la Sardegna, conseguendo così una relativa sicurezza, dopo secoli di guerre ed invasioni, e dando il via ad una fase di riforma del Regno.
Lo spostamento del confine politico lungo la catena delle Alpi, difatti, *"modificò la situazione strategica, offrendo al Piemonte la possibilità di organizzare maggiori e robuste linee di resistenza contro i movimenti francesi"*[14] che, fino a quel momento, avevano sfruttato le valli come via d'accesso

▼ In basso, **Plan du Fort de Demont, s.d.**
Fonte: Asto, Corte, Carte topografiche e disegni, Carte topografiche segrete, Demonte 33 A II Rosso, mazzo 1.



11 Bocca C., Centini M., 1995, Breve storia del Piemonte dalle origini ai giorni nostri, Tascabili economici Newton, pg. 22.
12 Bocca C., Centini M., ivi pg. 24.
13 ibidem.
14 Gariglio D., Minola M., 1995, Le fortezze delle Alpi Occidentali – Vol. 1 Dal Piccolo S. Bernardo al Monginevro, L'Arciere editore, Cuneo, pg. 11.

alla capitale, bypassando le storiche difese della valle di Susa e Chisone mentre il forte di Bard e di Demonte si ergevano come ultimo baluardo di resistenza all'invasore.[15]

A partire da questo momento, buona parte del bilancio militare venne utilizzato per la costruzione di nuove opere di sbarramento e per l'ammordernamento e adeguamento dei forti già esistenti: da un lato, i forti di Demonte e Bard vennero via via trasformati in fortificazioni moderne così come le fortezze di Exilles e di Fenestrelle, da poco annesse al Regno, videro importanti lavori di ristrutturazione mentre, dall'altro, vennero innalzati nuovi forti, come quello di Brunetta in val di Susa, moderni e imponenti.
Questa tipologia di opere seguiva un impianto ben preciso:

- Situate presso siti angusti ed impervi, tendenzialmente l'area scelta era nei pressi di una stretta, di una gola ed era attraversata solo da una strada e dal corso d'acqua principale della valle controllati dalla fortezza stessa, spesso costruita a scavalco su queste infrastrutture;
- Il forte si trovava su un'altura, un roccione, in generale, un punto alto da cui poteva dominare e controllare il territorio circostante;
- Tipicamente, erano realizzate sul sito di una fortificazione preesistente o comunque di un'opera (es. Castello) che rispondeva a particolari esigenze strategiche;
- Erano costituite da un'ingente massa muraria, importante per resistere alle artiglierie nemiche.

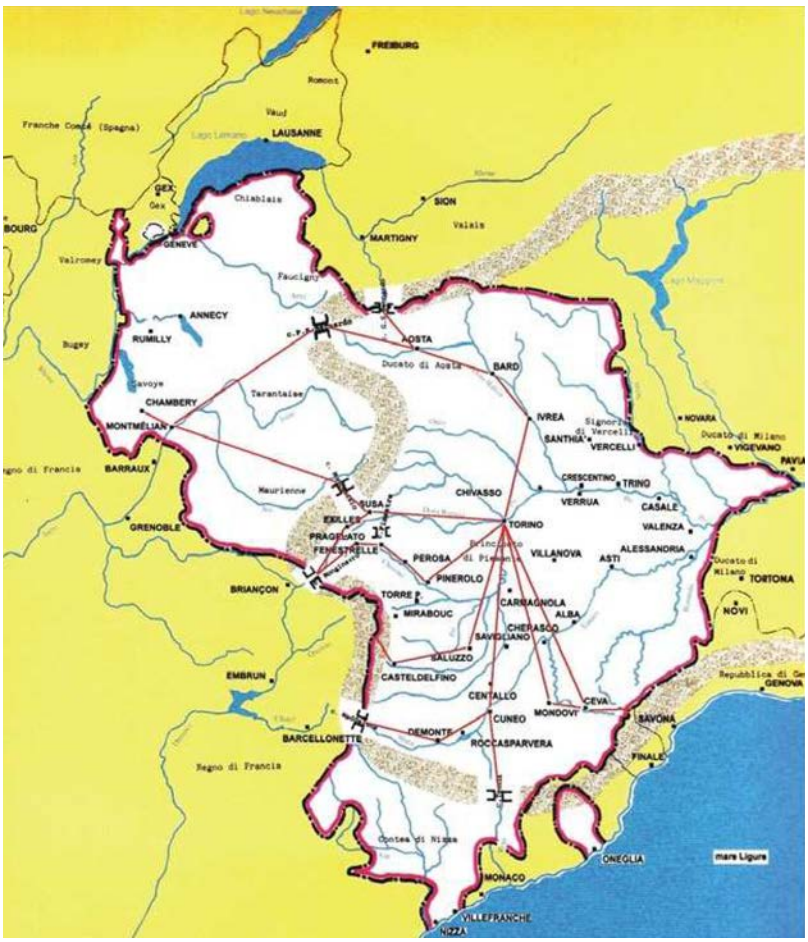
Nonostante l'attenzione posta nella progettazione di tali fortezze, il principale difetto, nonché, per opere di questo calibro, quello più critico, *"era costituito dalla possibilità dell'aggiramento dalla presenza, nelle immediate vicinanze, di posizioni da cui si poteva dominare l'opera di fondovalle ed eventualmente batterla con le artiglierie di assedio"*[16].

Per ovviare a questo problema, nel corso degli anni, attorno ai forti vennero costruiti tutta una serie di elementi difensivi semipermanenti, a tutela delle posizioni più alte ed esposte. Trinceramenti, ridotte[17] e baracconi per il ricovero delle truppe erano costruiti sia in luoghi strategici per la difesa del territorio, come nel caso delle Barricate in Valle Stura, della Gardetta in Val Maira e di Colle del Mulo, a ridosso delle due o a quote più elevate, a taglio dei valichi.
"La tecnica costruittiva alternava di sito in sito o anche nello stesso [...] l'opera in pietra a secco o l'elevato in terra battuta

15 ibidem.
16 Gariglio D., Minola M. ivi, pg. 12.
17 Nell'architettura militare, opera fortificata (detta anche ridotto) di modesta importanza, sia isolata sia facente parte di un sistema difensivo più vasto. Può avere carattere stabile, come sede di presidio, per la sorveglianza di una zona di terreno, o provvisorio, come caposaldo di una linea fortificata; talora costituisce la parte più interna di una fortezza, usata come ultima difesa. Tratto da Treccani, Vocabolario online. Disponibile su < https://www.treccani.it/vocabolario/ridotta/>

▶ A destra, **Carta con schematizzazione Stato Sabaudo e del suo apparato difensivo al 1713**, dopo la Pace di Utrecht. Sono rappresentati anche i grandi valichi che, durante la bella stagione, potevano essere transitati con salmerie e grande artiglieria.

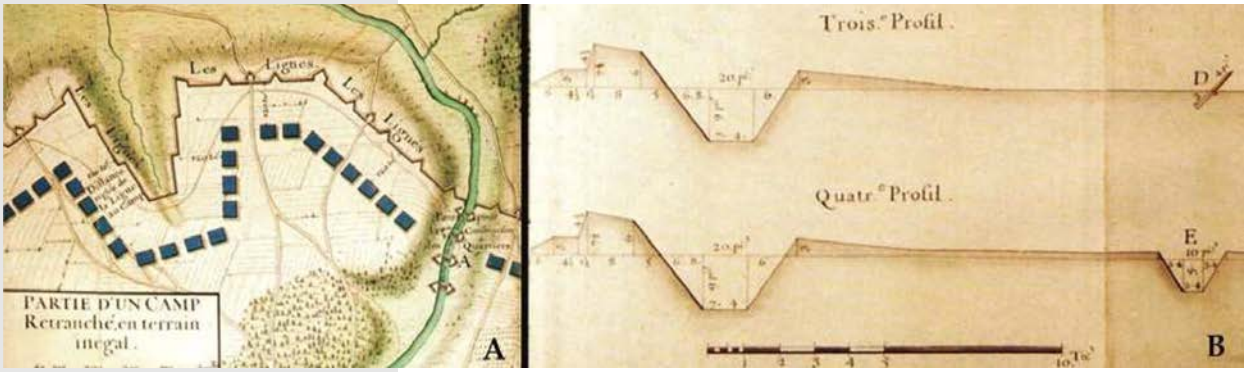
Fonte: elaborato da Viglino Davico 2005 in Sconfienza R. 2012, op. cit.



▼ In basso, **A | Stralcio da *Traité de l'Attaques des Places* del marchese di Vauban.** Sono presenti le forme più comuni per la fortificazione campale, ovvero tracciati lineare intervallati da "frecce" o "redan".
B | Dallo stesso trattato, stralcio di sezioni di trinceramenti campali.

Fonte: Sconfienza R. 2012, op. cit.

con superficie ricoperta da «teppe» erbose"[18] mentre, per quanto riguarda la forma, si trattava di una fortificazione lineare a salienti e rientranti che si adattavano alla conformazione orografica del sito. Di profilo, invece, la trincea era costituita, a partire dal campo esterno, dallo spalto, dal fossato, il trinceramento in sé e la banchina di tiro.[19]
Fortezze e opere fortificate minori andarono, quindi, a formare un "cordone" fortificato quasi ininterrotto dalla Valle d'Aosta alle Alpi Liguri, che, sviluppato su un unico fronte, si estendeva trasversalmente sulle vallate delle Alpi Occidentali, restando



18 Sconfienza R., 2012, Archeologia militare d'età moderna in Piemonte. Lo studio della fortificazione campale alpina, in Archeologia Medievale n. 13, pg. 21. Disponibile su <https://www.academia.edu/12820673/Archeologia_militare_d_et%C3%A0_moderna_in_Piemonte_Lo_studio_della_fortificazione_campale_alpina_in_Archeologia_Postmedievale_13_2009_2012_pp_11_95>
19 Ibidem.

comunque in relazione radiale sia con la capitale che con i forti pedemontani, più arretrati.
Questa attenta progettazione, tuttavia, non portò ai risultati sperati e, anzi, vennero messe subito in luce le criticità di questo apparato che richiedeva un grande numero di uomini da stanziare per tutta la sua lunghezza e che, al contempo, pur evitando l'aggiramento, non rendeva efficiente il movimento delle truppe, vanificando la possibilità di controffensiva in caso di un attacco concentrato.[20]

Un esempio di ciò è fornito dalla Guerra di Successione austriaca del 1744-1748 durante la quale l'esercito franco-spagnolo, capitanato dal Principe Conti, riuscì ad aggirare il nodo difensivo delle Barricate, infiltrandosi in Valle Stura attraversando il Colle della Maddalena.
Il sistema difensivo delle Barricate venne progettato da Ignazio Bertola e, realizzato a partire dal 1742, ed era costituito da una serie di trinceramenti campali e baraccamenti che avrebbero sia dovuto sbarrare il fondovalle che raccordarsi alle opere difensive più vicine in Valle Maira, ovvero i trinceramenti del Piano della Gardetta e del Colle del Preit.[21] Di entrambi questi ultimi si hanno diverse notizie, le prime delle quali risalenti all'estate del 1742[22] quando, in vista della guerra di successione già citata, si realizzarono le prime opere di difesa in Valle Maira e Stura, opere ampliate e implementate nell'inverno 1744 e già riportate in diverse cartografie (Tipo Dimostrativo Delle Valli Stura, Grana, Maira e Varajta. ASTO, Sezione Corte, Carte topografiche e disegni, Carte topografiche per A e B, Stura, mazzo 4 e Carta Dimostrativa della Valle di Stura dal colle della Madalena si stende sino al forte di Demonte con i trinceramenti lungo della Valle. ASTO, Sezione Corte, Carte topografiche e disegni, Carte topografiche per A e B, Stura, mazzo 3.)che, seppur sprovviste di datazione, per via di alcuni dettagli vengono fatte risalire agli anni 1742-43[23].

Una prima vera descrizione di queste opere e del contesto in cui esse si trovano viene fornita dall'ingegnere topografo del Principe Conti, ovvero Pierre di Bourcet che nella sua opera "Principes de la guerre de montagnes" del 1775 riporta, negli allegati, alcune sue memorie sulla campagna in Piemonte del 1744:

20 Gariglio D., Minola M., 1995, ivi. pg. 13.
21 Pagina web Parco europeo Alpi Marittime, La fortificazione delle frontiere. Disponibile su < https://it.marittimemercantour.eu/territorio/cultura/45>
22 Sconfienza R., 2019, Le fortificazioni campali della Val Maira nel XVIII secolo, in «Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti», Nuova serie LXX.
23 Tarozzo P., 2020, Dimenticata. Genesi e oblio della Strada dei Cannoni in Val Maira, Prova finale in Architettura per il Restauro e la Valorizzazione del Patrimonio, Politecnico di Torino, rel. Prof.ssa Spanò A. T., correl. Prof.ssa Naretto M., Patrucco G.

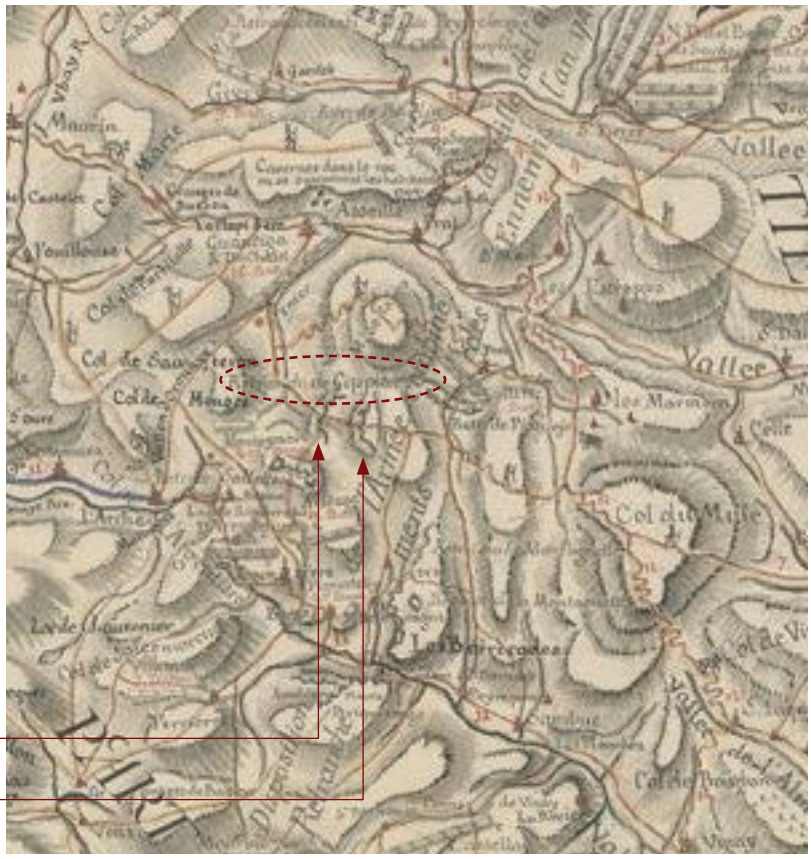
▶ A destra, **Stralcio de *IV.me carte de la tournée militaire de M. le marquis de Paulmy dans la Haute Provence. Par Rÿhiner Colonel d'Infanterie, 1752.***
Redatta dal Colonnello di fanteria Rÿhiner, per Antoine-René de Voyer d'Argenson, marchese di Paulmy.

Nella carta sono rappresentati i principali luoghi degli scontri del 1742-44, che culminarono con l'assedio di Demonte. Tra questi, anche i trinceramenti della Gardetta (*rentrch. de la Gippiere*) e del Preit.

Come riporta anche Bourchet, le difese della Gardetta erano costituite da due trinceramenti paralleli, uno in basso, verso Prato Ciorliero (la Gardetta inferiore) e uno in alto, ipoteticamente all'altezza del passo (Gardetta Superiore).

Fonte: BNF, MS-6436 (94D). Disponibile online su < http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb420356189>

"Les retranchements des Gipieres sont faits partie en gazon et partie en pierres seches, dans une position qui n'est pas difficile et que l'on peut attaque en colonne sur plusierus points a la fois, ce qui est un presage sur de la réussite. Pour les forcer on peut meme établir des postes sur la droite et sur la gauche pour prendre des revers sur eux et obliger l'ennemi, par cette manoeuvre, a se retirer du premier poste, qui est, selon moi, le plus difficile. Le second retranchement du meme nom est directement sur le sommet due col de la montagne de Pianes, à trois quarts d'heure de chemin éloigné du premier. Ce dernier n'était pas achevè lors qu'on a fait l'attaque, et quand mème, il l'aurait été, on l'aurait toujours forcé, à moins que les ennemis n'eussent été plus en force que nous, les abords en étant fort aisés sur toute leur longeur, n'étant qu'une pelouse.[...]
A une heure de chemin du retranchement des Gipières [opere della Gardetta, n.d.a.], sur la montagne de Pianès, il y a un autre retranchement, nommé Preit, beaucoup plus fort que celui des Gipières par sa position et par les ouvrages qu'on y a faits en amphitéâtre, entre deux rocher qui forment une espèce d'entonnoir, afin de nous empêcher de communiquer du vallon de Marmora et de Preit sur la montagne de Pianès, qui est tout ce qu'ils avaient de mieux à garder et, par conséquent, c'était tout ce qu'ils avaient de plus à craindre."[24]



Trinceramenti Gardetta inferiore

Trinceramenti Gardetta superiore

Le trincee di Gipieres [la Gardetta] sono fatte in parte di erba e in parte di sassi a secco, in una posizione non difficile e che può essere attaccata in colonna su più punti contemporaneamente, che è di sicuro presagio di successo. Per forzarli si possono anche stabilire posizioni a destra e a sinistra per invertire su di loro e costringere il nemico, con questa manovra, a ritirarsi dalla prima posizione, che è, secondo me, la più difficile. Il secondo omonimo trinceramento

24 De Bourchet M., 1775, Principes de la guerre de montagnes, Paris, Imprimerie Nationale, pg. 312.

> si trova direttamente sulla cima del passo, a tre quarti d'ora dal primo. Quest'ultimo non è stato completato quando abbiamo fatto l'attacco, e anche se lo fosse stato, l'avremmo sempre costretto, a meno che i nemici non fossero stati più forti di noi, gli avvicinamenti essendo molto facili per tutta la loro lunghezza, essendo solo un prato.
> [...]
> A un'ora di viaggio dal trinceramento della Gardetta, sul monte di Pianès, c'è un altro trinceramento, chiamato Preit, molto più forte di quello di Gardetta per la sua posizione e per i lavori che vi si fanno in un anfiteatro, tra due rocce che formano una specie di imbuto, per impedirci di comunicare dalla valle della Marmora e del Preit sul monte di Pianès, che è tutto ciò che avevano meglio da conservare e, quindi, questo era tutto ciò che avevano di più da paura.

Questa campagna, che culminò con l'assedio di Demonte, prima, e di Cuneo poi, vide espugnate le tanto studiate fortificazioni sabaude da parte degli eserciti francese e spagnolo, alleati, ancora una volta, contro il Regno di Sardegna. Essi, infatti, come riporta Saint Simon ne "Histoire de la guerre des Alpes", riuscirono ad entrare nella Valle di Stura, passando per il colle della Maddalena e, da qui, non potendo colpire direttamente il ben difeso nodo delle Barricate, svilupparono una strategia differente che prevedeva di aggirare tale fortificazione e prenderla alle spalle, dopo aver espugnato quelle vicine della Gardetta e del Preit.[25]
E' così che, dai laghi di Roburent, risalirono a nord verso il Colle di Maurin e da qui a Chiappera, nel comune di Acceglio, in Val Maira. Da questo punto, francesi e spagnoli si divisero, prendendo strade diverse: il Luogotenente-Generale Don Pedro Garcia Arteaga, con un gruppo di quattro battaglioni, si diresse verso il Passo della Gardetta, risalendo il Vallone di Unerzio mentre il Conte di Lautrec, che guidava i battaglioni francesi, continuò la discesa nella valle Maira (da Chiappera), giungendo prima a Prazzo e poi nel Vallone di Canosio da cui, infine, diresse la marcia fino al Colle del Preit.

Entrambi i battaglioni si ritrovarono, dopo aver sbaragliato l'esercito sabaudo che aveva battuto la ritirata a Demonte, all'alba del 18 luglio, al pianoro della Gardetta dove poi si accamparono, probabilmente nelle trune, i cui resti – e alcune ancora in buono stato di conservazione - sono ancora visibili tutt'oggi, sull'altopiano, nei pressi del rifugio.[26]
Dalla Gardetta, nei giorni successivi, l'esercito si spostò presso la Bandia, superò il Colle del Mulo ed infine, attraversando il Vallone dell'Arma, arrivò a Demonte dove, il 17 agosto del 1744, il forte cinquecentesco venne assediato. A distanza di poco meno di un mese, infine, il 15 settembre, la città di Cuneo vide

25 Saint-Simon M.H., 1777, Histoire de la guerre des Alpes Campagne de MDCCXLIV, Amsterdam chez Marc Michel Rey, pg. 70-71. Disponibile su <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k106834v.image>
26 Robresco D., Le Battaglie della Gardetta sulla pagina web La Masca & Il Sarvan. Disponibile su < https://mascasarvan.wordpress.com/2018/09/04/le-battaglie-della-gardetta/>

▶ A destra, **Resti di truna sull'Altopiano della Gardetta, nei pressi dell'omonimo rifugio.**

Fonte: Andrea Galletto, Team DIRECT



iniziare il suo sesto assedio.
Da quanto si deduce sia dagli scritti di Saint-Simon che dalla cartografia del periodo o, quantomeno, ad esso riferibile, alla data del conflitto appena citato questi luoghi di alta valle erano collegati tra loro da una fitta rete stradale, probabilmente di epoca precedente, e percorribile sia a cavallo che a piedi e sicuramente anche sfruttata per portare in loco tutti i materiali necessari sia per approntare i nuovi trinceramenti che per i lavori di manutenzione su quelli esistenti.
Interessante, infatti, facendo sempre riferimento alla cartografia, è la possibilità di ritrovare buona parte dell'attuale rete viaria esistente in quella rappresentata, nonostante con "ritrovare" si intenda solo un riconoscimento dell'itinerario e delle varie tappe e località toccate dalla strada, è gia all'epoca esistenti, e non una sovrapposizione in termini cartografici tra tracciato attuale e quello su carta. Per ottenere una georeferenziazione di buona qualità bisognerà far riferimento a una cartografia più tarda e dettagliata, come quella di fine XIX° secolo – inizio XX° prodotta dall'Istituto Geografico Militare o dal Corpo Reale dello Stato Maggiore.
La rete viaria appena citata, che verrà analizzata in maniera più approdondita nei prossimi paragrafi, rispecchia *"l'antica conformazione dei collegamenti"*[27] vallivi che, a differenza dell'organizzazione moderna delle strade che preferiscono collegamenti a valle, paralleli al corso del fiume principale, attraversavano il territorio in maniera trasversale, connettendo borgate in quota e valli vicine in un'ottica in cui la pianura e il fondovalle hanno una rilevanza relativa se non marginale. Si tratta, perlopiù, di mulattiere e sentieri che, superando colli e crinali, permettono alla popolazione residente di raggiungere località vicine, pascoli in quota o, ancora, altre valli e regioni in periodi di migrazioni, sfruttando sia la forza di cavalli e muli o, nei casi più comuni e sfortunati, quella delle proprie gambe. Per queste ragioni, appare ovvio il motivo per cui strade a percorrenza più breve, seppur a pendenze elevate, e in quota venissero preferite a strade più

27 Tarozzo P., 2020, op. cit.

a valle, ben più lunghe da percorrere.

Un altro evento di notevole importanze e, ricordato e celebrato ogni anno la terza domenica di luglio, è la battaglia dell'Assietta del 1747. Essa, sullo sfondo della stessa guerra di successione austriaca che vide teatro di scontri anche la Gardetta, si presenta come una nota positiva e una vittoria per l'esercito sardo-piemontese che riuscì a sventare l'ennesimo tentativo di invasione da parte dei francesi di Armando Fouquet di Bellisle. A differenza di quanto accaduto a ridosso delle valli Maira e Stura tre anni prima, quello dell'Assietta si configura come *"un vero e proprio massacro: restano sul campo circa 5000 francesi, tra cui il Bellisle, ma il Piemonte è salvo"*[28].

Con il governo di Vittorio Amedeo III inizia l'ultimo quarto del secolo che vedrà, via via, la disfatta del Regno di Sardegna a causa dei venti rivoluzionari che spirano dalla Francia e grazie alla figura di Napoleone Bonaparte. Dopo una prima fase di scontri tra le truppe rivoluzionarie francesi e quelle piemontesi, il 28 aprile 1796 venne firmato l'armastizio di Cherasco che portò a diverse perdite per lo Stato sabaudo, il quale, tra l'altro, dovette concedere il libero transito sulle proprie terre all'esercito francese e garantire la sua neutralità, impegnandosi, inoltre, a non concedere asilo ai rifugiati politici. Nonostante ciò, comunque, il governo sabaudo nel 1798 venne accusato di cospirare con l'Austria, sua secolare alleata, e un anno dopo, in seguito all'abdicazione dell'allora re Carlo Emanuele IV, venne proclamato il governo repubblicano con capitale Torino, guidato dal commissario Musset che divise il Piemonte in quattro diversi dipartimenti. Ovviamente, se all'apparenza la reppubblica appariva ben accolta, non si trattò affatto di un momento di pace e, anzi, nelle campagne iniziarono le prime ribellioni, incitate dall'Austria e dalle truppe austrorusse, che riuscirono a prendere la Cittadella di Torino ed insediare un governo provvisorio.[29]

28 Bocca C., Centini M., 1995, Breve storia del Piemonte dalle origini ai giorni nostri, Tascabili economici Newton, pg. 25.
29 Ibidem.

4.2.2 XIX secolo

Per il Piemonte il diciottesimo secolo non iniziò nel migliore dei modi, ma, anzi, con una pesante sconfitta a Marengo, contro le forze francesi che, seppur in minoranza, riuscirono a contrattaccare l'esercito austriaco, alleato del Piemonte e quasi sul punto di vincere, e capovolse le sorti della battaglia. E' appena iniziato il 1800 e il Piemonte è tornato, nuovamente, nelle mani dei francesi e di Napoleone Bonaparte.
Il governo militare di Bonaparte si impegnò sin da subito per ripristinare l'ordine e, con la forza, eliminare eventuali focolai di rivolta ma, nonostante le speranze che l'annessione alla Francia portasse alla popolazione dei vantaggi economici, la sua proclamazione a re d'Italia mise ben presto le cose in chiaro, configurando il Piemonte come una delle tante province, a cui non verrà assolutamente dedicata alcuna attenzione in più.
Contemporaneamente, il re in esilio ha abdicato in favore del fratello Vittorio Emanuele I, la cui figura, più battagliera, spiccherà in questo periodo storico, sia in positivo che in negativo. Infatti, fu proprio Vittorio Emanuele I, nel 1814, dopo la sconfitta di Napoleone a Waterloo, a ritornare a Torino, riuscendo ad ottenere e annettere al Regno, al Congresso di Vienna, la Liguria. Nonostante ciò, però, con lui iniziò un periodo di restaurazione, durante il quale il re si era posto l'obiettivo di riportare la situazione a vent'anni prima, come se la dominazione francese non fosse mai accaduta. Secondo questa idea, quindi, riaffermò il primato della religione cattolica, affidando anche l'istruzione al clero mentre Ebrei e Valdesi, costretti nei ghetti, videro iniziare un lungo periodo di persecuzioni. Altro punto forte del regno di Vittorio Emanuele I fu la censura; basti citare come *"grandi uomini di cultura (Avogadro, Botta, Balbis, Buniva, Eandi, Peyron, Vassalli) sono esclusi dall'insegnamento perché accusati di simpatie bonapartiste"*[30].
Con questi presupposti, guardando agli eventi a posteriori, appare ovvia quella che poi sarà la reazione del popolo e, in particolare, appare più che sensata l'insoddisfazione di quella parte della borghesia colta che aveva compreso e fatto propri gli ideali e le aspirazioni venute da oltre le alpi nel ventennio precedente e che poco si ritrovavano nel governo reazionario del nuovo re.

Da questo momento, sulla corrente delle rivoluzioni in Spagna e a Napoli, anche in Piemonte si accendono le speranze di cambiamento, riposte tutte nella figura di Carlo Alberto, principe di Carignano che, però, riuscirà ad accedere al trono solo molti anni più tardi, anni durante i quali il regno, retto da Carlo Felice, aveva vissuto una seconda restaurazione, se possibile più dura della prima.

30 Bocca C., Centini M., ivi, pg. 27-28.

Con Carlo Alberto, dopo un iniziale momento in cui si continuò sulle rigide linee dei predecessori, i liberali videro finalmente ascoltate le loro richieste e nel biennio 1847-1848 riuscirono ad ottenere tutta una serie di concessioni. Innanzitutto, ottenero la tanto agognata libertà di stampa, i Valdesi ottenero gli stessi diritti degli altri sudditi e, soprattutto, il 4 marzo del 1848, venne promulgato lo Statuto Albertino, costituito da 84 articoli e scritto sulla falsa riga della costituzione francese del 1830.
Colui che, con la collaborazione di uomini del calibro di Cavour, Mazzini e Garibaldi, guidò il Piemonte nel suo periodo di massimo splendore fu Vittorio Emanuele II il quale, nel 1861, a palazzo Carignano, divenne "re d'Italia per grazia di Dio e per volontà della nazione"; con lui lo Stato Sabaudo diventa Regno d'Italia e Torino la sua capitale.

I nuovi confini dello Regno, prima, e la stipula della Triplice Alleanza tra Italia, Germania ed Austria, portò alla ridefizione del ruolo strategico della penisola e, di conseguenza, la sistemazione difensiva della frontiera, soprattutto quella con la Francia, divenne tema particolarmente caldo. *"La nuova Commissione per la Difesa dello Stato [...] individuò nelle Alpi Occidentali il teatro delle azioni principali sul quale concentrare tutti gli sforzi. A differenza dei precedenti progetti, le fortificazioni previste non dovevano limitarsi solo a rallentare l'avanzata nemica, ma era indispensabile che si trasformassero in veri e propri baluardi in grado di trattenere l'invasore sulla cresta delle Alpi per un tempo molto lungo"*[31]. Sullo spartiacque tra il vallone dell'Arma, in Valle Stura, e la Val Maira, fu proprio il nodo del Colle del Mulo, centro vitale per le comunicazioni delle valli e quindi indispensabile in caso di invasione, ad essere interessato da nuovi lavori: tra il 1887 e il 1888 vennero realizzati i Ricoveri difensivi della Bandia, con la capacità di quattro compagnie in grado, nell'eventualità,



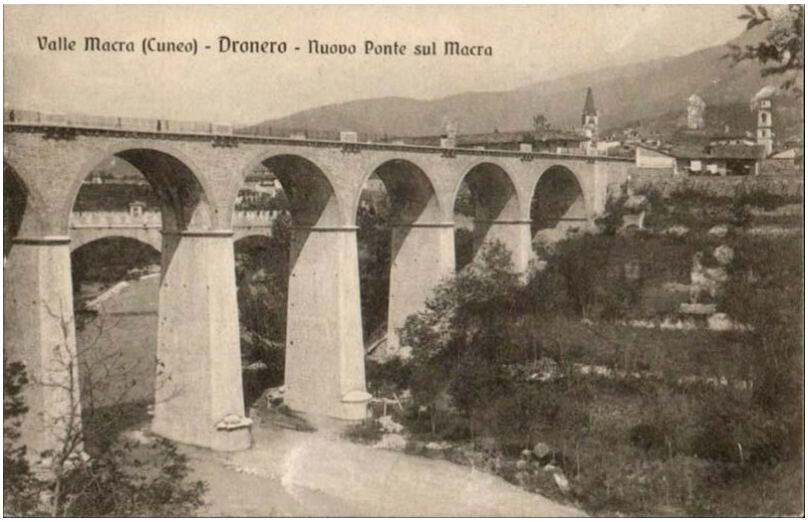
◀ A sinistra, **Resti dei ricoveri della Bandia,** sfruttati anche durante la Seconda Guerra Mondiale e appartenenti al caposaldo Bandia - Servagno.

Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino, scheda opera 315 | Ricoveri Bandia.

31 Gariglio D., Minola M., 1995, Le fortezze delle Alpi Occidentali – Vol. 1 Dal Piccolo S. Bernardo al Monginevro, L'Arciere editore, Cuneo, pg. 17

di resistere in caso di aggiramento dei Valloni dell'Arma e di Marmora. *"Ben presto seguirono decine di altre opere grandi e piccole, caserme, ricoveri, semplici trune, dislocate nelle aree di maggior rischio. Le posizioni erano servite da una magnifica rete di strade militari che collegavano tra di loro le dua valli Maira e Stura passando per i valichi del Mulo, di Valcavera e della Gardetta."*[32]

L'ultimo ventennio del secolo, invece, introdusse una nuova figura sulla scena del neonato Parlamento italiano, che traghettò l'Italia tra i due secoli, fino alla Prima Guerra Mondiale. Si tratta di Giovanni Giolitti, la cui famiglia era originaria di Acceglio, in Val Maira, la stessa valle che con Giolitti ebbe un rapporto particolare, definito sia dal grande numero di elettori che otteneva in quelle terre natie ma anche, e soprattutto, per la serie di trasformazioni e di processi ammodernamento di cui si fece promotore.[33]



▶ A destra, **Vista del "nuovo" ponte sul Maira a Dronero, da cartolina storica di inizio XX secolo.**
Fonte: Pagina web Ebay (01-08-22), disponibile su <https://www.ebay.it/itm/140432716484?ash=item20b27132c4:g:aucAAMXQNo5TYoN8>



▶ A destra, **Vista del ponte sul rio Pagliero a San Damiano Macra, da cartolina storica di inizio XX secolo.**
Fonte: Pagina web Ebay (01-08-22), disponibile su <https://www.ebay.it/itm/140432716484?ash=item20b27132c4:g:aucAAMXQNo5TYoN8>

Egli, infatti, definito "l'uomo di Dronero", "si prodigava per la realizzazione di importanti infrastrutture che favorirono il notevole sviluppo socio-economico nella valle" e

32 Gariglio D., Minola M., 1995, Le fortezze delle Alpi Occidentali – Vol. 2 Dal Monginevro al mare, L'Arciere editore, Cuneo, pg. 77.
33 Ibidem.

accompagnò queste terre, fino ai primi del '900, in una nuova epoca di modernità. Si fece auspice di una serie di nuove opere, come il Ponte di San Damiano Macra sul rio Pagliero, il ponte "nuovo" di Dronero sul Maira o i nuovi collegamenti stradali per Elva, Prazzo, Marmora, Acceglio, Ussolo e tutta l'alta valle che, ricordiamo, fino a quel momento erano in comunicazione con il fondovalle solo tramite le storiche mulattiere descritte accuratamente nel "Dizionario geografico storico-statistico-commerciale degli Stati di S. M. il Re di Sardegna", pubblicato tra il 1833 e il 1855 da Goffredo Casalis.

"I principali e più frequentati passaggi che da Val Maira mettono in Francia, sono: 1° pel collo di Sottrone, e per quello denominato delle Monache, perchè i pascoli situati sulla sua cima appartenenevano altre volte alle monache del convento di S. Antonio presso Dronero; [...] 2° Per collo di Maurin, detto anche di Maira, si cala nella vallea dell'Ubaye, a Fouilloise, o vassi più alto a Majasset presso il lago di Pruronat. Non pochi viandanti sogliono anche recarsi in Francia per collo della Scaletta, che mette al passo dell'Argentieriera sulla sommità della valle di Stura. Questi passaggi sono tutti praticabili, durante la bella stagione, anche con bestie da soma; ma ve ne hanno molti altri non battuti che dai pedoni, e di questi i principali sono quelli che si aprono pei colli di Portiola, Portioletta, Villadel e Beuf. Tutti si partono da Acceglio, che è la terra situata nella regione più alta della valle.

Inoltre la valle di Maira comunica con quella di Stura pel collo della Crosetta, che da Acceglio mette a Bersezione, pei colli della Marta, della Bandita, di Pianes e del Mulo; onde da Canosio e dalla Marmora si perviene ai luoghi di Servagno, Pietra Porzio, Sambuco e Vinadio: comunica con Val di Grana per l'altro collo della Crosetta che da Celle scorsge a Castelmagno, o per quelli di Piossasco e di Montemale che da Dronero mettono a Valgrana. [...]

Una strda comunale attraversa la valle di Maira in tutta la sua lunghezza, e si partono da essa varie diramazioni che tendono ai luoghi situati più addentro fra le montagne. Ma il tronco principale segue la sponda del fiume-torrente ora serpeggiando nel basso fondo della vale,, ora innalzandosi in sull'erta costa de'monti, passando sull'una o sull'altra riva, secondo la varia configurazione della valle e la tortuosità del letto del Maira.

Cotale strada per altro non puossi praticare coi carri oltre il luogo di S. Damiano, donde ascendendo, i trasporti si fanno tutti a schiena d'asini e di muli. La comunicazione fra le due rive del Maira, se pure si eccettui lo stupendo ponte di Dronero e quello di Acceglio, è mantenuta da non solidi ponti in legno, i quali all'ingrossare delle acque ne vengono, pressochè in ogni anno, distrutti.

Di essi uno che trovasi quasi a mezzo della valle tra i paesi di Stroppo e di Prazzo ritiene ancor oggi il nome di ponte della Catena, perchè quel luogo essendo il più angusto della valle, anticamente, al dire di monsignor Della Chiesa, solevasi chiudere con una grande catena situata da una parte all'altra della medesima."[34]

La situazione descritta nella prima metà del secolo, quindi, dovrà attendere la fine dello stesso e buona parte del successivo per vedere un cambiamento. Se, infatti, Giolitti si fece promotore delle trasformazioni citate pocanzi, la conclusione dei lavori, soprattutto per i rami stradali che dalla carrozzabile Acceglio-Dronero si immettevano nei valloni laterali, sopraggiungerà solo dopo altri 70 anni, come testimoniano i casi di Elva e Celle che vedranno realizzata la strada solo tra il 1954-1960.[35] Questa fase di relativo benessere per le terre alte, tuttavia, verrà ben presto compromessa dall'ingresso in guerra dell'Italia che, come anticipato nel paragrafo 3.1.2, porterà una progressiva diminuzione delle popolazione delle valli, inaugurando un periodo di sacrifici e regressione che, in realtà, non vedrà mai una vera conclusione.

340 Casalis G., 1842, Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale, vol. X, ad vocem MAIRA (valle di), pp. 58-59. Disponibile su <https://books.google.it/books/about/Dizionario_geografico_storico_statistico.html?id=LonyVSpePrwC&redir_esc=y>

35 Garnero M., Massimo L., 2008, La via di casa: Breve storia della valle Maira – La carrozzabile Dronero - Acceglio, San Damiano Macra

4.2.3 XX secolo e il Vallo Alpino del Littorio

Nonostante il '900 per il Piemonte si apra come un secolo all'insegna della modernità, la situazione precipita nel 1914 quando, finita l'epoca d'oro giolittiana, i venti di guerra iniziano a spirare verso l'Italia, con l'effettivo ingresso nel conflitto il 24 maggio 1915.

Se, fino a quel momento, come visto nel paragrafo precedente, si era optato per un rafforzamento del sistema difensivo piemontese, sviluppando nuovi modelli di opere, nuove tecnologie e approntando un'efficiente rete stradale, *"allo scoppio del primo conflitto mondiale quasi tutto il vasto apparato fortificatorio delle Alpi Occidentali venne disarmato per impiegare le numerose artiglierie sul fronte austriaco"*[36]. In realtà, buona parte di quelle opere non vide mai un effettivo utilizzo ma, anzi, con il termine delle ostilità, solo alcune delle fortezze occidentali vennero riarmate mentre una buona parte venne dismessa e/o trasformata in depositi di artiglieria.

La Grande Guerra, infatti, aveva visto "la comparsa dell'aviazione, l'uso generalizzato della mitragliatrice, il perfezionamento delle artiglierie di grosso calibro e il massiccio impiego degli enormi mortai"[37] contro cui la fortificazione permanente di stampo ottocentesco avrebbe potuto ben poco e, anzi, essa appariva piuttosto antiquata e sicuramente vulnerabile in caso di offese avversarie.

Al contempo, tuttavia, la situazione politica e diplomatica degli anni Trenta non era delle più rosee e, anzi, un rapido peggioramento degli equilibri internazionali portò i governi delle nazioni europee a puntare nuovamente l'attenzione sulle frontiere e sull'approntamento di un sistema difensivo. L'Italia, in particolare, in risposta alla ripresa dell'attività fortificatoria della Francia, diede inizio alla costruzione di un nuovo apparato difensivo, le cui prime realizzazione videro la luce tra il 1931 e il 1936, a cui venne dato il nome di Vallo Alpino. Si trattava di caposaldi prossimi al confine, che avrebbero dovuto essere in grado di controllare le vie principali d'accesso per l'invasore e che erano fondalmente di due tipologie: il centro di fuoco, resistente a medi calibri e la batteria in caverna, armata con artiglierie di piccolo calibro. Tuttavia, già nel 1938 giunse la consapevolezza che quanto costruito fino a quel momento non fosse sufficientemente resistente e, soprattutto, fosse ancora incompleto e che la sua conclusione avrebbe impiegato troppi anni con ingenti spese economiche. Da qui, il cambio di direzione.

Si decide, infatti, di integrare le opere esistenti con altre più semplici ed economiche, denominate *Opere tipo 7.000* o semplicemente *7.000,* le quali prendevano il nome dal numero della circolare emessa dal Comando di Corpo di

36 Gariglio D., Minola M., 1995, Le fortezze delle Alpi Occidentali – Vol. 1 Dal Piccolo S. Bernardo al Monginevro, L'Arciere editore, Cuneo, pg. 22.
37 Ibidem.

Stato Maggiore che ne delineava caratteristiche progettuali, armamento e scopi. Esse erano costituite da casematte in calcestruzzo con spessore variabile, da 1,5 m a 2,5 m, armate con mitragliatrici e, raramente, pezzi anticarro da 47/32, le cui feritoie erano protette da piastra frontale metallica annegata nel calcestruzzo. Queste opere vennero completate con una certa velocità, conferendo profondità al sistema difensivo e, tra di esse, compaiono anche le tre opere situate nella conca di Prato Ciorliero, all'imbocco dell'Altopiano della Gardetta, facenti parte del 24° Caposaldo Gardetta-Oserot del Settore Stura di Demonte. Esse, tuttavia, non resteranno tali ma, anzi, con l'emanazione della circolare 15.000 che rivedeva e modificava alcune scelte della precedente circolare, ci fu una revisione dell'apparato fortificato con *"l'organizzazione in tre sistemi difensivi separati e distanziati, dotati di bretelle di raddoppio in corrispondenza di quelle posizioni ritenute più delicate."*[38] e, quindi, la conseguente trasformazione di alcune delle opere 7.000 in opere 15.000 come nel caso delle tre della Gardetta, che verranno approfondite nei capitoli 5 e 6.

Assieme alle opere, parte integrante del Vallo Alpino furono le strade militari a cui spettava il gravoso compito di mettere in collegamento i vari elementi e luoghi fortificati, senza, contemporaneamente, compromettere la sicurezza dell'area. Esse, infatti, "*dovevano essere ben visibili e battute da opere permanenti, e strutturate in modo tale che se ne potessero distruggere in tempo rapido ponti e gallerie (interruzioni stradali)"*[39] ma, al contempo, dovevano risultare sicure e sempre praticabili dai difensori e, così come successe per le opere, anch'esse furono soggette ad un'attenta progettazione che prevedeva che fossero costruite in zone defilate o, se non fosse stato possibile, il tratto "in vista" doveva essere opportunamente mascherato. La rete viaria, inoltre, doveva essere opportunamente fornita di segnaletica e cartelli indicatori che avrebbero specificato sia le località a cui conducevano ma anche le distanze e la quota del punto in cui ci si trovava.

Per servire lo scopo, innanzitutto, vennero recuperate e rimesse in servizio tutte le strade miliari dei secoli precedenti, le quali, comunque, furono soggette a trasformazioni atte a far fronte ai requisiti richiesti dalle circolari del Comando di Corpo di Stato Maggiore mentre, la costruzione di nuove strade militari fu affidata sia ad impresari locali che a manodopera militare.

Se, per le opere, la prima circolare di riferimento fu la 7.000, per le strade militari, invece, si trattò della circolare 7.100, pubblicata l'11 aprile 1930. Essa forniva le caratteristiche delle strade militari che sarebbero state costruite a completamento del Vallo Alpino e che venivano suddivise in cinque categorie:

38 ivi pg. 26.

39 Boglione M., 2008, Le strade dei cannoni – In pace sui percorsi di guerra, Blu Edizioni srl, pg. 13-14.

- Tipo A – Grande camionabile;
- Tipo B – Camionabile;
- Tipo C – Carrareccia;
- Tipo D – Mulattiera;
- Tipo E – Mulattiera.

Questa suddisione rimase in vigore fino al 1936 quando, con la nuove circolare 94.210 che abrogava la precedente, venne proposta una nuova modalità di classificazione delle strade, più pratica della precedente e più aderente alla tipologia di mezzi utilizzati dall'esercito. Essa prevedeva 2 tipologie principali a cui la circolare 42.240 aggiungeva 3 tipologie di "viabilità minori" per un totale di 5, come segue:

- Strade principali;
- Strade secondarie;
- Carrellabili;
- Mulattiere;
- Sentieri.[40]

Se con la fine della guerra, le opere del Vallo Alpino, tranne pochi casi, non videro mai o l'ultimazione della costruzione o un vero funzionamento, e, anzi, in seguito al Trattato di Pace del 1947, vennero smantellate, il destino delle strade, invece, fu ben diverso. Esse, infatti, con la distruzione delle opere, persero il loro scopo di collegamento e, di conseguenza, di importanza, venendo tutte sottoposte a giudizio da parte dell'Amministrazione Militare che, nel 1950-52, divise i tracciati in tre categorie: *"strade che si riteneva opportuno mantenere; strade da conservare, che potevano essere cedute ad enti civili; strade da dismettere e abbandonare."*[41]
Questa stessa classificazione, come vedremo in seguito, venne applicata anche alle strade militari delle alte valli Maira e Stura, con una buona percentuale di strade conservate rispetto a quelle cedute al Demanio dello Stato o dismesse. Nonostante ciò, comunque, esse non sono rimaste a lungo nelle mani dell'Amministrazione Militare. Sono state oggetto di una progressiva cessione al Demanio dei vari Comuni della valle, le ultime delle quali risalgono addirittura agli anni 2013-2014 che hanno visto interessate anche le Comunità Montane Valli Grana, Maira e Stura in progetti di valorizzazione di questi itinerari.
Queste strade oggi sono *"le strade degli escursionisti, delle biciclette da montagna, dei veicoli fuoristrada. Un patrimonio storico e turistico, da conservare gelosamente e da percorrere in silenziosa ammirazione. In memoria non solo dei soldati che soffrirono e morirono in guerra, ma anche di tutti gli uomini che su queste strade e su queste montagne lavorarono umilmente, lottando contro il freddo, la fame e la fatica."*[42]

40 ivi pg. 20-23.
41 Ibidem.
42 ivi pg. 24.

/ Tabella da Circolare 7.100[43]

TIPOLOGIA	LARGHEZZA	PENDENZA	TIPO DI TRANSITO	RAGGIO CURVE	ALLARGAMENTI	FONDO
A – GRANDE CAMIONABILE	6 m	8% (massimo 10% in alcuni tratti)	Doppio su tutto il percorso	12 m (10 m in alcuni tratti)	-	Artificiali
B – CAMIONABILE	3,50 m	10% (massimo 12% in alcuni tratti)	Semplice transito con scambi	10 m (8 m in alcuni tratti)	6 m ogni 4 km, in media di 200 m	Artificiale
C – CARRARECCIA	3 m	12%	Semplice transito con scambi	8 m	5 m ogni 4 km, in media di 50 m ciascuno	Artificiale dove necessario
D - MULATTIERA	2,20 m	<17%	Semplice transito con scambi	5 m	5 m per una lunghezza di 50 m, a intervallo di 1 km nei tratti che non presentano eccessive difficoltà	Artificiale dove necessario
E - MULATTIERA	1,50 m	<25% (massimo 30% in alcuni tratti)	Semplice transito con scambi	2 m	-	Artificiale dove necessario

43 Boglione M., 2008, Le strade dei cannoni – In pace sui percorsi di guerra, Blu Edizioni srl, pg. 24.

/ Tabella da Circolare 94.210[44]

TIPOLOGIA	LARGHEZZA	PENDENZA	RAGGIO CURVE	ALLARGAMENTI	FONDO
STRADE PRINCIPALI	3,5 m (semplice transito) 6 m (doppio transito) 8,5 m (triplo transito)	7% (massimo 10% in rettilineo o tratti non superiori a 100m)	15 m (12 m in alcuni tratti)	Strada 3,5 m = a 6 m ogni 4 km circa, lunghi 200 m per incrocio autocolonne e 15 m in tutte le curve	Artificiale e bitumatura per strade importanti
B – CAMIONABILE	3 m (semplice transito) 5 m (doppio transito)	12% (massimo 15% in rettilineo o tratti non superiori a 100m) In curva, 6% per pendenze tra 6% e 10%; 8% se maggiori.	8 m	5 m ogni 4 km, per lunghezza di 50 m	Artificiale

/ Tabella da Circolare 42.240[45]

TIPOLOGIA	LARGHEZZA	PENDENZA	RAGGIO CURVE	CARICHI OPERE D'ARTE	SCOPO
CARRELLABILI	2,20 m	<20% <10% in curva	5 m	Tonnellate 3 distribuiti su di un rettangolo di m 1 x 2,30	Transito di artiglierie carrellabili
MULATTIERE	1,50 m	<30%	3 m	200 kg/mq	Transito salmerie
SENTIERI	0,80 m	-	-	100 kg/mq	Transito pedoni

44 Ibidem.
45 Ibidem.

4.3 Cartografia storica

Se nei paragrafi precedenti è stata riassunta la storia militare recente della Gardetta e le battaglie che ne hanno agitato i luoghi, i prossimi avranno come scopo la conoscenza di questo sito e di suoi particolari elementi attraverso i secoli. L'idea è quella di sfruttare l'abbondante cartografia esistente come filtro mediante il quale, con gli occhi di chi conosce l'attuale consistenza di questi luoghi, guardare e comprendere come gli eventi ivi narrati abbiano influito sull'area, trasformandone sia la rete viaria che l'ambiente, mediante sia la costruzione dei vari impianti fortificati che si sono susseguiti nei secoli che apportando modifiche alle mulattiere esistenti.
Come già anticipato, il punto zero di questa analisi sarà il 1700. Da questo secolo, con la consapevolezza che comunque esiste una storia pregressa, prenderà il via un duplice studio delle varie carte e mappe, sviluppate sia in maniera che con scopi differenti. In primis, un primo tema sarà quello della rete capillare di strade che connette i luoghi dell'alta valle. Si cercherà, infatti, di comprendere le modalità attraverso cui questa fitta rete di strade già sempre presente nell'alta Valle Maira e, in particolare nell'area della Gardetta, sia stata utilizzata e trasformata proprio in funzione della diversa fruizione del sito. In secondo luogo, invece, cercando di dare un inquadramento storico al tema delle fortificazioni che sarà meglio sviluppato nei capitoli 6 e 7, si proverà a tracciare una sorta di linea del tempo dei sistemi fortificati che, secolo dopo secolo, si sono alternati, sovrapposti e, nel caso di quelli più antichi, hanno lasciato solo dei resti.

L'analisi sarà sviluppata in due momenti, con l'utilizzo di metodologie e software differenti.
Una prima parte (par. 4.3.1 – 4.3.2), prevede la schedatura, in ordine cronologico, delle fonti cartografiche e un'analisi visiva volta ad inquadrare, e successivamente confrontare tra loro, l'area di studio, il sistema viario e l'eventuale rappresentazione riferita ad un impianto fortificato.
La seconda fase (par. 4.5 – 4.6), invece, è costituita da una prima georeferenziazione di parte della cartografia analizzata in precedenza e poi da un momento di studio e confronto delle trasformazioni dell'assetto viario di due strade nello specifico: la strada che collega l'altopiano della Gardetta a Demonte

e la strada che dalla Gardetta, attraverso Prato Ciorliero, conduce ad Acceglio. Questa seconda fase prevederà, nello sviluppo delle sue parti, l'utilizzo dell'ambiente GIS sia per la georefenziazione delle cartografie (par. 4.4) sia per le analisi dei tracciati, dei profili altimetrici e delle tipologie stradali (es. Mulattiera, carrareccia, etc..).
Proprio rispetto al tema del confronto di tracciati e profili altimetrici, c'è da segnalare una "criticità". Come verrà ribadito anche nei paragrafi legati a queste specifiche analisi, nonostante la consapevolezza dei limiti derivanti dalle diverse scale nominali e differenti accuratezze di ogni carta, si è comunque tentato uno studio dell'ottimizzazione dei tracciati stradali, confrontando sia il percorso che il rapporto altimetria-distanza. In realtà, il vero obiettivo dello studio della rete stradale è quello legato alla sua fruizione e alle modalità attraverso cui, nei secoli, le storiche mulattiere siano divenute via via strade sempre più accessibili, grazie alle trasformazioni che si sono succedute nel tempo. Le analisi dei tracciati e dei profili altimetrici, invece, possono essere considerate delle analisi collaterali, effettuate, pur nel limite imposto dalla cartografia storica e da quella dei DTM disponibili, per colmare una lacuna conoscitiva e per valutare quanto le applicazioni di analisi spaziali oggi disponibili possano condurre a qualche sviluppo di conoscenza su questi temi.

Per quanto riguarda, invece, proprio il tema della fruibilità, sarà interessante un confronto con la rete stradale odierna per comprendere quanto, di quella del passato, ad oggi sia effettivamente percorribile con mezzi a motore (e quindi accessibile ad un'ampia fetta di popolazione) e quanto, invece, tipicamente nelle zone più in quota, sia stato integrato nella rete escursionistica regionale e negli anelli d'escursioni tematiche d'alta valle. Il capitolo si concluderà con un quadro delle strategie in atto o in fase di attuazione per lo sviluppo e la promozione turistica di questi itinerari.

post 1743

(Riduzione e stralcio della) Carta topografica d'una parte delle Valli di Stura, Grana, Macra, Blino, Varaijta e Po' unitamente alli trinceramenti stati fatti in esse valli come pure gli attacchi stati fatti in detta Valle di Varaijta dalle truppe Gallispane contro le truppe di S.M. nelli giorni 6. 7. e 8. del mese di ottobre 1743.



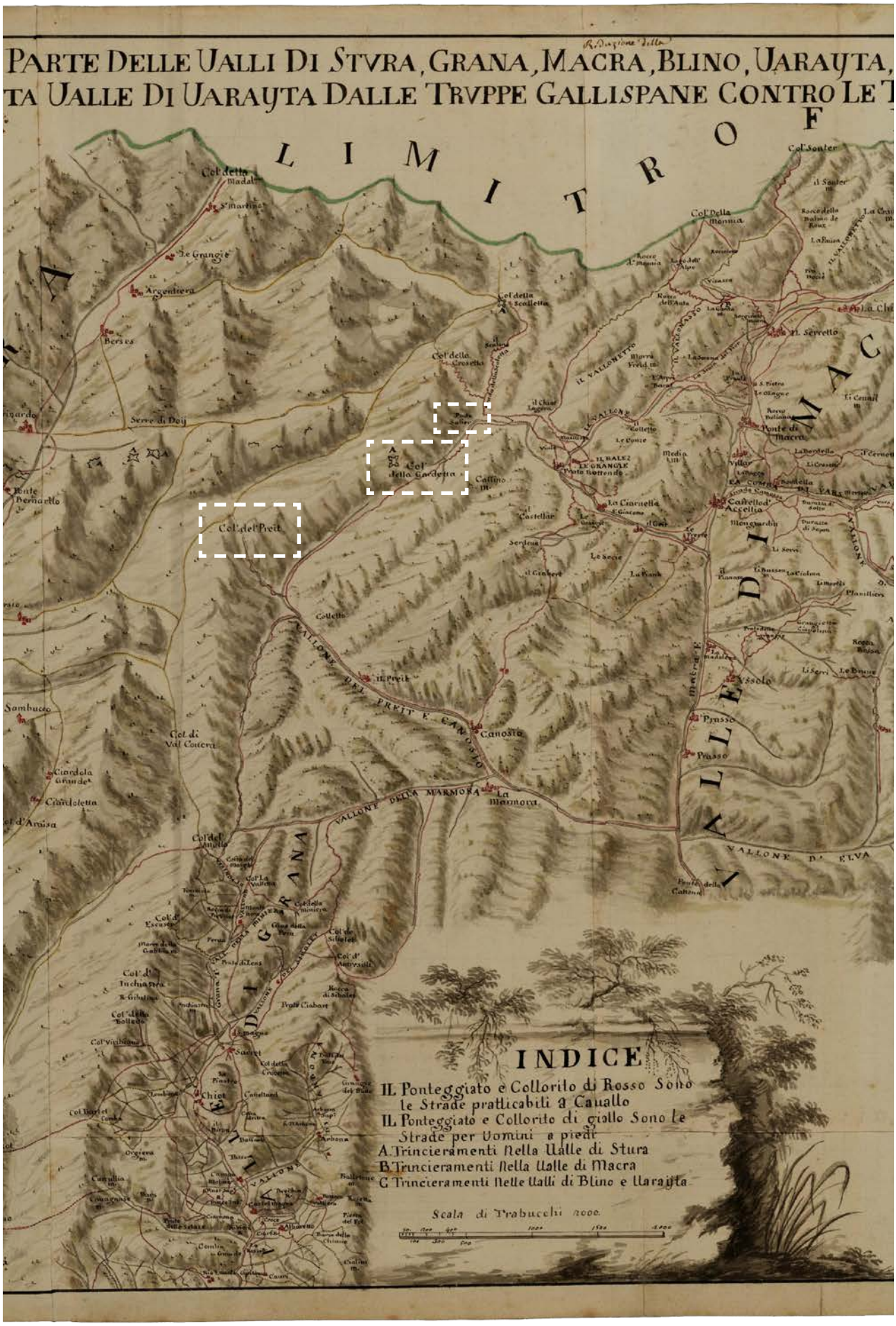
Autore: s.n.
Incisori: -
Data: post 1743
Tecnica: -
Dimensione: -
Scala: Scala di Trabucchi 2000
Orientamento: nord sulla destra, con rosa dei venti

Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche segrete*, Stura 13 A V Rosso, mazzo 1.



Toponimo: Col della Gardetta; Col del Preit, Prato Salier.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada percorribile a cavallo (in rosso, in giallo quelle percorribili a piedi) che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Colle della Gardetta proseguendo, poi, verso il Colle del Preit e Canosio. La Gardetta è rappresentata con un simbolo assimibilabile a delle fortificazioni e da una "A" che, in legenda, viene riferita a "Trincieramenti nella Valle di Stura".


PARTE DELLE UALLI DI STVRA, GRANA, MACRA, BLINO, UARAYTA,
TA UALLE DI UARAYTA DALLE TRVPPE GALLISPANE CONTRO LE T
LIMITROF
Col della Madal
S. Martino
Le Grangie
Argentiera
Berses
Serre di Doij
Col della Scalletta
Col della Crosetta
Col della Gardetta
Col del Preit
Col Della Monnia
Col Sonter
Il Serretto
Ponte di Macra
Villar
Castello d'Accellia
Mongiardin
Ussolo
Prasso
Canosio
La Marmora
Il Preit
Col di Val Couera
Sambucco
Ciardola Grande
Ciardoletta
Col d'Araisa
Col del Anglo
Col d'Escuier
Col d'Inchiastra
Col della Bolleda
Col Virbiano
Chiot
Arbona
Col Bartet
Ponte della Cattona
VALLONE DEL PREIT E CANOSIO
VALLONE DELLA MARMORA
VALLONE D'ELVA
VALLE DI GRANA
VALLE DI MACRA
INDICE
IL Ponteggiato e Collorito di Rosso Sono le Strade pratticabili a Cauallo
IL Ponteggiato e Collorito di giallo Sono le Strade per Uomini a piedi
A Trincieramenti Nella Ualle di Stura
B Trincieramenti Nella Ualle di Macra
C Trincieramenti Nelle Ualli di Blino e Uarayta
Scala di Trabucchi 2000.

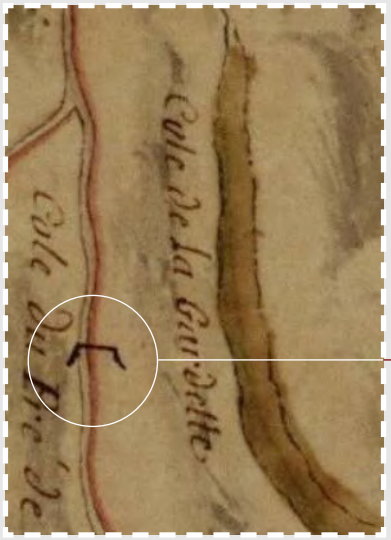
1744



(Riduzione e stralcio della) CARTE figurative des vallées D'Asture, Granne, Maire et Varaite avec toutes les dependances.
Carta corografica delle Valli di Stura, di Grana, di Macra e di Vraita, riguardante i fatti d'armi seguiti tra gli Spagnoli e gli Austro-Sardi nel 1743. Delineata dal geografo Dubois nel 1744; con spiegazioni, fol. 1 Mss.

Autore: Dubois
Incisori: -
Data: 1744
Tecnica: -
Dimensione: -
Scala: -
Orientamento: -

Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche segrete*, Stura 15 A V Rosso, mazzo 1.



Toponimo: Cole de La Gardetta.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada in rosso, praticabile a cavallo - come descritto nella legenda in basso a sinistra, che da Canosio (*Canosi*) passa per il Preit (*Le Pret*) per poi raggiungere il Colle della Gardetta dove si denota un simbolo tipicamente associato a dei trinceramenti.

Trinceramenti della Gardetta


LASTURE RIVIERE
LASTURE
GRANNE
Riviere
LA MAIRE
DEMONT
Chateau de Demont
RUCTION

1745-57



(Riduzione e stralcio della) Carta topografica della parte occidentale del Piemonte dalle frontiere del Contado di Nizza sino alla Valle di Lucerna e da Cuneo e Saluzzo sino alle frontiere di Francia.

Carta topografica della parte occidentale del Piemonte – Parte 3
Carta Topografica d'una parte della Valle di Po, di quella di Varaita dalle Torrette sino a Costigliole e di parte di quella di Maira, ritrovansi anche i colli di Maurin e delle Monge sui confini della Francia.

Autore: Rilevazioni di Giovanni Cantù per la Valle Po, di Domenico Carello per la Valle Varaita e di Giovanni Battista Sottis per la Valle Maira
Incisori: -
Data: 1745-1757
Tecnica: Disegno a inchiosto e acquerello
Dimensione: 378 x 115,8 cm
Scala: 500 trabucchi = 16,1 cm
Orientamento: nord a destra, indicato con una freccia

Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche per A e B, Piemonte,* mazzo 20, foglio 8.

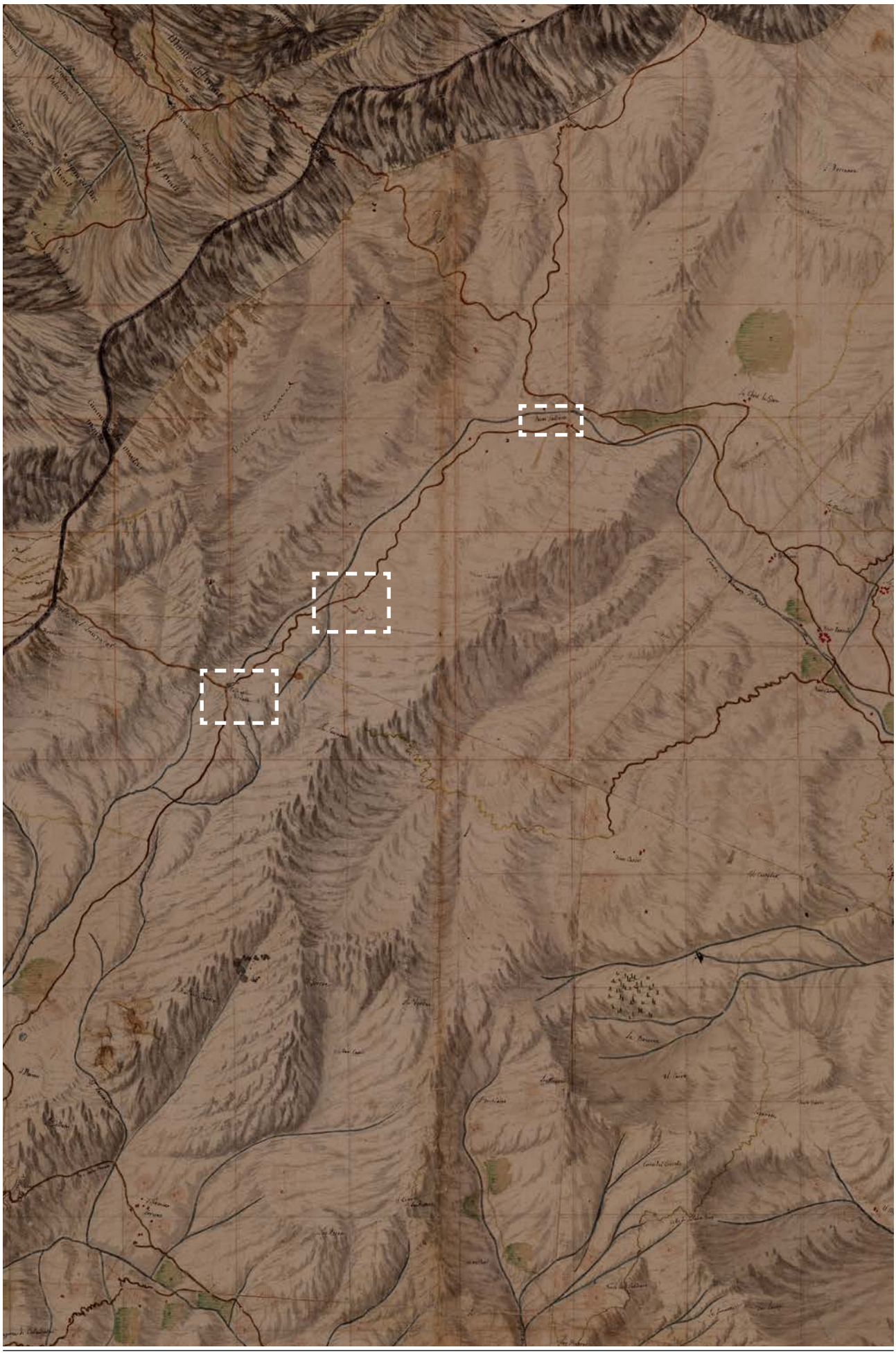
Toponimo: Collo della Gardetta, Prato Salliero.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada in rosso, praticabile a cavallo - come descritto nella legenda in alto a sinistra, che da Canosio passa per il Preit per poi raggiungere il Colle della Gardetta (simbolo di ponte/passo con doppia linea parallela), poco oltre il quale si denotano dei segni rossi, a segnalare la presenza di trinceramenti. La strada, inoltre, procede anche nella conca di Prato Ciorliero (Prato Salliero) e risale il Vallone di Unerzio verso Acceglio.



Trinceramenti della Gardetta

Passo della Gardetta



1752

(Riduzione e stralcio della) IV.me carte de la tournée militaire de M. le marquis de Paulmy dans la Haute Provence. Par Rÿhiner Colonel d'Infanterie.



Autore: Colonnello di fanteria Rÿhiner, Antoine-René de Voyer d'Argenson, marchese di Paulmy
Incisori: -
Data: 1752
Tecnica: -
Dimensione: 44 x 77 cm
Scala: Echelle d'une heure de chemin chaque lieue : 7 = 16,5 cm
Orientamento: -

Collocazione: BNF, MS-6436 (94D).
Disponibile online su < http://ark.bnf.fr/ark:/12148/cb420356189>



Toponimo: Retanch: de Gippiere, Pret.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada in rosso, descritta in legenda come strada ordinaria di paese (*Chemin ordinaire du Pays*) che da Colle del Preit *(Pret)* raggiunge la "trincea" (retranchement) della Gardetta. Con delle linee frastagliate sono rappresentate sia le fortificazioni della Gardetta che di Preit.

Trinceramenti del Preit

Trinceramenti della Gardetta


Col Longet
Lac de Parquart
Col de Vars
Col de Crevoux
Col de Gaudissart
Col de Fau-Peron
Col de Maure
Col de Vinecluminous
Col de Vars
Col de Pal
Col de Peoute
Col de Fenestre
Col d'Allevo
Col de Salèze
Col de Portichola
Col de Vermillon
Col de Lauzastrey
Col de Chapouse
Col de Lacroix
Col de Vala
Col de Mallé
Col de Mouton
Col de Champs
Col d'Alos
Col de Lacroix
Col de Lacroix
Col de Lacroix

1762



(Riduzione e stralcio della) Carta topografica estratta dagli originali della Regia Topografia contenente le valli di Piemonte, contado di Nizza e riviera di Ponente con una parte del Delfinato e Provenza.

Autore: Regio Ufficio Topografico
Incisori: -
Data: 1762 ca.
Tecnica: Inchiosto e acquerello
Dimensione: 212 x 120 cm ca
Scala: 3000 tese = 8,7 cm; 3000 trabucchi = 9,5 cm
Orientamento: nord in alto, con rosa dei venti

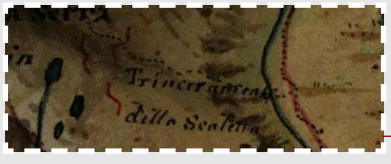
Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche segrete*, A 19 Nero.



Toponimo: Col della Gardetta, Preye.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada in rosso che da Canosio passa per il Preit per poi raggiungere il Colle della Gardetta, poco oltre il quale si denota una piccolo trattino rosso, probabilmente a segnalare la presenza di trinceramenti. Segni simili si ritrovano anche nei pressi del Preit e dei coevi trinceramenti de La Scaletta. La strada, inoltre, procede anche nella conca di Prato Ciorliero e risale il Vallone di Unerzio verso Acceglio.

Trinceramenti della Gardetta



Trinceramenti della Scaletta



Trinceramenti del Preit



La Chiapera
Saretto
Serri
Accellio
Vssolo
Prazzo di Sopra
Le Frere
Cervetta
Canosio
Priye
Salvatore
Berzezo
Preinardo
Ferrieres
Ponte Bernardo
Pietra Porsio
Sambucco
Plancie

1772

(Stralcio della) Carta corografica degli Stati di S.M. il Re di Sardegna data in luce dall'Ingegnere Borgonio nel 1683 corretta ed accresciuta nell'anno 1772.
Valle di Susa e parte del Torinese, parte del Delfinato e del principato di Piemonte, con Fossano.



Autore: Giovanni Tomaso Borgonio; Vittorio Boasso e topografi del Regio Ufficio Topografico
Incisori: Giovanni Maria Belgrano, Jacopo Stagnone
Data: 1772
Tecnica: Bulino e acquaforte
Dimensione: 49,4 x 60,8 cm
Scale: 15 miglia comuni d'Italia = 12,9 cm ca; 10 miglia di Piemonte = 12,9 cm ca; 6 leghe comuni di Francia = 12,4 cm
Orientamento: nord in alto

Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche per A e B*, Piemonte, portafoglio 23, tav. 10 e 14.

Toponimo: Col della Gardetta; Col del Preit.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada/sentiero che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Colle della Gardetta. La strada che, invece, risale da Canosio e Preit si interrompe poco dopo il Colle del Preit.


Mirabouc
Cercena
Lucerna
Pinerolo
Bubiana
Cavour
Bagnolo
Riseo
Grana
Giandor
Enuie
Reuel
Rifredo
Sanfront
Gambarca
Pagno
Brondelly
Vestaca
Valmala
Col de Sestriere
Col de la Roche
Col de la Croix
Col de la Manda
Col d'Abries
Col d'Argentera
Col d'Agnel
Col d'Orgials
Col de la Traversette
Col de la Bicocca
Col de la Losetta
Col de la Lunga
Col de Larche
Col de Vars
Col de Fenestrelle
Col de la Croix
Col de Sautron
Col de la Portiola
Col de la Chapelle
Col de la Cayolle
Col de la Cayolle
Col de la Cayol

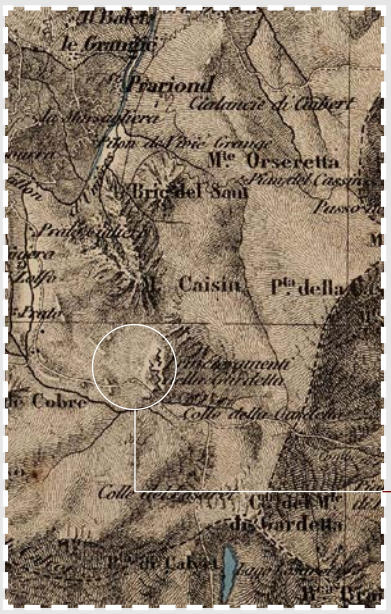
1852

(Stralcio della) Carta Topografica degli Stati in Terraferma di S.M. il Re di Sardegna alla scala di 1 a 50.000 – Opera del Corpo Reale dello Stato Maggiore.



Autore: Corpo Reale dello Stato Maggiore, Ricchetti, sotto la direzione di J. Etienne-Gayet, Modotti.
Incisori: Biasoli
Data: 1852-1862
Tecnica: -
Dimensione: 55 x 73,5 cm
Scala nominale: 1:50.000
Orientamento: nord in alto

Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, Carte topografiche segrete, Gran *Carta degli Stati Sardi in Terraferma*, B 5 bis nero, foglio n. LXIII "Sampeyre".



Toponimo: Colle della Gardetta; Prato Ciorliero.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada/sentiero che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Colle della Gardetta. La strada che, invece, risale da Canosio e Preit si interrompe poco dopo il Colle del Preit.

Trinceramenti della Gardetta


Mte Sibolet
Mte delle Erenite
Mte la Taglia
Mte la Gavia
Mte Bonfilegna
la Chiapera
Il Sarello
Mte Midia
Mte Congiglia
Mte Estelella
Mte Vertessenga
Mte Orserella
Mte Caistu
Mte Croso
Ghelt
Lausa del Bec
Pariond
Ceruetta
Villaro
Pont de Maira
Acceglio
Ferere
VALLE
Lausello
Barcia
Castel d'Acceglio
Alpi dei Serri
Cà delli Ciarm
Mte Raviola
Mte Cervet
Mte Chei
Mte le Buis
Mte Rebuta
Mte Cervet
Mte Cervet
Mte Cervet

s.d.

(Stralcio della) Carta della Valle del Po dalle sua sorgente si stende sino a Saluzzo e comprende pure le Valli di Varaita, Macra, Grana, Stura, e Gesso dalla sua sorgente sino al Luogo di St. Dalmazzo.



Autore: s.n.
Incisori: -
Data: s.d.
Tecnica: -
Dimensione: 108 x 116 cm
Scala: 20000 Passi Ordinarj (= 21,5 cm), o' sia di Miglia 5 di Piemonte
Orientamento: nord in alto a destra, con rosa dei venti

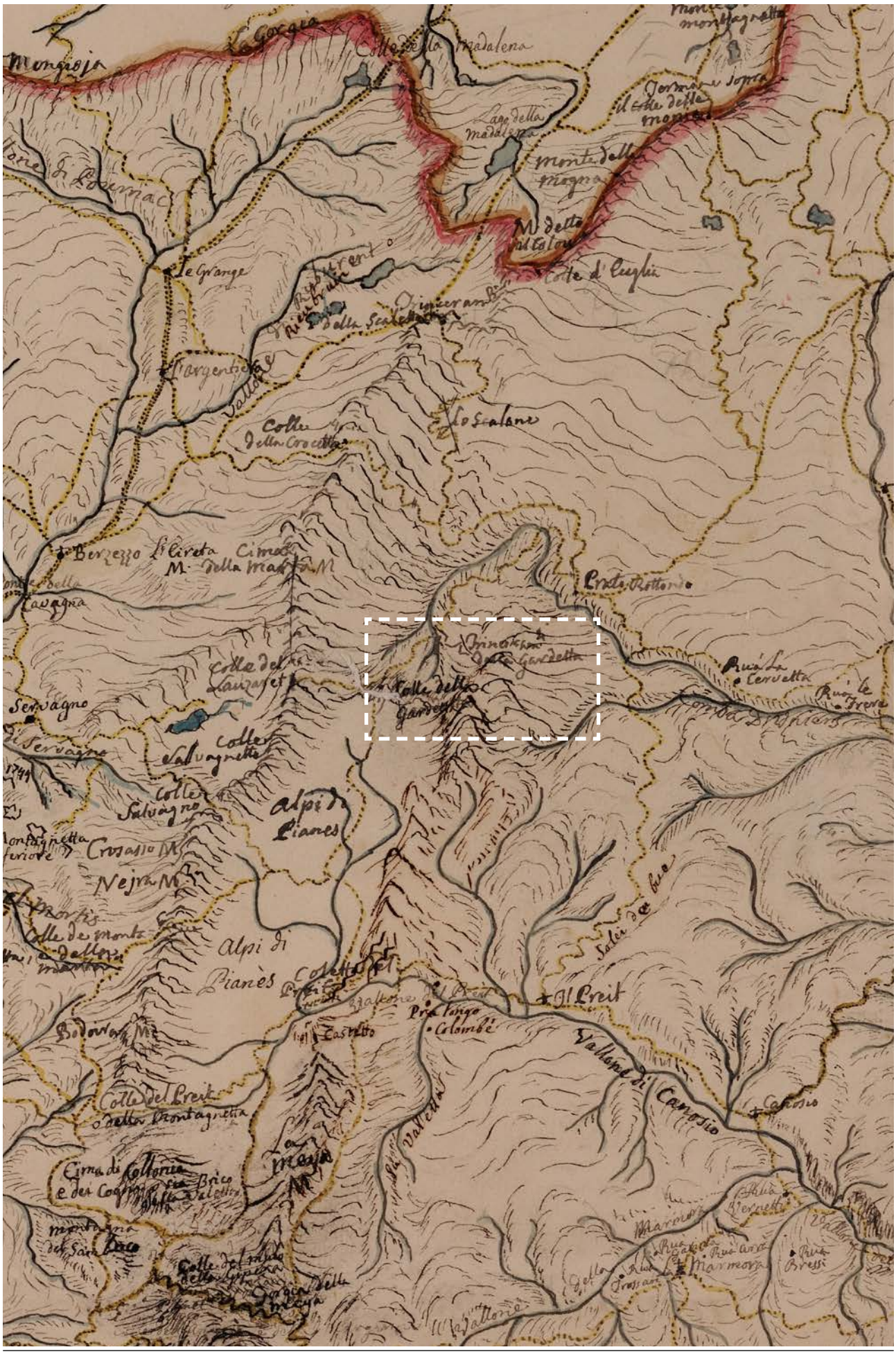
Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche per A e B*, Piemonte, mazzo 1.





Toponimo: Colle della Gardetta, Colletto di Preit.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada che da Canosio passa per il Preit per poi raggiungere il Colle della Gardetta dove, con linee nere utilizzate anche nel caso dei trinceramenti del Preit, sono rappresentati anche i trinceramenti della Gardetta. La strada, inoltre, procede anche nella conca di Prato Ciorliero (Prato Salliero) e risale il Vallone di Unerzio verso Acceglio.


Mongioja
Colle della Madalena
Lago della Madalena
Monte della Mogna
M. detto il Colou
Colle d'Euglia
Le Grange
Argentiera
Colle della Crocetta
Lo Scalone
Berzezzo
Cima della Marta M.
Prato Rotondo
Colle del Lauzaret
Colle della Gardetta
Servagno
Colle Salvagnetta
Colle Salvagno
Alpi di Pianes
Crosasso M.
Nejra M.
Alpi di Pianès
Colle del Preit
Il Preit
Vallone di Canosio
Canosio
Colle del Preit o della Montagnetta
Cima di Collonia
Marmora
Vallone

s.d.



(Stralcio della) Carta Dimostrativa della Valle di Stura dal colle della Madalena si stende sino al forte di Demonte con i trinceramenti lungo della Valle.

Autore: s.n.
Incisori: -
Data: s.d.
Tecnica: -
Dimensione: 94,5 x 45,5 cm
Scala nominale: n.i.
Orientamento: nord a destra

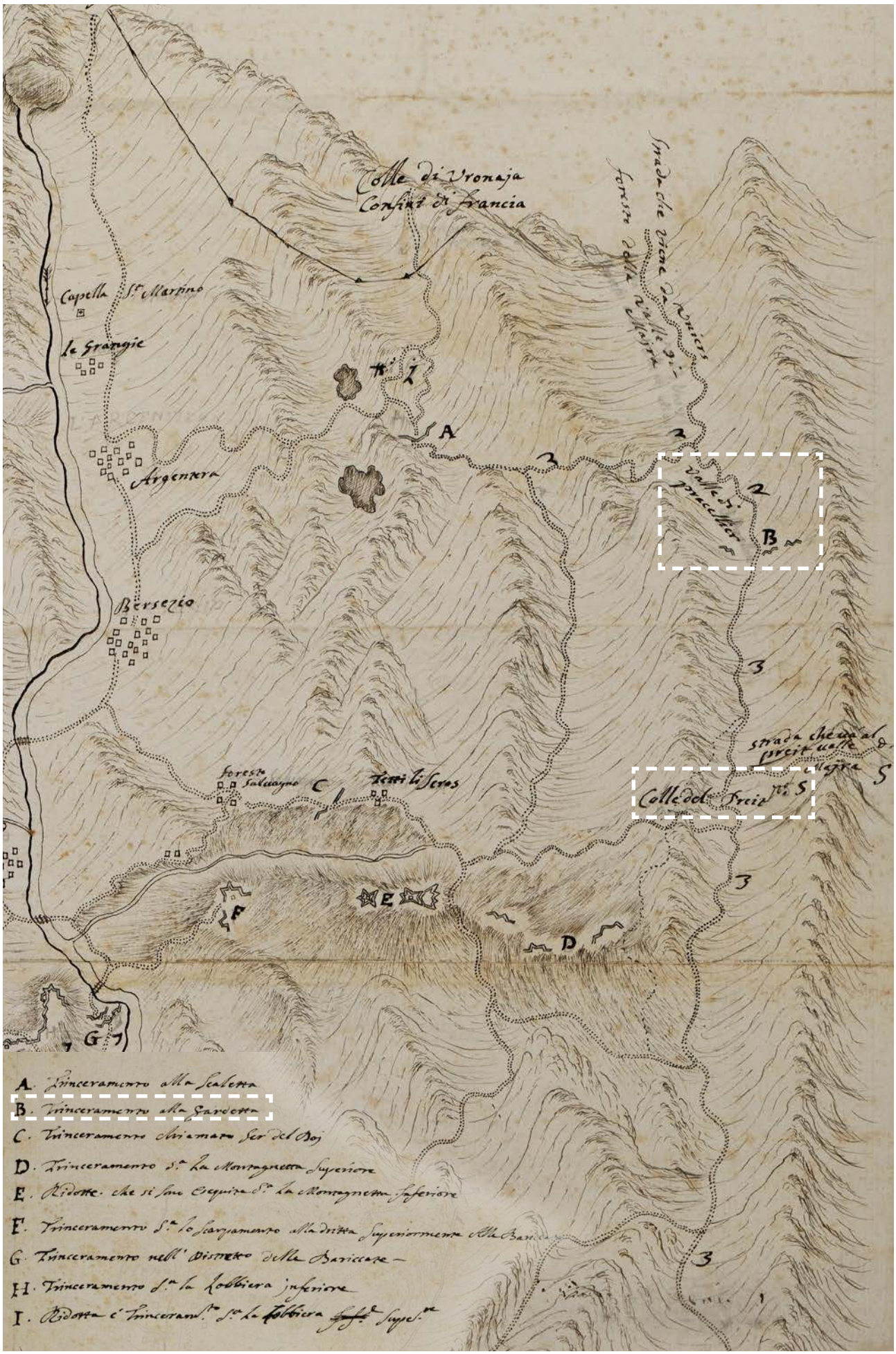
Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche per A e B*, Stura, mazzo 3.



Toponimo: Gardetta, Valle di Pracclier, Colle del Preit.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada che dal Preit, giunge al Passo della Gardetta e scende nella conca di Prato Ciorliero (*Pracclier*). Con delle linee nere sono rappresentati i trinceramenti della Gardetta.

Trinceramenti della Gardetta


Colle di Vronaja
Confini di Francia
Capella S.t Martino
le Grangie
Argentera
Bersezio
Foresta Salvagno
Tetti li Seros
Colle del Preit
A. Trinceramento alla Scaletta
B. Trinceramento alla Gardetta
C. Trinceramento chiamato Ser del Boj
D. Trinceramento S.a la Montagnetta Superiore
E. Ridotte che si sono Eseguite S.a la Montagnetta Inferiore
F. Trinceramento S.a lo Scarpamento alla dritta Superiormente alle Bari
G. Trinceramento nell' Distretto delle Bariccate
H. Trinceramento S.a la Lobbiera inferiore
I. Ridotta e' Trinceram.to S.a la Lobbiera Supe.re

s.d.



(Stralcio della) Tipo Dimostrativo Delle Valli Stura, Grana, Maira e Varajta.

Autore: s.n.
Incisori: -
Data: s.d.
Tecnica: -
Dimensione: 88 x 54,5 cm
Scala nominale: n.i.
Orientamento: nord a destra

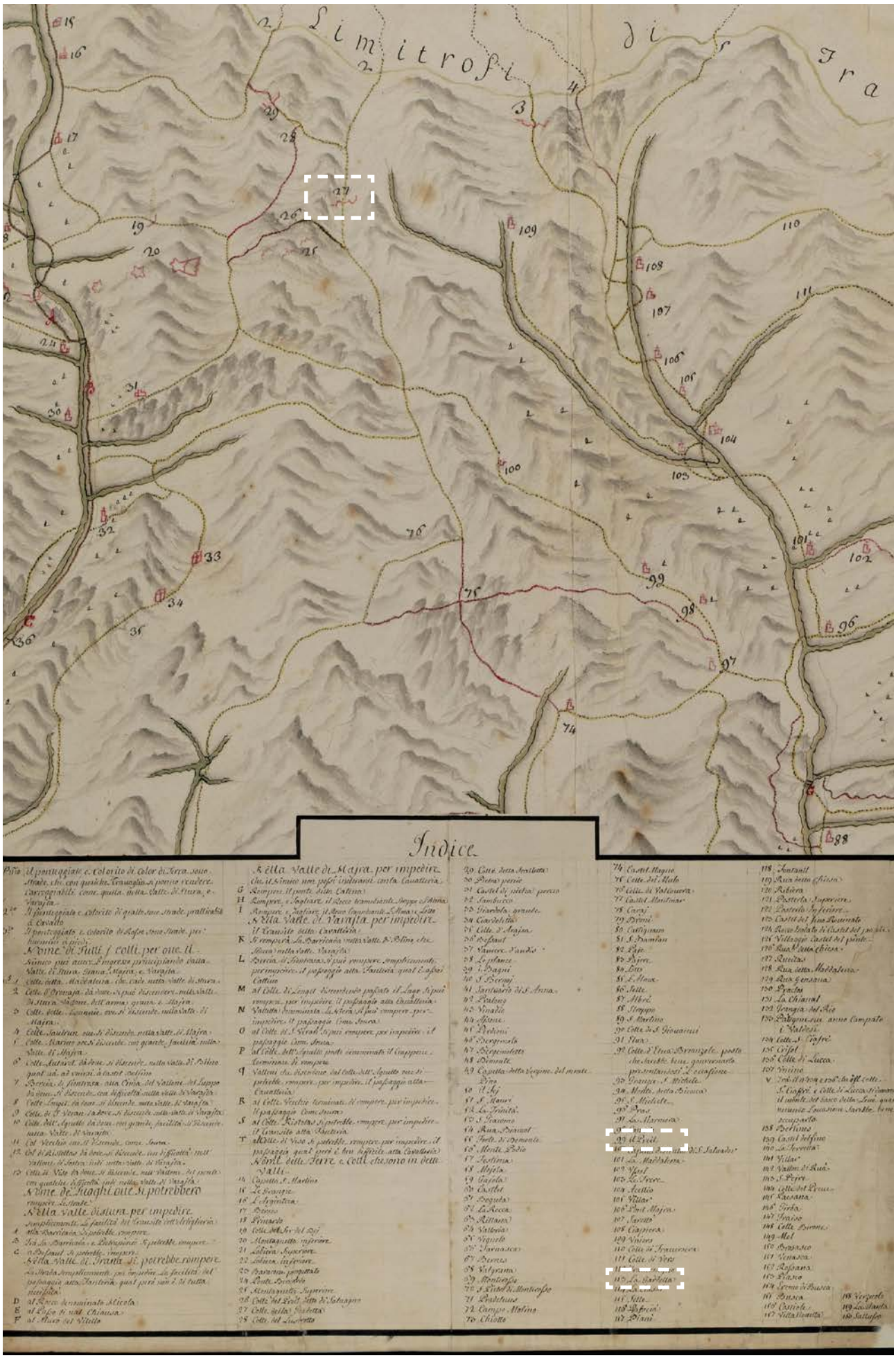
Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche per A e B*, Stura, mazzo 4.



Toponimo: Colle della Gardetta, Il Preit.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada percorribile a cavallo - come descritto nella legenda sottostante la carta - che da Preit e Canosio risale l'altopiano verso il Colle della Gardetta e continua in direzione della Francia. I trinceramenti della Gardetta sono rappresentati mediante linee spezzate rosse, simbolo ricorrente utilizzato in riferimento a sistemi trincerati come anche quello della Montagnetta Superiore (25).

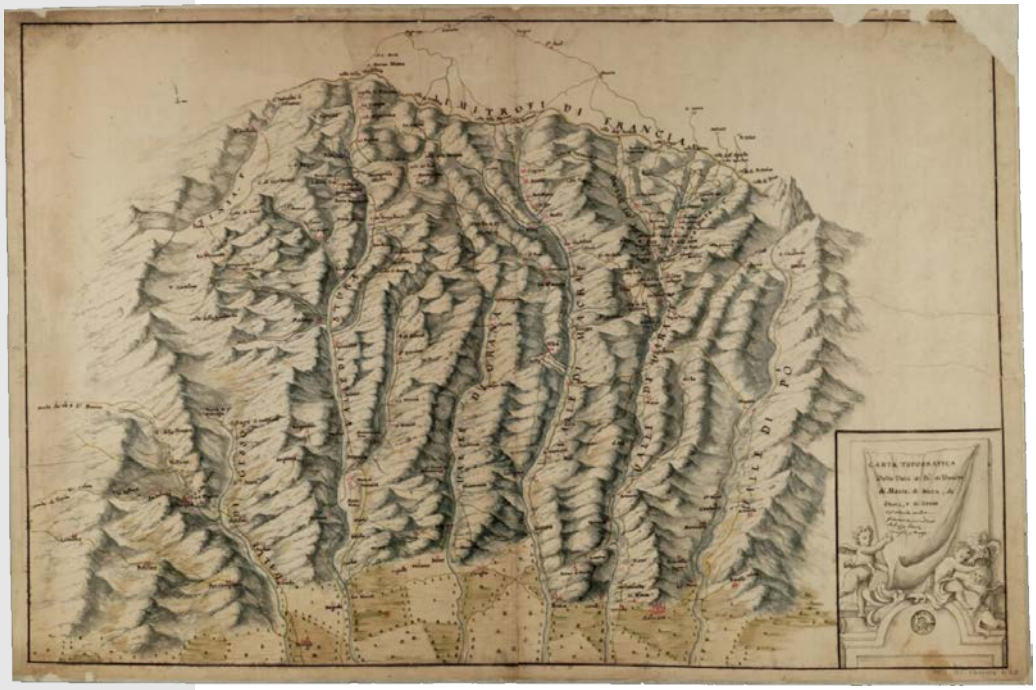
Colle della Gardetta


Limitrofi di Fra
Indice

s.d.

(Stralcio della) Carta topografica delle Valli di Pò; di Varaita; di Macra; di Grana; di Stura, e di Gesso e si stende nella pianura, e si ritrova Saluzzo, Busca, Caraglio, e Barge.

Carta dimostrativa della parte Occidentale del Piemonte dalla Valle di Gesso, sino alla Valle di Po e da Saluzzo e Roccaviglione, sino alle Frontiere della Francia; senza Scala, senza data e senza sottoscrizione.



Autore: n.i.
Incisori: -
Data: s.d.
Tecnica: -
Dimensione: 63 x 94,5 cm
Scala: n.i.
Orientamento: -

Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche per A e B*, Stura, mazzo 2.



Toponimo: Colle della Gardetta, Colle del Preit.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada che, da Canosio e Preit, risale il vallone fino al Colle del Preit e al Colle della Gardetta. La strada che, invece, risale da Acceglio, si interrompe poco prima del Colle della Gardetta. Interessante è invece la simbologia utilizzata per rappresentare la fortificazione, un vero e proprio "rombo" e non delle semplici linee spezzate come usate di consueto anche nell'altra cartografia già analizzata.


colle della Gardetta
colle del Preit
Montagnetta inferiore
Montagnetta Sup.re
colle di Trauersiera
Ciapiera
Saretto
Pont Maira
Villar
Accelio
Capella di S.n Saluadore
Le Prere
La Madelena
Ussol
il Preit
Cannosio
Pras
La Marmora
Castelmagno
Chiotto
Stroppo
Albrè
Selle
L' Alma
Campo Molino
La Trinità
S. Mauris
Lotto
Pradleues
S. Damiano
Paie
S.n Pietro di Monterosso
Cartignano
Monterosso
Sambucco
ciardola Grande
ciardoletta
colle di Araisa
Rua Biancot
S.n Giacomo
Madonna del Pino
Porte di Demonte
VALLE DI MACRA
VALLE D'VGRANA

s.d.



(Stralcio della) Abbozzo della Valle di Stura dal colle della Maddalena sui confini di Francia sino al Forte di Demonte. Fol. 2 Mss., con spiegazione di alcuni fatti d'armi seguiti in detta Valle tra le truppe Francesi e le Piemontesi.

Autore: n.i., attribuita all'ing. Andrea Nigri.
Incisori: -
Data: s.d. - XVIII sec.
Tecnica: -
Dimensione: 103 x 45,8 cm
Scala: n.i.
Orientamento: n.i.

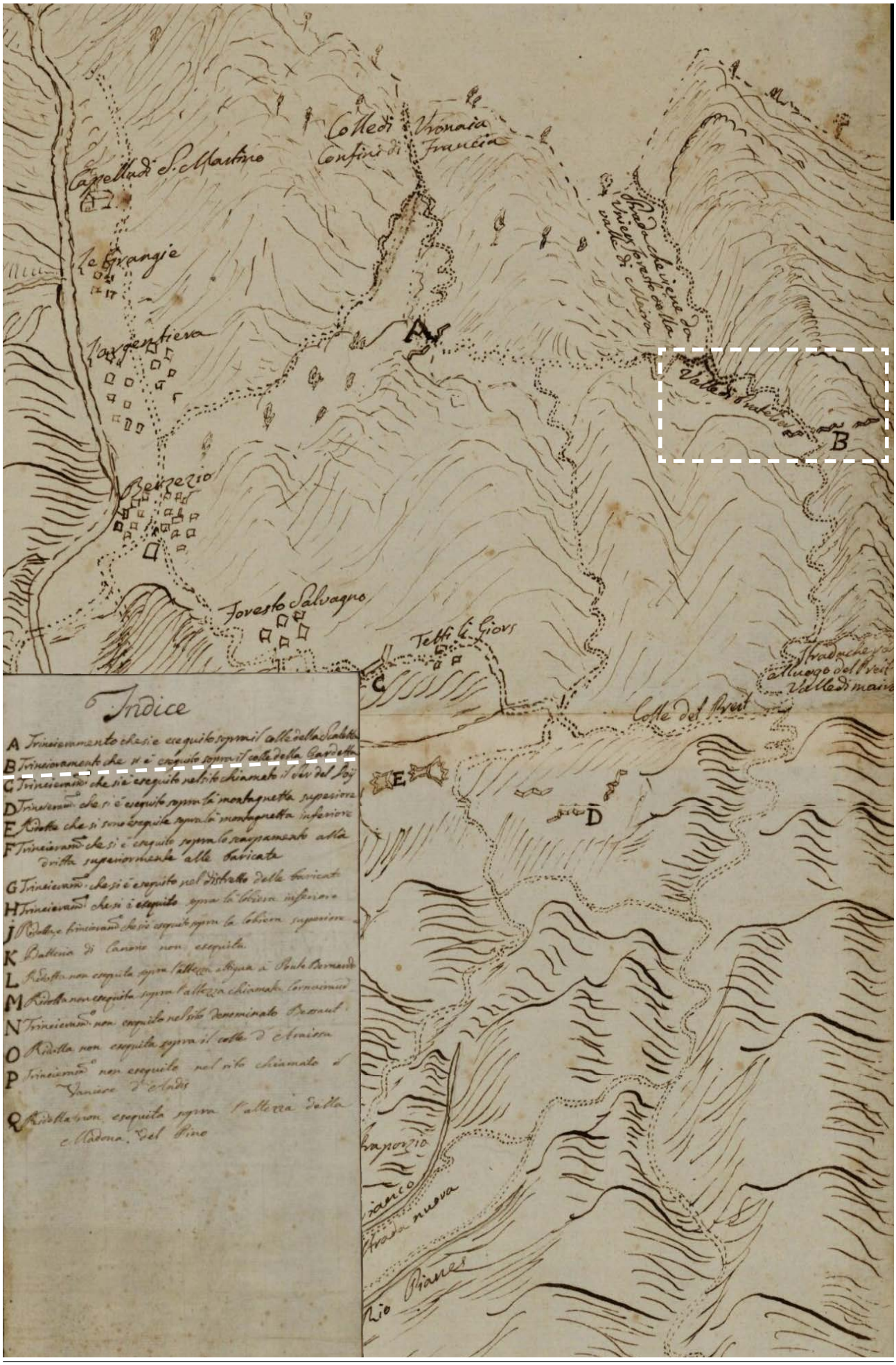
Collocazione: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, *Carte topografiche*, Stura 10 A V, mazzo 1, immagine 2.



Trinceramenti della Gardetta

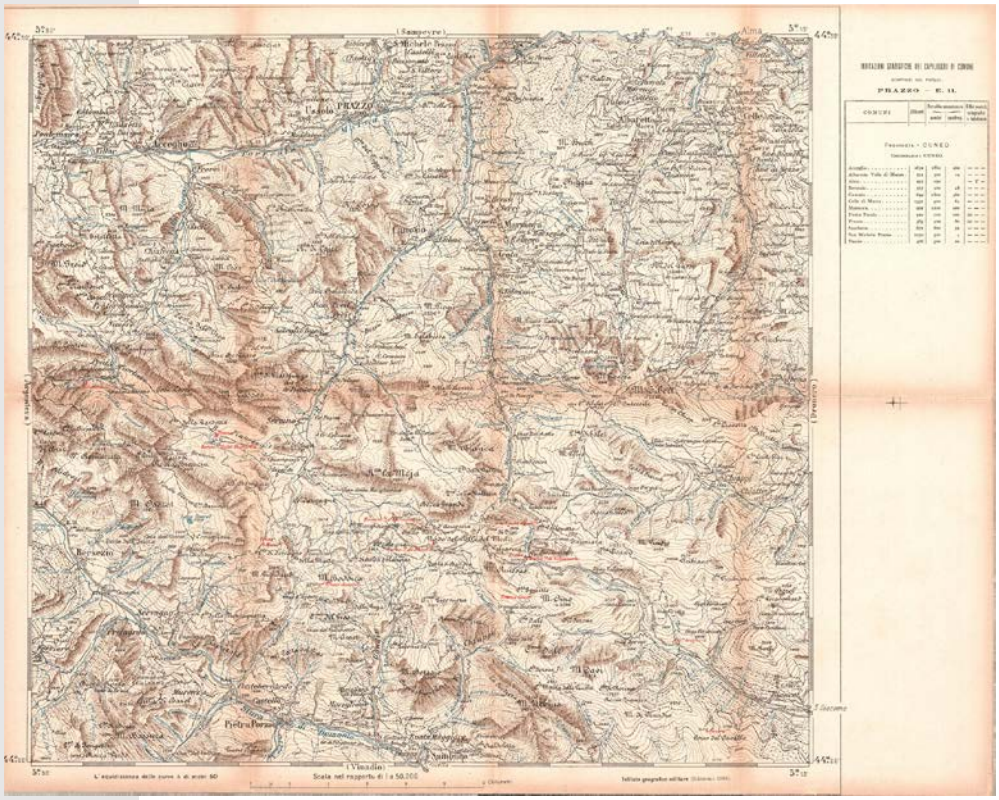
Toponimo: Trinceramenti della Gardetta, Valle di Pratlier, Colle del Preit.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una strada che, da Preit (la destinazione viene specificato nella rappresentazione), risale il vallone fino al Colle del Preit e al Colle della Gardetta. Al contrario, dalla Gardetta viene rappresentata una strada che si dirige verso il Vallone di Unerzio (anche questo viene specificato sulla carta). I trinceramenti, oltre ad essere specificato nella legenda, vengono rappresentati con tre segmenti neri, a zigzag e dalla lettera B.


Colle di Vronaia
Confini di Francia
Cappella di S. Martino
Le Grangie
L'argentiera
Berzezio
Foresto Salvagno
Tetti li Giors
Colle del Preit
Valle di Pratelier
Strada che viene da Vniers foresto della valle di Maira
Strada che va al luogo del Preit Valle di maira
Indice
A Trincieramento che si è eseguito sopra il colle della Scaletta
B Trincieramento che si è eseguito sopra il colle della Bardetta
C Trincieramento che si è eseguito nel sito chiamato il Ser del Loij
D Trincieramento che si è eseguito sopra la montagnetta superiore
E Ridotta che si sono eseguite sopra la montagnetta inferiore
F Trincieramento che si è eseguito sopra lo scarpamento alla dritta superiormente alle baricate
G Trincieramento che si è eseguito nel distretto delle baricate
H Trincieramento che si è eseguito sopra la lobiera inferiore
J Ridotta e trincieramento che si è eseguito sopra la lobiera superiore
K Batteria di Cannone non eseguita
L Ridotta non eseguita sopra l'altezza attigua a Ponte Bernardo
M Ridotta non eseguita sopra l'altezza chiamata Cornaimud
N Trincieramento non eseguito nel sito denominato Bessaut
O Ridotta non eseguita sopra il colle d'Araissa
P Trincieramento non eseguito nel sito chiamato il Vaniere d'Andis
Q Ridotta non eseguita sopra l'altezza della Madona del Pino
Rio Pianes

1901

(Stralcio della) Carta speciale frontiera occidentale in scala 1 a 50.000, edizione 1901.



Autore: Istituto Geografico Militare.
Incisori: -
Data: 1901
Tecnica: -
Dimensione: 50,5 x 40,5 cm
Scala nominale: 1:50.000
Orientamento: nord in alto

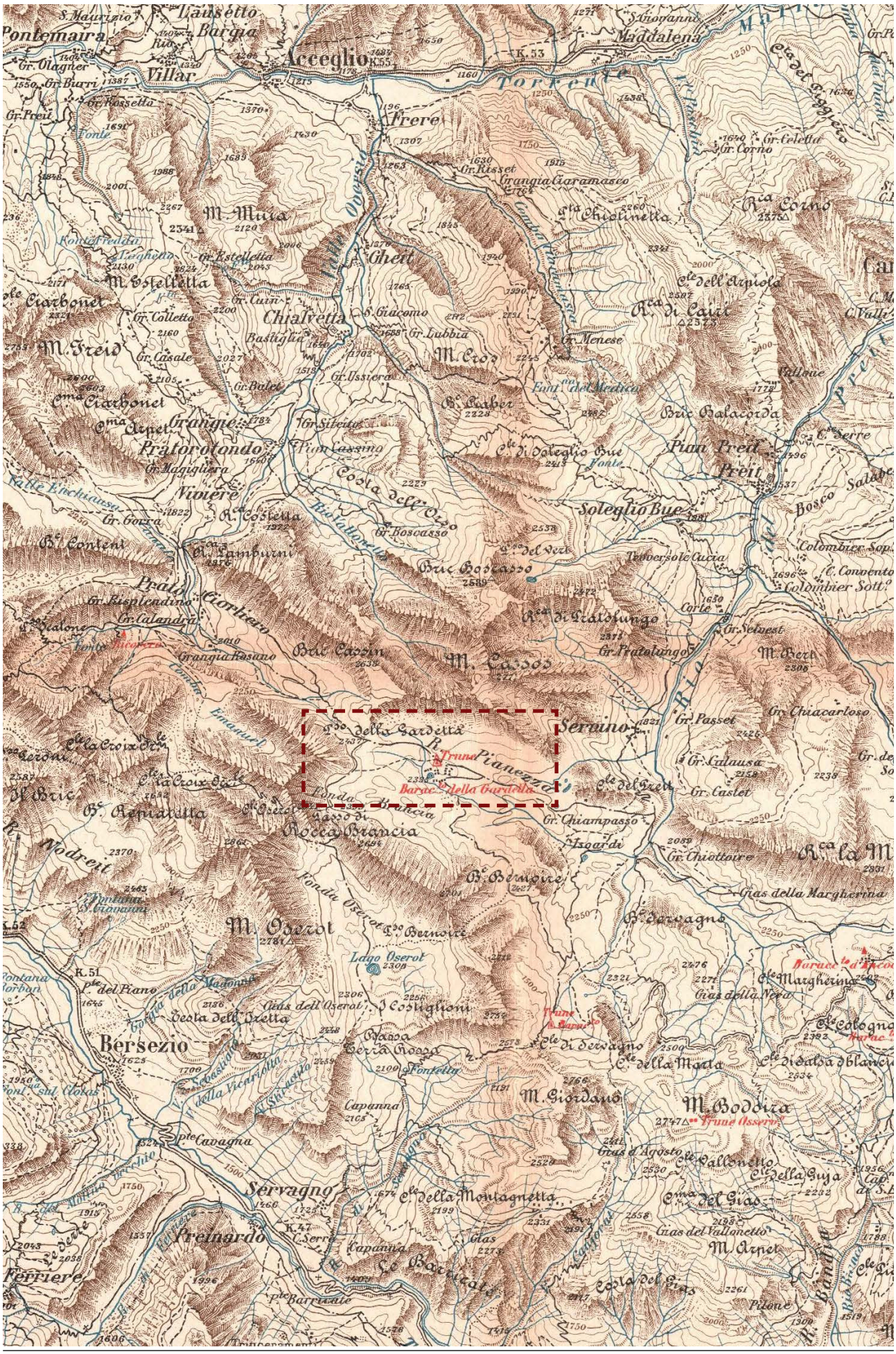
Collocazione: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM, *Carta speciale frontiera occidentale,* E11 Prazzo.



Ricovero e Baraccamenti della Gardetta

Toponimo: Passo della Gardetta, Prato Ciorliero.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una mulattiera che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Colle della Gardetta e che, superato l'omonimo passo, ridiscende verso Preit e Canosio. Non sono più presenti simboli che rimandino ai trinceramenti settecenteschi ma vengono identificati con scritte rosse e disegni neri, i fabbricati dei baccamenti della Gardetta.


Acceglio
Villar
Frere
Ghert
Chialvetta
Pratorotondo
Grangie
Viviere
Soleglio Bue
Pian Preit
Preit
Prati Ciorliero
Grangia Rasano
Serruno
Rocca Brancia
Bersezio
Servagno
Pramardo
Ferriere
M. Muia
M. Estelletta
M. Freid
M. Oserot
M. Giordano
M. Boddia
M. Arnet
Torrente
Maddalena
Pontemaira
Barcia
Lausetto
Chiotinetta
Grangia Ciaramasco
Grangia Chiaramasco
Gr. Menese
Gr. Lubbia
Gr. Ussiera
Gr. Siteita
Gr. Boscasso
Gr. Passet
Gr. Chiampasso
Gr. Chiottoire
Gr. Castet
Gr. Calausa
Gr. Chiacarloso
Gr. Prato lungo
Gr. Selvest
Gr. Calandra
Gr. Risplendina
Gr. Magiglinera
Gr. Colletto
Gr. Casale
Gr. Balet
Gr. Corno
Gr. Celetta
Gr. Risset
Gr. Burri
Gr. Olagner
Gr. Preit
Gr. Rossetta
Gr. Estelletta
Gr. Cuin
Gr. Gouva
Gr. Contenti
Gr. Renardetta
Gr. Vodrett
Gr. Bersezio
Gr. Costigliom
Gr. Fontetta
Gr. Capanna
Gr. Barricate
Gr. Bertrand
Gr. Bersezio
Gr. Isoardi
Gr. Bermoire
Gr. Servagno
Gr. Servagno
Gr. Ballonetto
Gr. Gias
Gr. Pilone
Gr. Gias d'Agosto
Gr. Gias del Vallonetto
Gr. Gias della Margherina
Gr. Gias della Nera
Gr. Gias dell'Oserot
Gr. Gias della Montagnetta
Gr. Gias del Gias
Gr. Gias
Gr. Gias
Gr.

1907*

*Nonostante si tratti della levata nazionale del 1880, le ricognizioni per la realizzazione della carta di quest'area furono di molto successive e fanno riferimento al periodo 1906-1908.

(Stralcio della) Carta Topografica d'Italia in scala 1 a 50.000, Levata 1880.



Autore: Martedetti, Santopadre, Vanni, Bonazzi.
Incisori: Martedetti, Santopadre, Vanni, Bonazzi.
Data: 1881
Tecnica: -
Dimensione: 42 x 46 cm
Scala nominale: 1:50.000
Orientamento: nord in alto

Collocazione: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1881, F 79 III - Prazzo.

Toponimo: Passo della Gardetta, Prato Ciorliero.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una mulattiera che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Colle della Gardetta e che, superato l'omonimo passo, ridiscende verso Preit e Canosio. Non sono più presenti simboli che rimandino ai trinceramenti settecenteschi.


Chialvetta
M. Cros
Pratorotondo
Soleglio Bue
Pian Preit
Costa dell'Orso
Brie Boscasso
Brie Cassin
M. Cassos
Passo della Gardetta
Rocca Brancia
M. Oserot
Bersezio
M. Giordano
Servagno
Premardo
Pontebernardo
Castello
Stura
Trinceramenti della Lubiera

1930

(Stralcio della) Carta Topografica d'Italia in scala 1 a 25.000, Levata 1930.



Autore: Istituto Geografico Militare.
Incisori: -
Data: 1930
Tecnica: -
Dimensione: 61 x 50,5 cm
Scala nominale: 1:25.000
Orientamento: nord in alto

Collocazione: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1960, fogli F 78 II NE, - F 78 II SE - F 78 III NO - F 78 III SO.

Toponimo: Passo della Gardetta, Prato Ciorliero.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una mulattiera che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Colle della Gardetta e che, superato l'omonimo passo, ridiscende verso Preit e Canosio. Non sono più presenti simboli che rimandino ai trinceramenti settecenteschi e neppure simboli che rimandino ai baraccamenti di fine '800.


LQ
M. Cassorso
Passo della Gardetta
M. Oserot
LQ

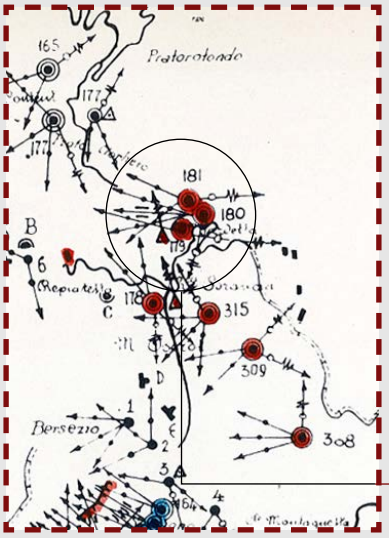
1941

(Stralcio) Situazione mensile opere di difesa e stradali alla data del 30-4-1941



Autore: Ufficio Lavori Genio Militare II C.A. Alessandria
Incisori: -
Data: 1941
Tecnica: -
Dimensione: 110 x 82 cm
Scala nominale: 1:100.000
Orientamento: nord in alto

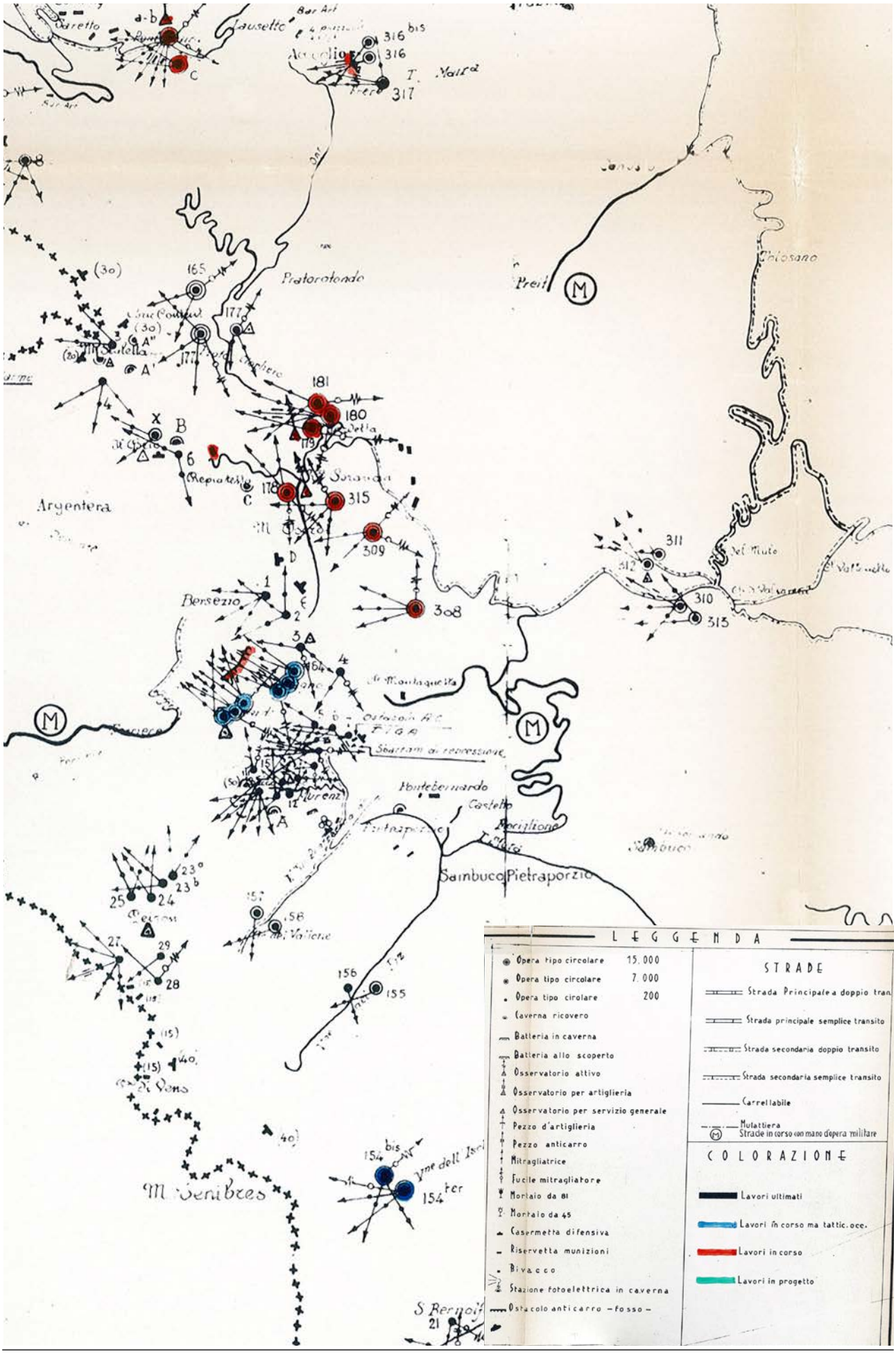
Collocazione: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.



Toponimo: Gardetta, Prato Ciorliero.

Simbologia: Si segnala la rappresentazione di una carrellabile che, da Acceglio, risale il Vallone di Unerzio per poi raggiungere il Prato Ciorliero dove si interrompe. Da Canosio, invece, parte un altra carrellabile che, in costruzione, raggiunge Preit. Nell'area di Prato Ciorliero, inoltre, si attestano tre opere in caverna, una delle quali dotata di osservatorio attivo. Il colore rosso indica che, a tale data, fossero ancora in corso di costruzione.

Opere della Gardetta
179 - 180 - 181


Lausetto
Pratorotondo
Argentera
Bersezio
Pontebernardo
Castello
Sambuco Pietraporzio
M. Senibres
S. Bernolf
LEGGENDA
Opera tipo circolare 15.000
Opera tipo circolare 7.000
Opera tipo cirolare 200
Caverna ricovero
Batteria in caverna
Batteria allo scoperto
Osservatorio attivo
Osservatorio per artiglieria
Osservatorio per servizio generale
Pezzo d'artiglieria
Pezzo anticarro
Mitragliatrice
Fucile mitragliatore
Mortaio da 81
Mortaio da 45
Casermetta difensiva
Riservetta munizioni
Bivacco
Stazione fotoelettrica in caverna
Ostacolo anticarro – fosso –
STRADE
Strada Principale a doppio tran
Strada principale semplice transito
Strada secondaria doppio transito
Strada secondaria semplice transito
Carrellabile
Mulattiera
Strade in corso con mano d'opera militare
COLORAZIONE
Lavori ultimati
Lavori in corso ma tattic. occ.
Lavori in corso
Lavori in progetto

4.3.2 Simbologie a confronto: le fortificazioni e la rete stradale

Se, in generale, la produzione cartografica è stata fortemente influenzata dallo sviluppo di tecniche e nuovi strumenti di misurazioni sviluppatisi solo nel XVIII, c'è anche da dire che, in realtà, queste stesse innovazioni sono state addirittura fondamentali nei casi della cartografia dei territori alpini. Essi, infatti, proprio per via della loro posizione e molfologia, hanno da sempre costitutio un ostacolo per la propria mappatura, ragion per cui solo queste novità nell'ambito delle misurazioni hanno permesso di ampliare il panorama cartografico di questi territori e di soppiantare le vecchie carte, realizzate in maniera semplificata e denotando la mancanza di criteri moderni di misura e rappresentazione, con altre nuove con una rappresentazione più affidabile e di maggior dettaglio.

In entrambe le tipologie, comunque, lo scopo era comunque quello di conoscere i territori fondamentalmente per poterli controllare e governare, tenendone sotto controllo i confini che, nel caso particolare delle regioni alpine, vedono proprio nelle catene montuose l'elemento di separazione dal territorio francese. Proprio in tal senso, di fondamentale importanza per la nuova cartografia Settecentesca del Piemonte furono gli eventi della Guerra di Successione Spagnola e il Trattato di Utrecht che, come già visto, portò all'annessione delle valli di Pragelato, Oulx, Cesana e Bardonecchia e alla cessione della Valle di Barcellonette, apportando quindi una serie di modifiche e trasformazioni al confine del ducato di Savoia. Esso, infatti, venne stabilito sfruttando il confine naturale offerto dalle Alpi, non tenendo conto di aspetti storici, culturali e amministrativi delle comunità ivi presenti che, quindi, si ritrovarono sbalzate da un dominio all'altro.[46]
Come questo caso, altri conflitti minarono la stabilità dei confini del ducato, tra i quali si ricorda la Guerra di successione austriaca e, anche in questa occasione la guerra divenne opportunità per un incremento della produzione cartografica sia per necessità conoscere il territorio e le sue frontiere in perenne cambiamento che per esigenze militari e amministrative. Queste numerose richieste, infatti, portarono all'istituzione, nel 1738, dell'Ufficio di Topografia Reale, sotto il volere di Carlo Emanuele III.

A questo stesso periodo fanno riferimento le prime cartografie schedate nel paragrafo precedente, tre delle quali realizzate con scopi militari, indicando la posizione, nelle varie valli, dei trinceramenti realizzati per le battaglie che infervorarono quei luoghi tra il 1740-1748.[47] Proprio gli elementi rappresentati

46 Balani D. 2006 La definizione dei confini con la Francia, în Il teatro delle terre 2006, pg. 129-134.
47 Guerra di Successione Austriaca. Per approfondire, vedasi paragrafo 4.2.1.

e le modalità stesse di rappresentazione lasciano ipotizzare che a queste carte potrebbero temporalmente sovrapporsi un'altra serie di cartografie, pervenute senza datazione e che appaiono coeve a quelle datate. In realtà, queste ipotesi che verranno riprese di seguito, derivano da approfonditi studi di Sconfienza e da delle analisi riportate in una tesi di laurea[48] realizzate per mezzo di confronti con fonti d'archivio.
In particolare, il riferimento va alle carte:

- *Carta Dimostrativa della Valle di Stura dal colle della Madalena si stende sino al forte di Demonte con i trinceramenti lungo della Valle;*
- *Tipo Dimostrativo Delle Valli Stura, Grana, Maira e Varajta;*
- *Carta topografica delle Valli di Pò; di Varaita; di Macra; di Grana; di Stura, e di Gesso e si stende nella pianura, e si ritrova Saluzzo, Busca, Caraglio, e Barge;*
- *Abbozzo della Valle di Stura dal colle della Maddalena sui confini di Francia sino al Forte di Demonte. Fol. 2 Mss., con spiegazione di alcuni fatti d'armi seguiti in detta Valle tra le truppe Francesi e le Piemontesi.*

sistema stradale e le fortificazioni.
Per quanto riguarda la prima in elenco, essa riporta in calce un elenco di elementi da distruggere e ostacoli da approntare in caso di ritirata delle truppe sabaude, probabilmente durante i combattimenti tra queste e i battaglioni franco-spagnoli, come accadde nel caso della Gardetta. Questa, quindi, la ragione per cui sembra plausibile l'ipotesi che la carta sia coeva o di poco precedente a questi eventi, probabilmente attorno al 1742-43, come riporta Tarozzo.
Per quanto concerne, invece, la seconda cartografia, l'ipotesi di datazione dipende fondamentalmente da una simile modalità di rappresentazione sia dell'apparato difensivo che, più in generale, delle valli già utilizzata nella C*arta topografica d'una parte delle Valli di Stura, Grana, Macra, Blino, Varaijta e Po' unitamente alli trinceramenti stati fatti in esse valli come pure gli attacchi stati fatti in detta Valle di Varaijta dalle truppe Gallispane contro le truppe di S.M. nelli giorni 6. 7. e 8. del mese di ottobre 1743*, realizzata sicuramente dopo il 1743.
Da un'attenta analisi di Sconfienza della terza cartografia, invece, si evince come siano state riportate le difese del Colle della Gardetta (B) e della Scaletta ma non vi sono indicazioni sui trinceramenti presso il Colle del Mulo o alle Montagnette, ragione per la quale, vista la documentazione relativa alla realizzazione delle opere di difesa della Gardetta datata 1742[49] , la carta potrebbe risalire al 1742-43.[50]
L'ultima carta di dubbia datazione, invece, viene attribuita sempre da Sconfienza all'ingegnere del marchese Pallavicino, Andrea Nigri, il quale nel 1742 realizzò una carta topografica delle aree di confine della Valle Stura, tracciando

48 Tarozzo P. 2020, op.cit.
49 Sconfienza R., 2019, op. cit. pg. 20.
50 Tarozzo P., 2020, op.cit. 123.

i trinceramenti della Gardetta, e non quelli del Preit e del Mulo, probabilmente, all'epoca, non ancora realizzati. Questa e quella precedente, inoltre, appaiono molto simili, sia nei tratti che nella scelta dei simboli e dei numeri usati per rappresentare i vari luoghi. Anche il titolo, in realtà, appare analogo: *Carta Dimostrativa della Valle di Stura dal colle della Madalena si stende sino al forte di Demonte con i trinceramenti lungo della Valle, la prima,* e *Abbozzo della Valle di Stura dal colle della Maddalena sui confini di Francia sino al Forte di Demonte. Fol. 2 Mss., con spiegazione di alcuni fatti d'armi seguiti in detta Valle tra le truppe Francesi e le Piemontesi,* la seconda. Tutte queste corrispondenze fanno pensare che le carte siano, innanzitutto, coeve ma soprattutto che una (Abbozzo della Valle etc.) sia lo schizzo propedeutico alla realizzazione della carta effettiva (Carta dimostrativa etc.).

In ogni caso, la datazione di queste cartografia è stata propedeutica all'analisi effettuata sulle carte al fine di definire una cronologia delle trasformazioni dei luoghi dell'alta Valle Maira e dell'Altopiano della Gardetta, sviluppata secondo le due tematiche già delineate all'inizio di questo capitolo: il sistema stradale e le fortificazioni.

/ La rete viaria

Partendo dai presupposti del capitolo 1 e quindi dalle condizioni in cui oggi versano queste terre, sia dal punto di vista dell'accessibilità che della stessa fruibilità, studiandone la storia si ha come la sensazione di star sbagliando luogo, tanto l'alta valle del passato e quella odierna appaiono diverse e distanti sotto diversi aspetti.

Gli eventi storici del ducato, prima, e del regno, poi, hanno, innanzitutto, messo in luce quanto l'attento controllo delle aree marginali, più vicine ai confini, fosse non solo fondamentale ma anche necessario per garantire protezione a tutto il territorio, trattandosi di zone particolarmente delicate poiché a stretto contatto con territori nemici. Al contempo, l'analisi realizzata sulla cartografia, seppur di semplice ricognizione dei percorsi, ha evidenziato, da un lato, l'attenzione e il dettaglio nella rappresentazione di queste aree e, dall'altro, quanto, in realtà, zone che, oggi, appaiono lontane e quasi inaccessibili, presentassero delle ragnatele di strade, collegamenti e percorsi di ogni tipo, in grado di connettere, con tragitti più o meno brevi, i luoghi più disparati e distanti.

Il caso a cui, in particolare, si è rivolta l'attenzione è quello delle connessioni della Gardetta con i due comuni di alta valle, Canosio e Acceglio. La scelta, in realtà, non è stata casuale. Essa, infatti, è dipesa sia dal voler ricostruire la storia dei collegamenti tra la zona dell'altopiano e l'alta valle ma anche dal voler comprendere quanto, di fatto, siano cambiate le condizioni dei collegamenti nel triangolo Gardetta - Acceglio - Canosio, per i quali, ancora oggi, nonostante le trasformazioni avvenute, risulta una carenza di infrastutture stradali.

Nonostante le ovvie differenze di scala e accuratezza delle cartografie analizzate, per non parlare anche delle diverse modalità di misurazione e rappresentazione, è emerso in modo piuttosto chiaro ed evidente quanto lontane siano le radici delle strade che oggigiorno si percorrono per raggiungere la Gardetta, le stesse che sono state percorse dal Team Direct durante la campagna di rilievo. Sicuramente erano già in uso nel XVIII secolo e sono state sfruttate sia per la costruzione dei trinceramenti nella regione della Gardetta e del Preit sia, probabilmente, per la fuga dell'esercito sabaudo durante la disfatta della Guerra di Successione Austriaca. Si tratta, quindi, di strade battute con una certa frequenza sia da operai[51], per il trasporto di materiale da costruzione, dagli stessi soldati e, non dimentichiamo, dagli abitanti di quei luoghi che sfruttavano le aree di alta montagna per la pastura delle proprie greggi.

51 Come riportano i documenti d'archivio analizzati, spesso i cantieri delle opere era appaltati ad imprese private; nel caso di opere di particolare importanza e urgenza si ricorreva a manodopera militare.



s.d.

(Stralcio della) Carta della Valle del Po dalle sua sorgente si stende sino a Saluzzo e comprende pure le Valli di Varaita, Macra, Grana, Stura, e Gesso dalla sua sorgente sino al Luogo di St. Dalmazzo.

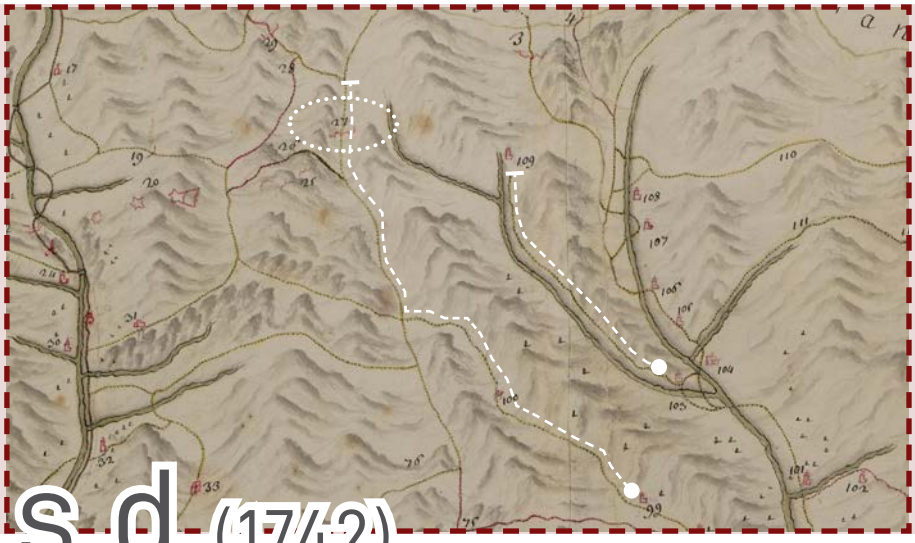
Le strade sono rappresentate in due modi: doppia linea puntinata nera ed evidenziata di giallo, per le strade principali, probabilmente percorribili con carri; linea semplice puntinata nera, evidenziata in giallo per strade secondarie, probabilmente mulattiere. La strada, mulattiera, che collega Canosio - Preit - Gardetta e Acceglio risulta già esistente ed è evidenziata con un tratteggio bianco, parallelo alla tratto origiale rappresentato sulla carta.



s.d. (prob. 1

(Stralcio) Abbozzo della Valle di Stura sui confini di Francia sino al Forte di spiegazione di alcuni fatti d'armi seguiti Francesi e le Piemontesi.

Le strade vengono rappresenta puntinate nere. La strada che collega Ca in parte, poiché la carta è relativa alla da Preit raggiunge la Gardetta e, super direzione Unerzio (come cita la carta), pr



s.d. (1742)

(Stralcio della) Tipo Dimostrativo Delle Valli Stura, Grana, Maira e Varajta.

Le strade sono rappresentate in marrone (potranno essere rese carreggiabili), giallo (praticabili a cavallo),rosso (praticabili a piedi).
La strada che da Canosio (99) risale alla Gardetta (27) risulta completamente percorribile a cavallo (una mulattiera) mentre non è presente la porzione tra la Gardetta e il Vallone di Unerzio (109), che collega ad Acceglio, risalendo verso nord.



s.d. (1743)

(Stralcio della) Carta topografica dell Macra; di Grana; di Stura, e di Gesso e s ritrova Saluzzo, Busca, Caraglio, e Barge

Le strade sono rappresentate evidenziata in giallo. E' rappresentata la alla Gardetta mentre non è presente il t (Uniers), che collega ad Acceglio, risaler



742)

dal colle della Maddalena Demonte. Fol. 2 Mss., con i in detta Valle tra le truppe

te in unico modo, attraverso doppie linee anosio alla Gardetta è rappresentata solo sola Valle Stura. Il tracciato, comunque, ati i trinceramenti omonimi, prosegue in resumibilmente verso Acceglio.



s.d. (prob. 1742)

(Stralcio della) Carta Dimostrativa della Valle di Stura dal colle della Madalena si stende sino al forte di Demonte con i trinceramenti lungo della Valle.

Le strade vengono rappresentate in unico modo, attraverso doppie linee puntinate nere.
La strada che collega Canosio alla Gardetta è rappresentata solo in parte, poiché la carta è relativa alla sola Valle Stura. Il tracciato, comunque, da Preit raggiunge la Gardetta e, superati i trinceramenti omonimi, prosegue in direzione Unerzio (come cita la carta), presumibilmente verso Acceglio.



e Valli di Pò; di Varaita; di si stende nella pianura, e si e.

e in un unico modo, doppia linea nera a porzione di strada che da Canosio risale ratto tra la Gardetta e il Vallone di Unerzio ndo verso nord.



post 1743

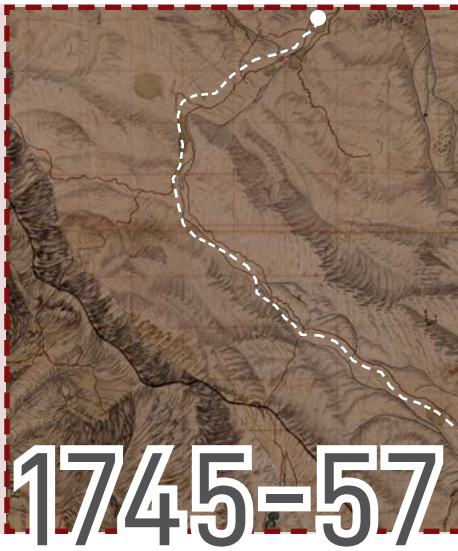
(Stralcio della) Carta topografica d'una parte delle Valli di Stura, Grana, Macra, Blino, Varaijta e Po' unitamente alli trinceramenti stati fatti in esse valli [...] nelli giorni 6. 7. e 8. del mese di ottobre 1743.

Le strade sono rappresentate in rosso (praticabili a cavallo) e giallo (praticabili a piedi). La strada, praticabile totalmente a cavallo, che collega Canosio - Preit - Gardetta e Acceglio risulta esistente ed è evidenziata con un tratteggio bianco, parallelo alla tratto origiale rappresentato sulla carta. Rispetto alle carte precedenti, questa risulta più dettagliata nella rappresentazione della rete di strade, mulattiere e sentieri.



(Stralcio della) CARTE figurative des vallées D'Asture, Granne, Maire et Varaite avec toutes les dependances.

Le strade sono rappresentate in violetto (carreggiabili), rosso (praticabili a cavallo), giallo (praticabili a piedi).
La strada che da Canosio sale alla Gardetta risulta completamente percorribile a cavallo (una mulattiera) mentre non è presente la porzione tra la Gardetta e il Vallone di Unerzio (109), che collega ad Acceglio, risalendo verso nord, anch'essa percorribile a cavallo.



(Stralcio della) Carta topografica del Piemonte dalle frontiere del Contado Lucerna e da Cuneo e Saluzzo sino alle fr

Le strade sono rappresentate in marrone piedi).
La strada che collega Canosio - Preit completamente percorribile a cavallo.



(Stralcio della) Carta topografica estratta dagli originali della Regia Topografia contenente le valli di Piemonte, contado di Nizza e riviera di Ponente con una parte del Delfinato e Provenza.

Le strade sono rappresentate con doppia linea nera evidenziata in rosso (principali) e con linea puntinata evidenziata in rosso (secondarie). La strada che collega Canosio - Preit - Gardetta e Acceglio risulta esistente ed è evidenziata con un tratteggio bianco, parallelo alla tratto origiale rappresentato sulla carta.



(Stralcio della) Carta corografica degli St data in luce dall'Ingegnere Borgonio nel 1 nell'anno 1772.

La carta, con una scala ben diversa dalle mulattiere principali. E', tuttavia, interess Gardetta e il Preit così come, più in basso considerati punti degni di nota.



lla parte occidentale del di Nizza sino alla Valle di rontiere di Francia.

(praticabili a cavallo), giallo (praticabili a

Gardetta e Acceglio risulta esistente e



1752

(Stralcio della) IV.me carte de la tournée militaire de M. le marquis de Paulmy dans la Haute Provence. Par Rÿhiner Colonel d'Infanterie.

Seppur in maniera molto simbolica e approssimata, viene rappresentata la strada che collega Preit - Gardetta (Gippiere) e Acceglio (Asseille) su cui, tuttavia, non vengono date informazioni in merito alla tipologia come, invece, avviene per quelle limitrofe, grazie a dei simboli rappresentanti uomini o cavalli.



tati di S.M. il Re di Sardegna 683 corretta ed accresciuta

altre, rappresenta solo le strade di valle e ante notare come, nonostante la scala, la , le Barricate vengano citati, chiaramente

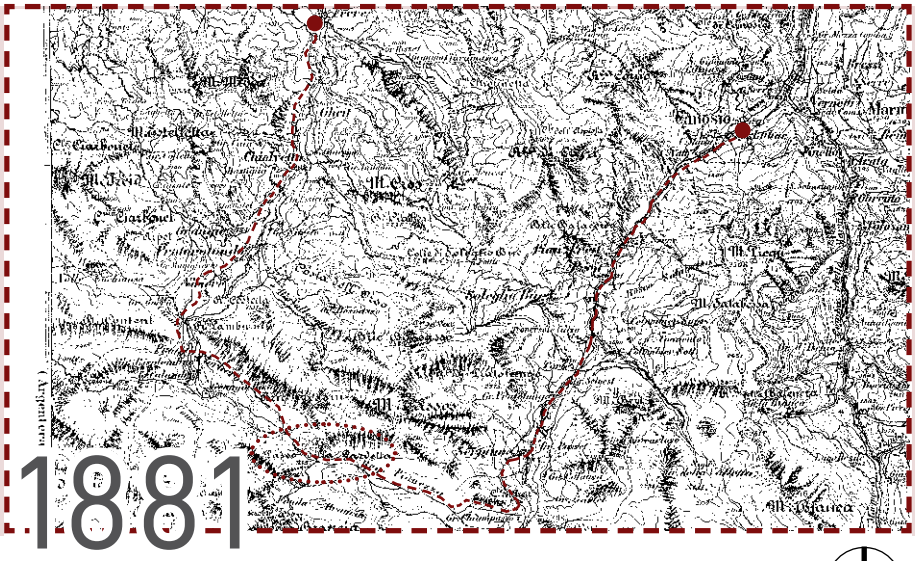


1852

(Stralcio della) Carta Topografica degli Stati in Terraferma di S.M. il Re di Sardegna alla scala di 1 a 50.000 – Opera del Corpo Reale dello Stato Maggiore.

Le strade sono rappresentate con doppia linea nera. La strada che collega Canosio - Preit - Gardetta e Acceglio risulta esistente e completamente percorribile ed è evidenziata con un tratteggio bianco, parallelo alla tratto origiale rappresentato sulla carta.

/ La rete viaria



(Stralcio della) Carta Topografica d'Italia in scala 1 a 50.000, Levata 1880.

Le strade sono rappresentate con doppia linea nera (a fondo artificiale), con linea tratteggiata e continua (non sempre praticabili), tratto-punto (mulattiera), puntinata (sentiero). La strada che collega Canosio - Preit - Gardetta e Acceglio risulta in buona parte come strada mulattiera e in alcuni tratti sentiero praticabile a piedi ed è evidenziata con un tratteggio rosso, parallelo alla tratto origiale rappresentato sulla carta.



(Stralcio della) Carta speciale frontiera 50.000, edizione 1901.

Le strade sono rappresentate con doppia tratteggiata e continua (non sempre pratic (sentiero). La strada che collega Canosi buona parte come strada mulattiera e in a è evidenziata con un tratteggio rosso, pa sulla carta.



(Stralcio) Situazione mensile opere di difesa e stradali alla data del 30-4-1941

Le strade sono rappresentate con linea nera continua (carrellabili), doppia linea tratteggiata (principale a semplice transito), tratto-punto (mulattiera).
La strada che da Canosio sale alla Gardetta risulta incompleta e si ferma a Preit mentre da Acceglio il tracciato si interrompe all'imbocco di Prato Ciorliero. Un'altro tratto della strada è sull'altopiano della Gardetta, inizia dal Passo e non incrocia, almeno a quello stato di avanzamento lavori, quella proveniente da Preit.



a occidentale in scala 1 a

linea nera (a fondo artificiale), con linea
cabili), tratto-punto (mulattiera), puntinata
o - Preit - Gardetta e Acceglio risulta in
alcuni tratti sentiero praticabile a piedi ed
arallelo alla tratto origiale rappresentato



(Stralcio della) Carta Topografica d'Italia in scala 1 a 25.000, Levata 1930.

Le strade sono rappresentate con doppia linea nera (a fondo artificiale), con linea tratteggiata e continua (non sempre praticabili), tratto-punto (mulattiera), puntinata (sentiero). La strada che collega Canosio - Preit - Gardetta e Acceglio risulta in buona parte come strada mulattiera e in alcuni tratti sentiero praticabile a piedi ed è evidenziata con un tratteggio rosso, parallelo alla tratto origiale rappresentato sulla carta. Si segnala in basso (in nero), all'altezza della regione Pianezza, il tracciato della mulattiera diretta a Demonte che, successivamente, verrà sfruttata per la costruzione della strada militare 254 - 341 Gardetta - San Giacomo - Demonte.

Per la durata dei tre secoli esaminati, si è trattato, comunque, di semplici mulattiere e strade praticabili a cavallo che, seppur non nella totalità, hanno dovuto attendere il secondo conflitto mondiale per vedere dei cambiamenti e un ammodernamento in grado di renderle percorribili anche da mezzi a motore che, nel frattempo, avevano iniziato a sostituire il bestiame negli spostamenti. Infatti, nonostante la notevole quantità di fonti cartografiche rinvenute, tutte raccontano una storia comune, di una mulattiera preesistente, utilizzata per gli scopi più disparati ma che non è mai stata migliorata e potenziata nel tempo, nonostante la sua importanza sia sempre stata ben evidente. E' la carta del 1941, infatti, la prima a fornirci informazioni relative alle trasformazioni attuate durante la Seconda Guerra Mondiale, che, tuttavia, non hanno riguardato l'interna strada analizzata fino a quel momento. Essa, infatti, è stata riprogettata e convertita in strada carrellabile nei tratti tra Acceglio/Prato Ciorliero, Canosio/Preit e una piccola porzione tra Passo della Gardetta e la regione di Pianezza. Del resto, invece, non pervengono notizie, salvo riscontrare in fonti bibliografiche postume, la sistemazione e adeguamento ai canoni delle circolari del Ministero della mulattiera di collegamento tra Prato Ciorliero e Passo della Gardetta, ai fini di servizio alle

tre opere ivi costruite . Il collegamento tra Pianezza e Preit, invece, appare in costruzione ma non si hanno fonti in merito a questa strada che, considerando anche lo stato attuale, sarà stata sicuramente di tipo carrellabile come quelle vicine.

Ovviamente, le strade appena analizzate erano connesse alla fitta rete di mulattiere e sentieri che si estendevano per tutta la valle Maira e che, superando le varie vette e cime, la collegavano alle vicine Stura e Varaita. Proprio per via di questi collegamenti, inoltre, videro accrescere la loro importanza soprattutto durante le diverse fasi di guerra, permettendo il facile spostamento degli eserciti ma, anche, come nel caso della battaglia della Gardetta del 1744, offrendo dei passaggi veloci al nemico per raggiungere le basse valli e la pianura, espugnando i forti pedemontani (es. Demonte).

Inoltre, l'altopiano della Gardetta, oltre alle due strade analizzate in questa sede, verso Acceglio e Canosio, era (ed è) caratterizzato anche da altri percorsi, che si estendevano fino alla bassa Valle Stura: a sud-ovest, verso il Passo di Fonda Brancia e Bersezio e, a sud-est, verso Vinadio e verso Demonte. Anche in questo caso, si tratta di mulattiere che verranno, nella prima metà del Novecento, sfruttate per l'impianto di nuove e moderne strade militari.
Proprio una di queste, infatti, sarà oggetto del secondo step di analisi sul sistema stradale della valle, già introdotto nel paragrafo 4.2. Si tratta della mulattiera Passo della Gardetta – San Giacomo – Demonte che, nel 1937, sarà interessata da un progetto di trasformazione in strada carrellabile a semplice transito, con lo scopo di connettere in maniera efficiente e veloce il confine con il centro di Demonte. A questa, inoltre, si affiancherà lo studio della mulattiera tra Acceglio e il Passo della Gardetta, anch'essa interessata da lavori durante la Seconda Guerra Mondiale, soprattutto a causa della presenza delle tre opere fortificate e del caposaldo Gardetta – Oserot che necessitavano di essere connessi con il resto del sistema difensivo.

Rispetto all'analisi iniziale, descritta pocanzi, nel secondo step il tratto che da Colle del Preit si connette a Canosio verrà messo da parte per due ragioni, strettamente legate tra loro. L'area di Canosio e del Vallone del Preit, infatti, erano state coinvolte in modo molto limitato – almeno da quanto si è appurato in questa sede – in tutta quella serie di progetti di opere e strade che, invece, avevano riguardato zone come Acceglio e Marmora, di conseguenza, il materiale militare d'archivio relativo a queste zone è molto scarno. C'è anche da aggiungere, inoltre, che gli archivi militari negli ultimi anni sono stati oggetto di diversi trasferimenti, tra cui dalla sede distaccata di Cuneo a quella di Torino, che hanno portato

alla perdita e danneggiamento di una parte del materiale conservato.
Questo, quindi, ha fatto sì che, a parte un primo momento di studio necessario a compredere l'antico sistema di connessioni tra il Passo della Gardetta e i comuni dell'alta valle Maira, l'attenzione si focalizzasse, tra le tante della zona, su due strade-tipo, di particolare interesse militare: la più breve, verso Acceglio, rilevante per connettere le tre opere della conca di Prato Ciorliero con il IV Settore – Maira e che, in passato, attraversava anche i trinceramenti della Gardetta; la più estesa, verso Demonte, importante per le connessione intervallive. Ancora oggi, entrambe, sono in uso, seppur con frequenza e percorribilità differenti, e ciò ha fornito una motivazione in più nella scelta di questi due casi studio, i quali vedranno un'analisi approfondita a partire dalla fine del XIX secolo fino ad oggi. Il Novecento, infatti, risulta un secolo particolarmente ricco di documentazione accurata e di dettaglio su queste due strade che permetterà dei confronti con tutta la cartografia di più recente elaborazione, utili a comprendere le modalità attraverso cui l'impianto di queste strade sia stato oggetto di modifiche, adeguamenti, rinnovamenti ma anche vittima di abbandono e incuria, fino allo stato in cui versa oggigiorno.



s.d. (1742)

(Stralcio) Abbozzo della Valle di Stura dal colle della Maddalena sui confini di Francia sino al Forte di Demonte. [...]

Con la lettere B e le i tre segmenti a zig zag si fa riferimento ai trinceramenti della Gardetta che, in questa carta, vengono considerati parte della Valle di Stura.



s.d. (1742)

(Stralcio della) Carta Dimostrativa della Valle di Stura dal colle della Madalena [...]

Con la lettere B e le i tre segmenti a zig zag si fa riferimento ai trinceramenti della Gardetta che, in questa carta, vengono considerati parte della Valle di Stura.



s.d. (1742)

(Stralcio della) Tipo Dimostrativo Delle Valli Stura, Grana, Maira e Varajta.

Con il n°27 e un segmento a zig zag rosso vengono rappresentati i trinceramenti del Colle della Gardetta.



1745-57

(Stralcio) Carta topografica della parte occidentale del Piemonte dalle frontiere del Contado di Nizza [...]

Non vi è un chiaro riferimento ai trinceramenti se non delle linee spezzate rosse, quasi impercettibili che sicuramente, data la posizione (ritornano in altri aree trincerate) simboleggiano tali impianti.



1752

(Stralcio della) IV.me carte de la tournée militaire de M. le marquis de Paulmy dans la Haute Provence. [...]

Oltre ad essere segnalati con apposito toponimo (retranch. de Gippiere), i trinceramenti sono rappresentati da doppia linea spezzata in nero, una più in basso verso Unerzio e l'altra più in quota, verso Preit.



1762

(Stralcio della) Carta topografica estratta dagli originali della Regia Topografia [...]

Il riferimento ai trinceramenti è un trattino rosso appena percettibile. Questa simbologia ritorna anche in altre aree fortificate note.



s.d. (1743)

(Stralcio della) Carta topografica delle Valli di Pò; di Varaita; di Macra; di Grana; di Stura [...]

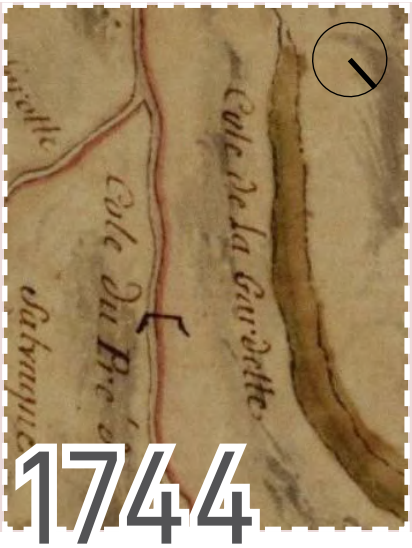
I trinceramenti della Gardetta vengono rappresentati non con la solita linea spezzata (come per la Montagnetta) ma con un quadrilatero, quasi a rappresentare un impianto fortificato di maggior rilievo.



post 1743

(Stralcio della) Carta topografica d'una parte delle Valli di Stura, Grana, Macra [...]

I trinceramenti della Gardetta vengono rappresentati non con la solita linea spezzata (come per la Montagnetta) ma con un quadrilatero, quasi a rappresentare un impianto fortificato di maggior rilievo.



1744

(Stralcio della) CARTE figurative des vallées D'Asture, Granne, Maire et Varaite avec toutes les dependances.

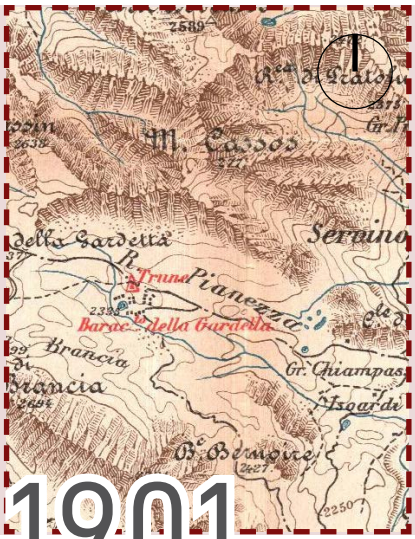
I trinceramenti vengono segnalati con una semplice linea a C capovolta.



1852

(Stralcio della) Carta Topografica degli Stati in Terraferma di S.M. il Re di Sardegna [...]

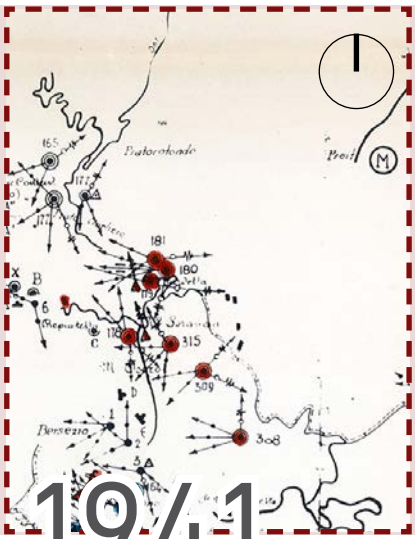
Ultima carta con rappresentati, attraverso 3 segmenti spezzati e toponimo, i trinceramenti settecenteschi della Gardetta.



1901

(Stralcio della) Carta speciale frontiera occidentale in scala 1 a 50.000, edizione 1901.

I trinceramenti non vengono rappresentati ma, nell'area dell'altopiano, si attestano i baraccamenti e le trune della Gardetta, costruiti a fine Ottocento.



1941

(Stralcio) Situazione mensile opere di difesa e stradali alla data del 30-4-1941

Poco dopo il Passo della Gardetta vengono rappresentate (in corso d'opera) tre opere in caverna, poste a controllare di Prato Ciorliero e difendere l'accesso all'altopiano.

/ Le fortificazioni: dai trinceramenti del XVIII secolo alle opere in caverna del Vallo Alpino Occidentale

Per quanto riguarda, invece, lo studio effettuato sui trinceramenti e, più in generale, sulle fortificazioni della Gardetta, la situazione si fa più complessa, soprattutto se si tratta di definire una posizione ben precisa di questi elementi difensivi.
Nonostante praticamente tutte le cartografie prese in analisi ne citino la presenza, segnalandoli anche con i comuni simboli utilizzati per i trinceramenti (linee spezzate che dovrebbero rimandare alla forma a salienti e rientranti), la posizione è piuttosto approssimativa e dipende perlopiù dalla scala e dall'accuratezza della carta. Oltre ciò, in realtà, occorre tenere conto anche delle volontarie omissioni o errori realizzati dai cartografi, nel tentativo di tacitare informazioni legate a luoghi particolarmente "sensibili" come potevano essere forti e campi trincerati.
Nonostante ciò, comunque, si è proceduto nel tentativo di localizzazione di questi manufatti, col proposito di ricercare in loco, sfruttando l'analisi multispettrale (cap. 7), eventuali segni di resti e permanenze, non visibili ad occhio nudo. Per fare ciò, sono state scelte, tra le tante, due carte sufficientemente dettagliate le quali, in una seconda fase di studio, sono state georeferenziate in ambiente GIS, cercando di ritrovare punti omologhi sui quali basare la georeferenziazione sia nelle cappelle, chiese e piloni votivi diffusi nella valle che nella serie di edifici isolati che, seppur con qualche ampliamento, sono perdurati nei secoli.

Tornando, invece, all'analisi cartografica, essa ha messo in evidenza in modo chiaro quanto quei luoghi siano stati storicamente scelti per la costruzione di apparati fortificati, probabilmente per via della breve distanza dal confine francese ma anche per la conformazione naturale dell'altopiano e del passo che formano una sorta di porta d'accesso a porzione dell'alta valle. Se, infatti, a fine Ottocentro, l'area dell'altopiano era stata scelta per la costruzione di un ricovero militare, è altrettanto interessante notare come anche durante il secondo conflitto mondiale la stessa zona di Prato Ciorliero, dove due secoli prima erano stati approntati i trinceramenti della Gardetta, fosse stata sfruttata per la costruzione di tre opere in caverna del Vallo Alpino. Anzi, come ipotizza Sconfienza, è anche altamente probabile che i materiali lapidei utilizzati per la costruzione dei trinceramenti siano stati riutilizzati per il mascheramento delle opere novecentesche che, si ricorda, sono costruite in calcestruzzo ma ricoperte di sassi e rocce di varie dimensioni.

4.4 L'utilizzo del sistema GIS per l'analisi cartografica

04

Per indagare le modalità di trasformazione che hanno caratterizzato la secolare rete viaria presente in Alta Val Maira non è sufficiente solo la semplice lettura della cartografia storica. Questo, infatti, è solo un primo passo per comprendere le radici di tale infrastruttura e un punto di partenza da cui sviluppare l'analisi vera e propria che vedrà, assieme a questi dati storici, anche elementi cartografici moderni e di ultima realizzazione. E' a questo punto che l'avvalersi dell'applicativo GIS (*Geographical Information System*) diventa fondamentale. Esso si configura sia come mezzo attraverso cui far cooperare questi due diversi mondi sia come uno strumento in sé di analisi e risoluzione di problemi.

Come anticipato nel paragrafo 2.2.4, il GIS è dotato di diverse funzionalità che consentono all'operatore la visualizzazione di dati ed elaborazione degli stessi, la creazione di mappe e dati georeferenziati fino all'implementazioni di simulazioni utili alla valutazione di un fenomeno o alle decisioni attorno ad esso.[52]
In questo caso, in particolare, l'applicativo GIS è stato sia l' "ambiente" digitale in cui tutti i dati raccolti sul tema si sono incontrati sia lo strumento che ha permesso l'analisi e la comprensione del processo di trasformazione che ha portato le mulattiere settecentesche ad essere le strade e i sentieri che si conoscono e percorrono oggigiorno.

Dopo la fase di raccolta dati, la parte più lunga del processo di analisi è stata la realizzazione del progetto GIS. C'è da specificare che, in realtà, sono stati creati due diversi progetti: il primo, utilizzato nei paragrafi 1-2, lavora a scala più piccola, concentrandosi sulla dimensione delle valli e della provincia Cuneese; il secondo, invece, si sviluppa su una porzione dell'Alta Valle Maira (e dell' Alta Valle Stura adiacente) e in particolare sull'area della Gardetta, già presentata nel

52 Spanò A.T., 2021, Modellazione di spazi urbani e GIS, Dispense del corso "Atelier finale di progettazione D".

capitolo 4.1 ed è quello in cui sono state sviluppare le diverse analisi di questa tesi. Entrambi hanno visto l'uso del sistema di riferimento delle coordinate EPSG: 32632 – WGS 84 / UTM 32N e lo stesso, per ovvie ragioni, è stato applicato a tutte le carte e i datasets inseriti.

Il progetto a scala maggiore, in particolare, è stato costruito partendo da una serie di shapefile reperiti dal Geoportale della Regione Piemonte, perlopiù derivati dalla BDTRE, Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti Piemontesi, aggiornata al 2022 e dal PPR, Piano Paesaggistico Regionale. I dati raccolti sono stati sfruttati per realizzare una base di informazioni utile a fornire sia un inquadramento geomorfologico (orografia, idrografia) dell'area di interesse che uno amministrativo (ambiti amministrativi comunali, infrastruttura stradale e sentieristica, edifici e toponomastica). Accanto a questi dati vettoriali, poi, sono stati caricati anche degli elementi raster e dei layer WMS e WMTS[53], anch'essi utili a comprendere l'orografia dei luoghi ma anche a visualizzare in modo più immediato i caratteri del territorio e gli elementi che lo caratterizzano. Tra i primi, si ricorda il DTM ICE 2009-2011 con passo 5m mentre, tra i secondi è da citare l'Ortofoto RGB AGEA del 2018, con risoluzione media di circa 30x30 cm2.[54]

Successivamente, si è proceduto all'inserimento di altri dati mirati alle specifiche analisi che si sarebbero poi portate avanti. Nel caso specifico di quella della rete stradale, sono stati ricercati sia dati vettoriali il più aggiornati possibile sulla rete sentieristica dell'alta Valle e sugli itinerari tematici svolti in questi territori, sia dati raster con informazioni di dettaglio sulle strade militari e i loro tracciati.

Per quanto concerne i dati legati alla rete sentieristica, quelli reperiti sono stati di tre differenti tipologie:
- Layer WMS rete sentieristica PPR;
- Shapefile rete sentieristica realizzato dall'Editore Fraternali per la redazione delle proprie carte escursionistiche;
- Shapefiles vari riferiti ai diversi itinerari che sussistono sulla rete sentieristica della regione.

Essi sono stati utilizzati per integrare le informazioni relative alla rete stradale dell'Alta Valle che, rappresentata nel dataset BDTRE, mappava solo una certa parte di tale infrastruttura, tralasciando una buona percentuale di sentieri e percorsi escursionistici di varia fruizione.
In questo modo, quindi, si è ampliato e completato il grafo

53 Si tratta di servizi di accesso che permettono l'accesso ai dati, basato su standard OGC (Open Geospatial Consortium). In particolare, WMS e WMTS sono servizi di consultazione che permettono di visualizzare diversi set di dati.
54 Geoportale Piemonte, servizio ricerca e scarico dati.

stradale che, ai fini dell'analisi, avrebbe dovuto rappresentare lo stato di fatto di quest'infrastruttura. Si è, quindi, passati all'organizzazione dei dati storici e, anche, ad alcune delle cartografie storiche analizzate nel paragrafo precedente.

Si è, innanzitutto, proceduto ad una selezione delle carte da utilizzare, seguendo due parametri. Esse dovevano essere sia rappresentative del periodo di riferimento che realizzate in modo tale da poter essere agevolmente georeferenziate nell'ambiente GIS.
Tra queste, la scelta è ricaduta sui cinque casi (cfr. par. 4.3.1) riportati di seguito:

- *1745-57 / Carta topografica della parte occidentale del Piemonte dalle frontiere del Contado di Nizza sino alla Valle di Lucerna e da Cuneo e Saluzzo sino alle frontiere di Francia (fogli 003838 e 003842);*
- *1881 / Carta topografica d'Italia in scala 1:50.000;*
- *1930 / Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000;*
- *1941 / Situazione mensile opere di difesa e stradali alla data del 30-04-1941, scala 1:100.000;*
- *1955 / Classificazione strade militari al 1955, scala 1:200.000.*

Ognuna di queste ha una scala nominale differente e, per questa ragione e per le relative informazioni contenute, ognuna darà un apporto differente all'analisi. In particolare, la carta del 1930 (quella con la scala di rappresentazione più grande tra le citate) verrà utilizzata per ricostruire i tracciati delle strade militari della Seconda Guerra Mondiale. Le carte datate 1941 e 1955, invece, con scala di rappresentazione più piccola, saranno perlopiù utilizzate per recuperare informazioni legate alla tipologia di strada, alle condizioni e al regime di proprietà delle stesse al concludersi della guerra. Le due carte di metà Settecento e fine Ottocento, infine, forniranno i tracciati delle strade analizzate in relazione a quei due secoli, ovviamente con la precisione data dalla scala nominale e dall'accuratezza delle due cartografie.

Per quanto concerne i tracciati delle strade militari del secondo conflitto mondiale, c'è da fare una precisazione. La carta IGM del 1930, infatti, presenta lo stato delle opere precedente al conflitto e, apparentemente, non fornisce informazioni ulteriori sulle trasformazioni successive. In realtà, però, la catalogazione delle strade effettuata al termine del conflitto ha fatto sì che ad ogni strada fosse associata una scheda di riferimento, contenente uno stralcio di questa stessa carta IGM su cui erano stati rappresentati, seppur a grandi linee, i tracciati delle varie strade. La carta del 1930, quindi, una volta opportunamente georiferita, è stata utile per riferire con maggior precisione gli stralci tratti da suddette schede. Questi, infatti, sprovvisti di cartiglio,

▼ In basso, **Definizione di punti omologhi tra cartografia storica da georeferenziare e datasets già georiferiti.**
In particolare, a sinistra carta del 1745-57 e a destra Ortofoto Agea sovrapposta a shapefile edifici BDTRE.
Elaborazione con software QGis.

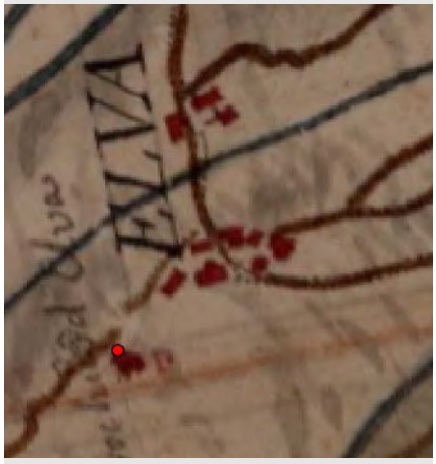
sarebbero stati georeferenziati con minor accuratezza e sfruttando punti omologhi scelti tra gli edifici rappresentati mentre, appoggiando la georeferenziazione alla carta IGM originale, si è sfruttato il sistema di coordinate rappresentato su di essa come riferimento per tale procedura.

Fondamentale appare, quindi, la fase di georeferenziazione della cartografia storica, fornita digitalizzata sia dall'Archivio di Stato che dall'Archivio del Primo Reparto Infrastrutture di



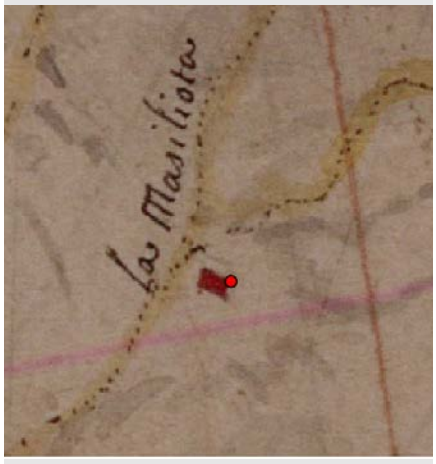
Colle del Preit | Trinceramenti





Elva | Parrocchiale





Viviere (Acceglio) | Grangia Mazzagliera

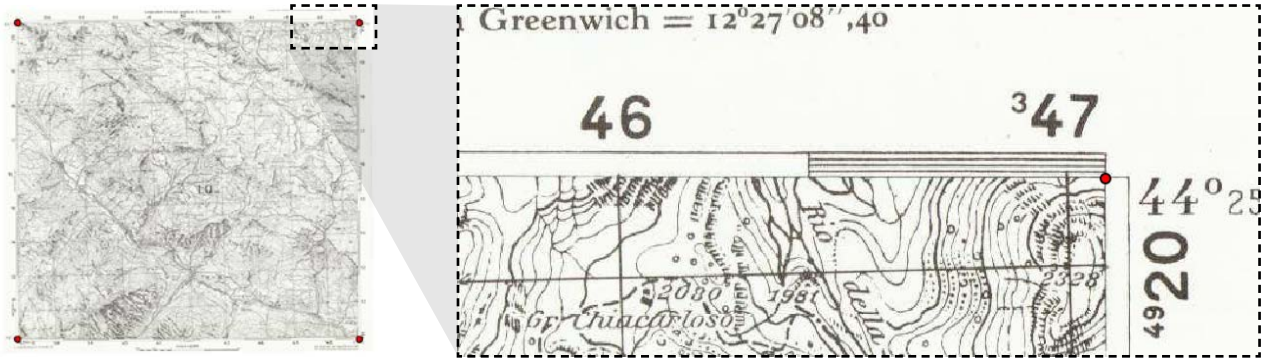


Torino.
Il georeferenziatore è, infatti, uno dei tanti plugin del GIS che permette di *"georeferenziare, ovvero posizionare mappe raster nella posizione corretta dello spazio, in sistemi di coordinate geografiche o proiettate"*[55]. Per fare ciò il sistema attua un confronto dei punti scelti sulla mappa da georeferenziare e dei punti, ritenuti omologhi dall'utente, scelti su una carta/dataset già georiferito. Partendo da queste informazioni e applicando diversi algoritmi, costituiti da equazioni polinomiali, *"la mappa viene traslata, ruotata ed eventualmente deformata per far coincidere i punti individuati con le corrispondenti coordinate assegnate"*[56].
Il numero di punti noti da scegliere cambia in funzione degli algoritmi utilizzati ma il minimo, tendenzialmente, è 3, usato quando si ricorre ad una semplice rototraslazione. Ovviamente, aumentando il numero dei punti di controllo, aumenta anche la precisione della georefenziazione ma ponendo attenzione a non inserirne troppi o si otterà il risultato opposto.

Questo processo è stato applicato su ognuna delle cartografie citate pocanzi anche se, nel caso delle due cartografie IGM, c'è stata una piccola variazione sul procedimento. Esse, infatti, sono dotate di cornice con riportate le coordinate geografiche mentre, nella bandella a lato, sono presenti le stesse coordinate dei quattro vertici della cornice ma nel sistema di riferimento Gauss Boaga. Quest'ultimo particolare fa sì che, sfruttando un software di conversione offerto dal Geoportale Piemonte (ed eventualmente anche i grigliati[57], se ci sono), tali coordinate possano essere convertite nel sistema di riferimento utilizzato nel progetto GIS. Per la georefenziazione di queste carte, quindi, sono sufficienti 4 punti di controllo.

▼ In basso, **Definizione punti di controllo su carta IGM:** in rosso gli spigoli del reticolo delle coordinate da utilizzare per la georeferenziazione della carta.

Elaborazione con software QGis.



Tornando, invece, al procedimento basato su numerosi punti omologhi che deformano il raster per adattarlo ai punti di riferimento utilizzato, per le altre carte sprovviste di reticolo

55 Brancucci G., Marin V., Salmona P., 2016, Dispense per l'uso del software QGIS per il corso "Laboratorio di geomorfologia applicata". Università degli Studi di Genova.
56 Ibidem.
57 Set di punti di coordinate cartografiche note, forniti da IGM.

di coordinate, la scelta dei punti è stata effettuata seguendo dei parametri differenti. Nel caso della carta di Sottis del 1745-57, i punti sono stati scelti prendendo in considerazione edifici e/o manufatti che per loro natura non sono soggetti



▶ A destra, **Stralcio da finestra Georeferenziatori con dati input:** tipo di trasformazione, metodo di ricampionamento e SR di riferimento di destinazione.

Fonte: Screenshot Software QGis.

a trasformazioni o demolizioni, come chiese, luoghi di culto o anche piloni votivi. Essendo, però, la Gardetta un luogo piuttosto distante da centri abitati di qualsiasi genere (i più vicini sono Preit e la borgata Viviere), per avere dei punti di controllo equamente distribuiti, sono stati sfruttati anche edifici singoli sparsi sui vari versanti che, nei secoli, sono



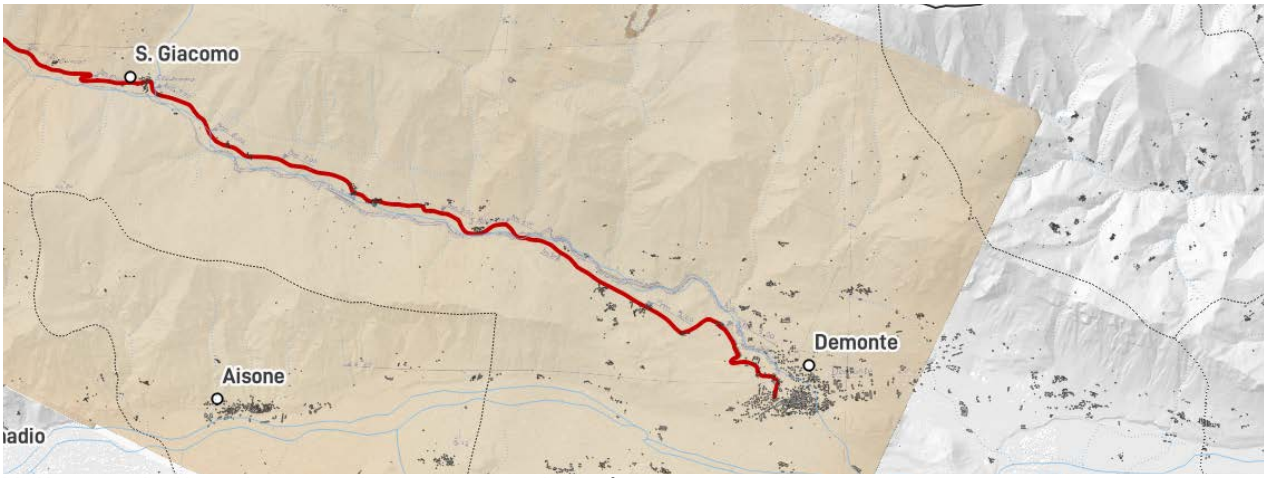
▶ A destra, **Vettorializzazione di tracciato Gardetta - Demonte.** In rosso, file .shp e, sullo sfondo, carta IGM con tracciato storico.

Elaborazione con software QGis.

rimasti perlopiù invariati e che, proprio per via del loro isolamento, sono stati rilevati con una certa accuratezza.
In totale, sono stati utilizzati 40 punti e una trasformazione TPS (Thin plate spline) con metodo di ricampionamento lineare.

Una volta effettuata la georeferenziazione di tutte le 5 cartografie riportate, si è passati alla georefenziazione degli stralci di IGM tratti dalle schede di riferimento delle strade militari. Anche in questo caso sono stati scelti dei punti di controllo che trovavano i loro corrispondenti nella carta IGM del 1930.
Un documento, invece, differente da quanto riportato finora è la planimetria del progetto di *"miglioramento alla carrareccia tipo C, Demonte – Gardetta per renderla percorribile alle artiglierie di grosso calibro"*[58] datato 1939.

58 Copia parere del Comando del Genio circa il progetto di massima per i lavori miglioramento alla carrareccia di tipo C, Demonte – Gardetta; 15 febbraio 1939, conservata presso l'Archivio del Primo Reparto Infrastrut-



▲ In alto, **Vettorializzazione di tracciato Gardetta - Demonte da Progetto di miglioramento del 1939.** In rosso, file .shp e, sullo sfondo, fogli di progetto con tracciato a penna e punti di riferimento.

Elaborazione con software QGis.

L'allegato 1 alla relazione di progetto, infatti, è costituito da una corografia al 25.000 riportante i vari tratti della strada militare e lo stato dei lavori. La georeferenziazione di questo documento, suddiviso in tre fogli ricongiunti grazia al software Photoshop, è stata particolarmente facilitata dal fatto che buona parte della strada rappresentata è ancora oggi esistente e il tracciato è facilmente riconoscibile.
Per questo motivo, la georeferenziazione è avvenuta scegliendo punti di controllo distinguibili in modo netto sulla strada, tendenzialmente nei pressi di curve o nelle vicinanze di centri abitati.

Terminata effettivamente la fase di georefenziazione di tutte le fonti e le cartografie storiche, lo step successivo è stato quello di vettorializzare una parte delle informazioni in esse contenute. In particolare, si è provveduto al tracciamento su file .shp dei percorsi di tutte le strade militari riportate nelle schede fornite dal Primo Reparto Infrastrutture, per poi concentrarsi sulle due strade Acceglio – Gardetta e Demonte – Gardetta. Di queste ultime due, nel dettaglio, è stato effettuata la vettorializzazione dei tracciati riferiti alle carte del 1745, del 1881 e del 1930. Si ha, quindi, un totale di dieci tracciati (cinque per ognuna delle due strade) da confrontare con quello odierno, derivato dallo shapefile della viabilità da BDTRE e dal layer sentieri del PPR.

Una volta definito e organizzato il progetto gis e la base di dati propedeutica all'analisi, si è poi proceduto con l'indagine vera e propria.
Una prima parte è stata definita dalla realizzazione di carte d'insieme della rete viaria dell'alta Val Maira, con lo scopo di avere un quadro complessivo dei cambiamenti che hanno interessato questi luoghi nei secoli.
In merito a questa prima analisi, concentrandosi in particolare sulle strade militari progettate e realizzate durante il Secondo Conflitto Bellico, è stata realizzato una dataset contenente informazioni riguardo la numerazione pre e

ture di Torino.

/ Legenda attributi **Shapefile strade miliari (cfr. par. 4.5.1)**

Num_SGM	Numero d'ordine utilizzato per identificare la strada durante il periodo bellico
Num_postSGM	Numero d'ordine utilizzato per identificare le strade dopo il conflitto (schedatura post-bellica dei dati sulle strade)
Descr	Descrizione della strada tramite inizio e fine del percorso (a volte anche tappe intermedie)
Tipo_7100[1]	Tipologia di strada in riferimento alla catalogazione da Circolare 7.100 *Tipo B* *Tipo C* *Tipo D* *Tipo E* *s.f.: nessuna fonte disponibile* *_ : non ancora progettata*
Tipo_42.240[2]	Tipologia di strada in riferimento alla catalogazione da Circolare 42.240 (con qualche variazione non databile) *Secondaria semplice transito* *Carrellabile* *Mulattiera* *s.f.: nessuna fonte disponibile*
Tipo_post1950	Tipologia di strada in riferimento alla catalogazione effettuata post 1950 *Strada semplice transito* *Carrareccia* *s.f.: nessuna fonte disponibile*
Opere	Numero di ponti presenti lungo il percorso
Largh	Larghezza della carreggiata
Pend	Pendenza massima del tragitto
Lungh	Lunghezza dell'intera strada in chilometri
Dest_fut	Destinazione futura, post smantellamento sistema difensivo Vallo Alpino

1 cfr. par. 4.2.3
2 cfr. par. 4.2.3

post bellica, la nomenclatura, la tipologia, lunghezza del percorso, larghezza della carreggiata, pendenza massima e le modalità di cessione o mantenimento attuate durante la fase di smantellamento del Vallo Alpino (cfr. pg. successiva).

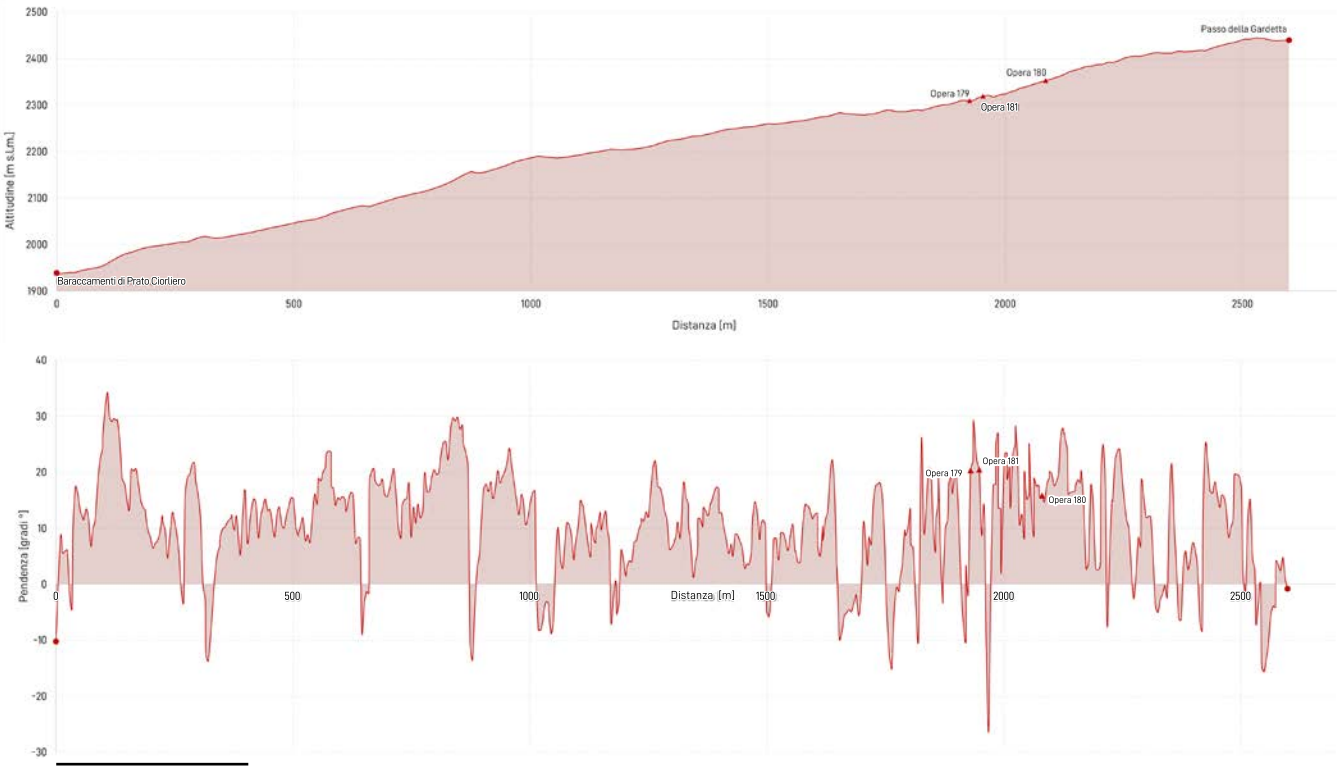
La seconda parte di indagine, invece, ha previsto lo studio approfondito dei tracciati delle due strade scelte come caso studio (cfr. par. 4.3.2), ovvero Acceglio – Gardetta e Demonte – Gardetta, volto alla comprensione delle trasformazioni tipologiche (es. da strada mulattiera a carrellabile) che hanno incrementato la fruibilità dell'area. Accanto a ciò, come già ricordato nei paragrafi precedenti, è stato anche svolto un tentativo di analisi volto a valutare se nel corso dei decenni sia stata adottata una strategia di ottimizzazione del percorso„ chiaramente condizionata e circoscritta dai limiti derivati da scala nominale e accuratezza delle carte utilizzate.

/ Le sezioni del terreno

Fondamentale per tracciare i profili altimetrici delle strade analizzate è stato il plugin qProf, realizzato per la creazione di profili di elevazione e pendenza 2D e 3D, a partire da uno o più DEM.[59]
Questo plugin, oltre alla sua applicazione standard per estrarre profili topografici di determinati territori, può essere sfruttato per realizzare profili altimetrici e di pendenza di tracciati, sentieri e strade. Il plugin, inoltre, a differenza di altri

▼ In basso, **Profilo di elevazione e pendenza della mulattiera Prato Ciorliero-Gardetta.**

Elaborazione con software QGis.



59 Spanò A.T., 2021, op. cit.

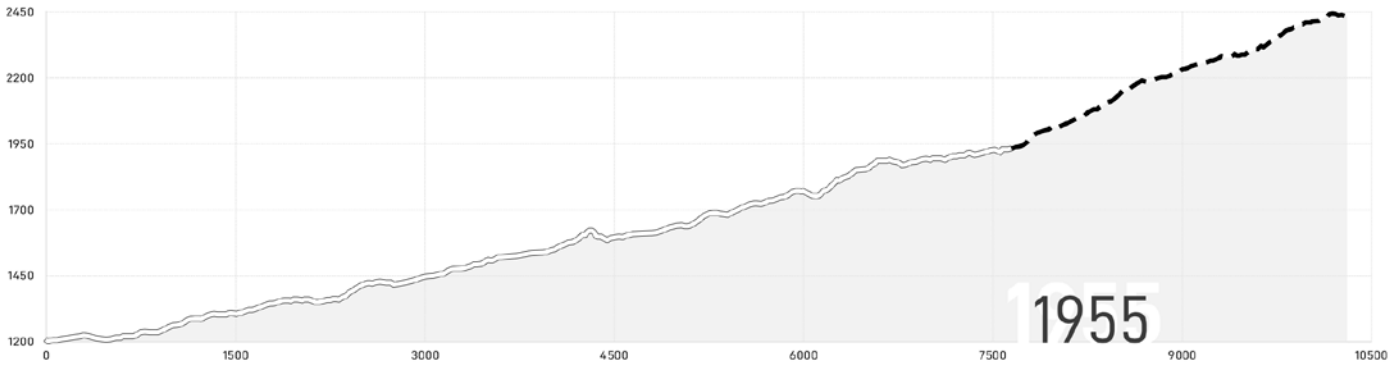
▼ In basso, **Profilo di elevazione con analisi tipologica strada Demonte-Gardetta nei secoli: da mulattiera a strada militare fino ad oggi.**

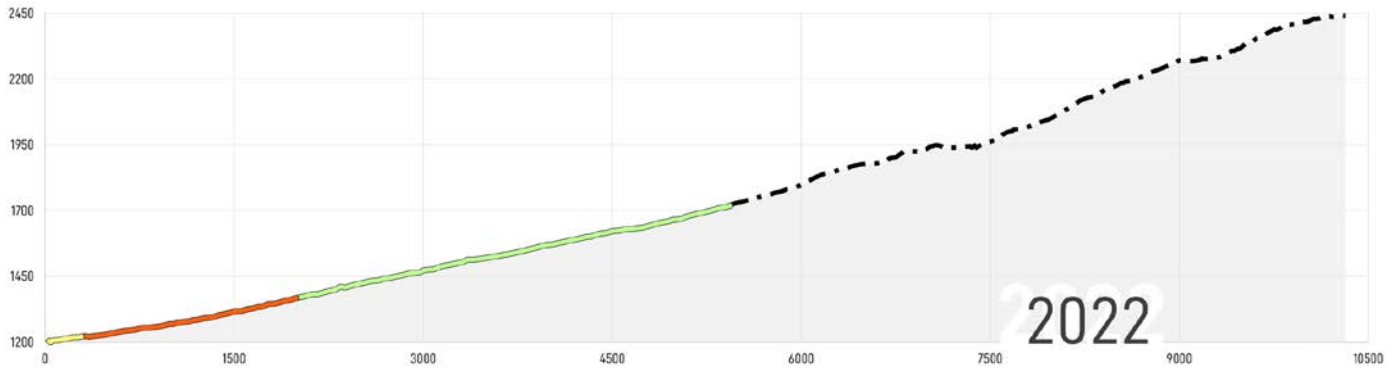
Elaborazione con software QGis.

simili, permette di incrociare i dati del DEM con altri shapefile (oltre a quello contente la traccia del profilo da analizzare) e, quindi, riproiettare su risultante profilo altimetrico anche altre informaziozioni, come può essere l'uso del suolo.

Per ottenere un profilo di elevazione e pendenza è, innanzitutto, necessario definire uno shapefile con la traccia da analizzare, che, nel caso di questa tesi, saranno i due tracciati delle strade da studiare. Successivamente si passerà alla definizione del DEM; quello scelto è il DTM ICE 5m, già citato a inizio capitolo. Avviata l'analisi, essa ha restituito i profili altimetrici e delle pendenze delle strade. (cfr. cap. 4.6)

Per quanto, invece, concerne lo studio tipologico, è stato sufficiente proiettare sul tracciato della strada lo shapefile appositamente realizzato in cui erano state indicate le varie informazioni sulla tipologia di percorso.
Questo procedimento, ripetuto per ogni tracciato-tipo, ha permesso di realizzare un confronto tra i vari percorsi al fine di capire come e quando siano effettivamente stati messi in atto dei progetti volti al miglioramento della strada in analisi e della sua fruizione.





4.5 La rete viaria dell'Alta Val Maira

04

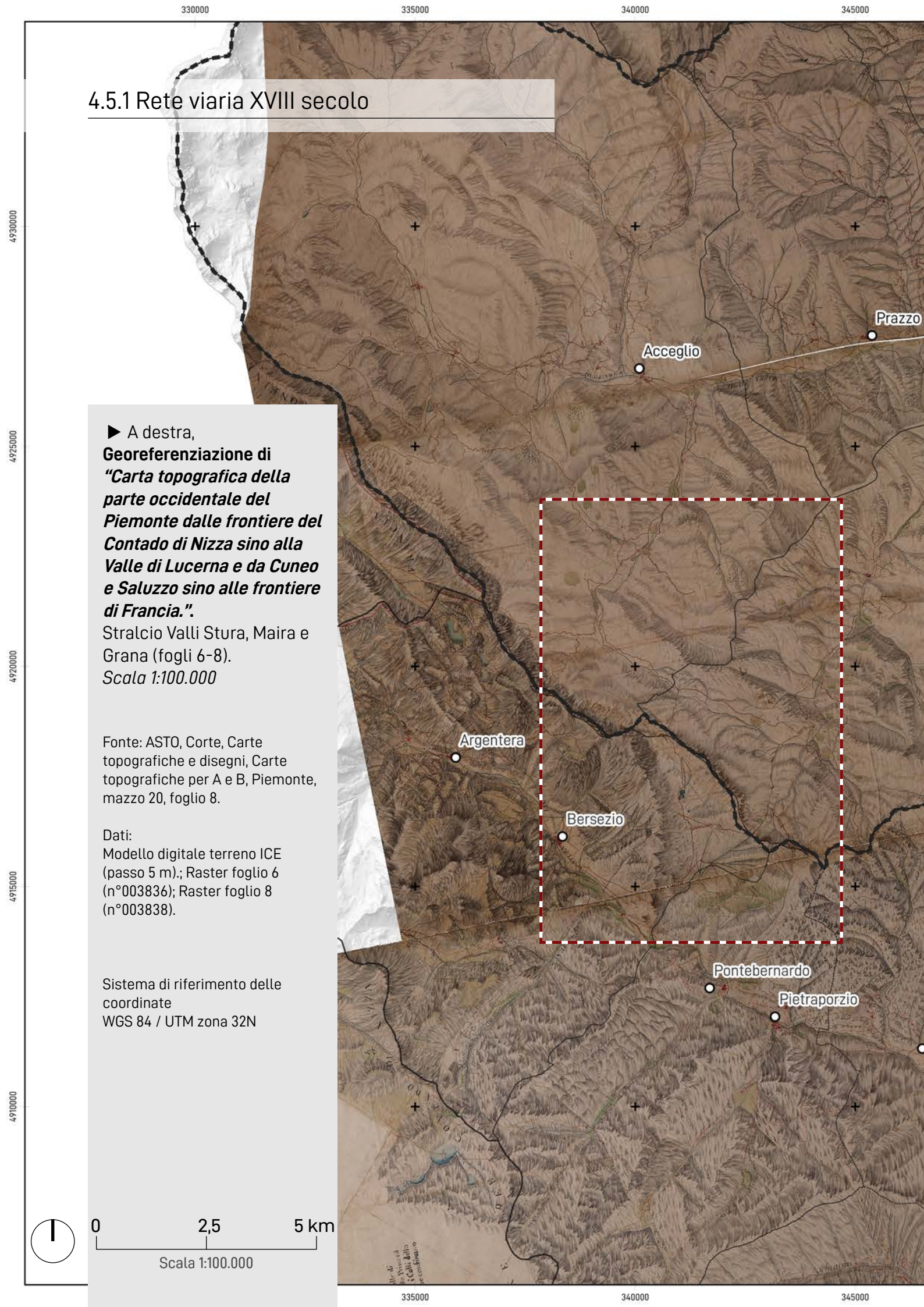
Nei paragrafi che seguiranno, saranno presentate una serie di carte con l'obiettivo di rappresentare, entro i limiti delle fonti in possesso, lo stato della rete viaria dell'Alta Valle Maira. In particolare, lavorando su due scale differenti, si analizzeranno sia i collegamenti intervallivi tra le tre valli Maira, Varaita e Stura che lo snodo viario della Gardetta, fondamentale soprattutto per lo stretto legame con la Valle Stura.

In ogni paragrafo sarà trattato un secolo differente e, attraverso le carte georeferenziate, si cercherà di rappresentare la rete stradale e le condizioni dei tracciati realizzati e presenti fino a quel momento. Ovviamente la situazione presentata sarà strettamente legata alla cartografia in analisi, scelta come rappresentativa di quel secolo.

Nel caso particolare del paragrafo 4.5.3, oltra a ciò, è stato realizzato un accurato studio di catalogazione e vettorializzazione dei tracciati delle strade militari realizzate nelle alte valli Maira e Stura (di quelle la cui documentazione non è andata dispersa), tracciando, attraverso gli anni, che tipologia di opere fossero e con quali caratteristiche fossero state progettate. Il tutto, ovviamente, in relazione anche alle Circolari emanate dal Ministero della Guerra.

L'ultimo paragrafo, invece, presenta la situazione attuale dell'alta valle e, in particolare, attraverso un rapido confronto con le carte precedenti, permette di comprendere quale sia stato il cambiamento generale avvenuto nei secoli rispetto proprio alla rete stradale. Proprio questa, inoltre, verrà analizzata per comprenderne i suoi limiti d'estensione e, soprattutto, quanto incidano nei collegameni delle alte valli i tracciati e percorsi della rete sentieristica.

4.5.1 Rete viaria XVIII secolo



► A destra,
Georeferenziazione di *"Carta topografica della parte occidentale del Piemonte dalle frontiere del Contado di Nizza sino alla Valle di Lucerna e da Cuneo e Saluzzo sino alle frontiere di Francia."*.
Stralcio Valli Stura, Maira e Grana (fogli 6-8).
Scala 1:100.000

Fonte: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, Carte topografiche per A e B, Piemonte, mazzo 20, foglio 8.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m).; Raster foglio 6 (n°003836); Raster foglio 8 (n°003838).

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N


Legenda
Confini
Confine Valle Maira con Valle Stura e Grana
Confine delle tre valli citate con la Francia
Viabilità
Strade carreggiabili
Strade da cavallo
Strade da pedoni
Altri simboli
Cappelle e piloni votivi
Edifici e Molini
Croci di legno
Fontane
Altro
Valle Maira
Elva
Stroppo
Macra
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Pradleves
Castelmagno
Campomolino
S.Magno
Scaletta
S. Giacomo
Sambuco
Demonte
Aisone
Vinadio
Pianche
350000
355000
360000
365000
4960000
4959250
4958500
4957750
4957000


338000
340000
342000
344000
4924000
4922000
4920000
4918000
4916000
4914000
Passo della Gardetta
Bersezio
0
0,5
1 km

A metà del XVIII secolo per la Valle Maira la strada carreggiabile era più che un miraggio. Essa, infatti, si interrompeva al limitare della pianura e all'imbocco della valle, fermandosi al piccolo centro di Cartignano. Tuttavia, nonostante questo grande limite, la valle non era isolata: se i collegamenti con la piana cuneese erano scarsi e piuttosto distanti, una vasta rete di strade percorribili a cavallo (in rosso nella carta) o a piedi (in giallo) innervavano l'intera vallata, innestandosi alle reti stradali di quelle vicine.

Come dimostra la carta del 1745-57, opportunamente georeferenziata, proprio queste mulattiere e sentieri erano il punto di forza di questi luoghi che, nonostante la morfologia e le condizioni climatiche, erano collegati in modo piuttosto efficiente, seppur non usufruendo di vere e proprie infrastrutture stradali.
Alla situazione della Valle Maira, in realtà, si oppone quella lievemente più felice della Stura di Demonte. Essa, grazie all'importanza derivata dall'omonimo forte e dal valico della Maddalena verso la Francia, è stata dotata nei secoli precedenti di un collegamento preferenziale con la pianura e le capitali del ducato sabaudo e, a metà Settecento, la sua popolazione poteva, perciò, usufruire del grande vantaggio costituito dalla strada carreggiabile che si spingeva fino a Demonte.
Sono proprio le sorti del ducato e le continue guerre a cui prese parte in questo secolo che definirono e incrementarono anche i collegamenti tra le due valli appena citate.

Come ricordato nel paragrafo 4.2.1, il legame tra i forti pedemontani e i trinceramenti posti più in quota era di fondamentale importanza per ottenere un efficare sistema difensivo. Questo collegamento, nel caso delle valli Maira e Stura, era definito da una mulattiera che connetteva, nel suo percorso, caposaldi come la Gardetta e il Colle del Preit direttamente con Demonte. Da questa stessa mulattiera, in realtà, dipartivano tutta un'altra serie di collegamenti diretti a sud-est verso i trinceramenti della Montagnetta e delle Barricate, altri punti caldi del sistema fortificato in attività nel XVIII secolo.

In realtà, citare questi collegamenti è piuttosto riduttivo. In effetti, la Gardetta può essere considerata a tutti gli effetti uno snodo dove convergevano (e convergono) diverse strade che permettono di raggiungere sia la vicina Valle Stura a sud che, attraversando trasversalmente la Valle Maira, la Valle Varaita a nord. In effetti, questo genere di collegamenti trasversali alla vallata era quello più comune e in uso in questo periodo storico. Infatti, seppur con pendenze piuttosto elevate e variabili, permettevano spostamenti celeri tra i due versanti e tra le stesse valli, evitando i percorsi più lunghi

◀ A sinistra, Stralcio di **Georeferenziazione di *"Carta topografica della parte occidentale del Piemonte dalle frontiere del Contado di Nizza sino alla Valle di Lucerna e da Cuneo e Saluzzo sino alle frontiere di Francia."*.**
Scala 1:40.000

Fonte: ASTO, Corte, Carte topografiche e disegni, Carte topografiche per A e B, Piemonte, mazzo 20, foglio 8.

Legenda

Confini
- Confine Valle Maira con Valle Stura e Grana
- Confine delle tre valli citate con la Francia

Viabilità
- Strade carreggiabili
- Strade da cavallo
- Strade da pedoni

Altri simboli
- Cappelle e piloni votivi
- Edifici e Molini
- Croci di legno
- Fontane

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m).; Raster foglio 6 (n°003836); Raster foglio 8 (n°003838).

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

di fondo valle, costituiti anch'essi da mulattiere. Il tempo, infatti, era un elemento imprescindibile negli spostamenti e, soprattutto in condizioni climatiche non proprio favorevoli come quelle invernali, scegliere il percorso più breve diventava fondalmentale anche per la sopravvivenza.

Ciò che, invece, è emerso dalla georeferenziazione della carta in analisi e dal confronto con i dataset odierni, è una forte permanenza di edifici e strade che, a distanza di tre secoli, sono ancora facilmente riconoscibili. Infatti, molte delle grange più isolate, così come le cappelle e i piloni sparsi sulla valle sono ancora esistenti, con i loro secoli di storia alle spalle, fungendo da punti di riferimento su quella vasta rete di intercomunicazione costituita da mulattiere e sentieri.
Queste ultime, infatti, seppur non sempre sovrapponibili ai tracciati ancora esistenti, sono una chiara testimonianza delle lontane origini delle strade che si percorrono ancora oggi, le quali non si fermano nel Settecento ma, bensì, sono sicuramente più lontane e radicate nel vissuto di quei luoghi.

4.5.2 Rete viaria XIX secolo

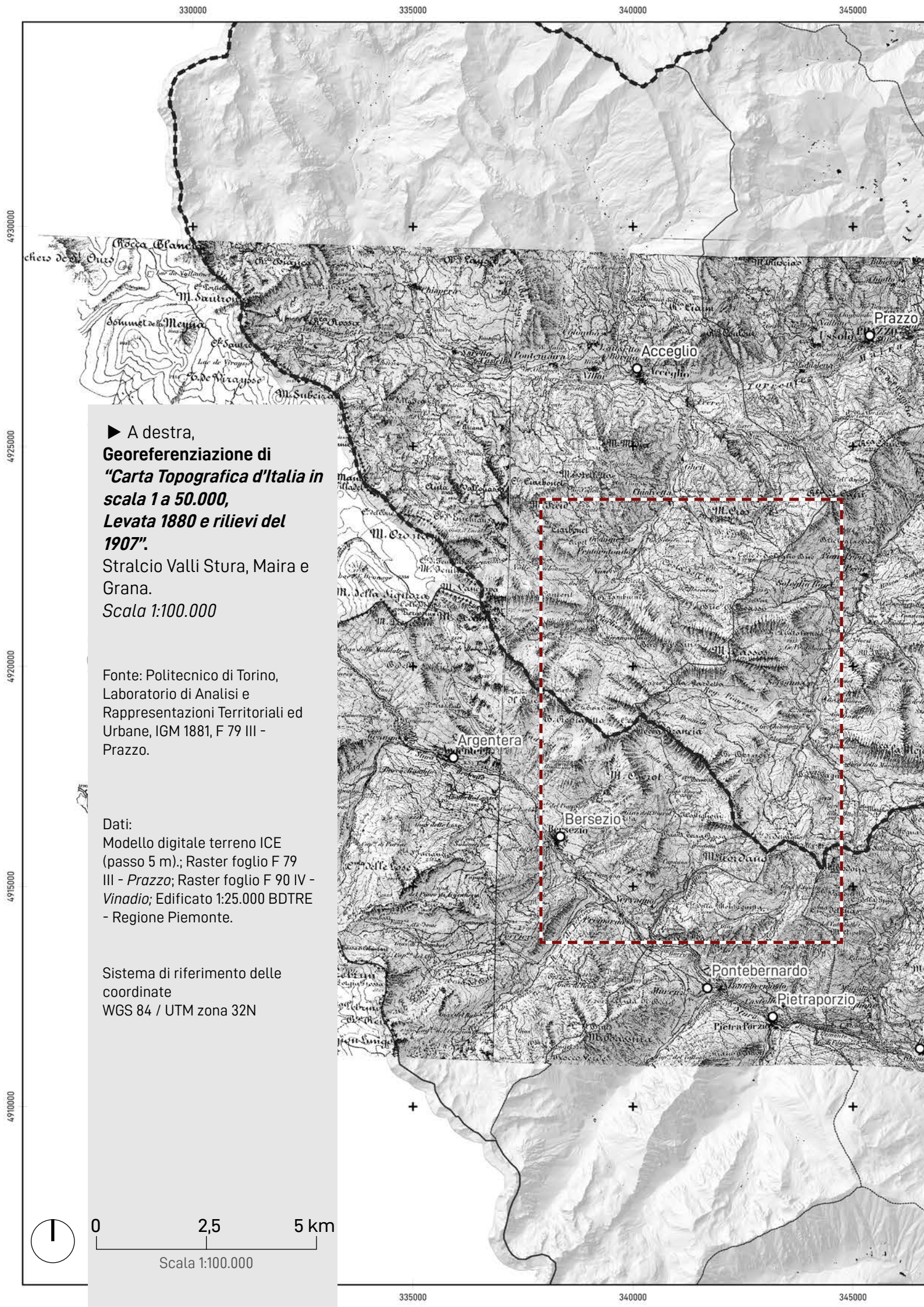
Un secolo dopo la situazione delle alte valli è rimasta pressoché invariata tranne per un unico dettaglio: la strada di fondovalle. Sia nel caso della Stura di Demonte che della Maira, infatti, il 1800 vide finalmente un prolungamento di quella vecchia carreggiabile che, fino al secolo precedente, era solo un moncherino fermo all'imbocco delle vallate.
Essa, infatti, in entrambe le aree, alla fine del XIX secolo, si estendeva per tutta la lunghezza delle valli, seguendo il percorso già tracciato dai fiumi principali e raggiungeva tutte le comunità a quote più basse e situate proprio nei pressi del corso d'acqua. In realtà, però, la situazione era ben diversa e la causa è da ricercare nelle condizioni in cui versava questa strada, le quali lasciavano addirittura pensare che la trasformazione in "strada comunale", citando G. Casalis, non fosse altro che legata alla toponomastica.

Infatti *"Cotale strada per altro non puossi praticare coi carri oltre il luogo di S. Damiano, donde ascendendo, i trasporti si fanno tutti a schiena d'asini e di muli. La comunicazione fra le due rive del Maira, se pure si eccettui lo stupendo ponte di Dronero e quello di Acceglio, è mantenuta da non solidi ponti in legno, i quali all'ingrossare delle acque ne vengono, pressochè in ogni anno, distrutti"*[60] .

Almeno quindi, fino a metà del XIX secolo, nonostante la "nuova" strada di fondovalle, le comunicazioni in Alta Maira continuavano sulla scia delle vecchie mulattiere, la cui accurata rappresentazione nella carta IGM del 1907 sottolineava proprio l'importanza e il rilievo dato a questa rete di collegamenti.

Essa, infatti, alla fine del secolo, costituiva ancora una connessione fondamentale tra le alte valli e il fondo ma, soprattutto, non aveva mai perso la sua valenza militare nella connessione delle diverse posizioni difensive. Da quelle settecentesche, infatti, si stava lentamente passando a un apparato del tutto nuovo, di cui i ricoveri della Gardetta e della Bandia sono ancora un esempio esistente. Proprio questi, infatti, nel collegamento con con Demonte, sfruttavano ancora la stessa mulattiera già esistente nel XVIII secolo e che rimarrà tale almeno fino al primo quarto di quello successivo.

60 Casalis G., 1842, op. cit.

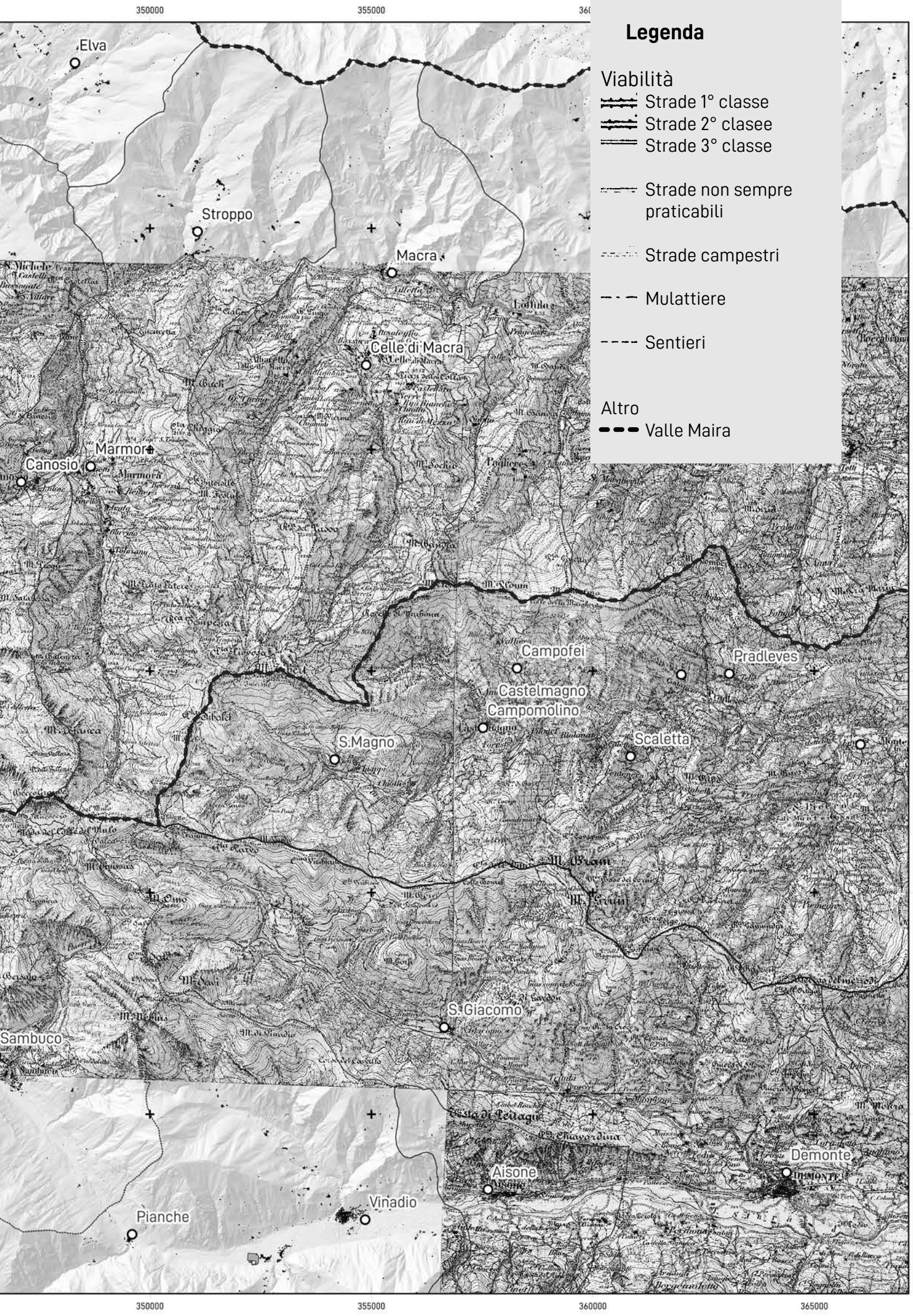


► A destra,
Georeferenziazione di *"Carta Topografica d'Italia in scala 1 a 50.000, Levata 1880 e rilievi del 1907"*.
Stralcio Valli Stura, Maira e Grana.
Scala 1:100.000

Fonte: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1881, F 79 III - Prazzo.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m).; Raster foglio F 79 III - *Prazzo*; Raster foglio F 90 IV - *Vinadio;* Edificato 1:25.000 BDTRE - Regione Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N


Legenda
Viabilità
Strade 1° classe
Strade 2° clasee
Strade 3° classe
Strade non sempre praticabili
Strade campestri
Mulattiere
Sentieri
Altro
Valle Maira
Elva
Stroppo
Macra
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Pradleves
Castelmagno
Campomolino
Scaletta
S.Magno
S.Giacomo
Sambuco
Demonte
Aisone
Vinadio
Pianche
350000
355000
360000
365000
4930000
4925000
4920000
4915000
4910000



▶ A destra, Stralcio di **Georeferenziazione di *"Carta Topografica d'Italia in scala 1 a 50.000, Levata 1880"*.** *Scala 1:40.000*

Fonte: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1881, F 79 III - Prazzo.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m).; Raster foglio F 79 III - *Prazzo*; Raster foglio F 90 IV - *Vinadio*.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

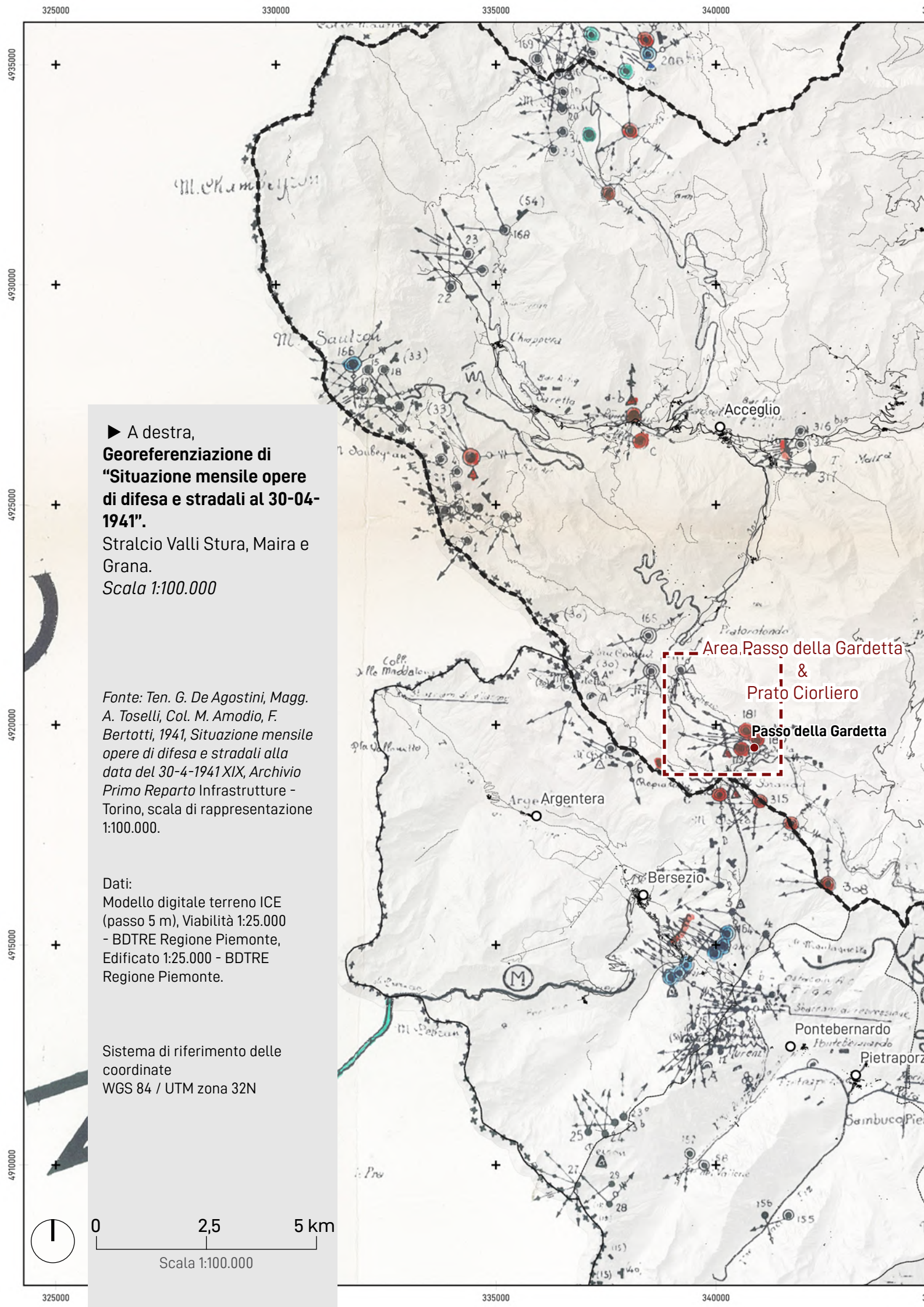
4.5.3 Strade del Vallo Alpino e conversioni d'uso

La prima metà degli anni '30 del XX secolo vide buona parte degli stati europei impegnati a riorganizzare le proprie difese e organizzare, lungo i confini, nuovi e moderni apparati difensivi. Tra queste compare anche l'Italia fascista che, in vista della guerra imminente, si premurò di riorganizzare i sistemi difensivi su tutto l'arco alpino, dando vita ad un vasto progetto che venne poi chiamato Vallo Alpino del Littorio. Esso, diviso in tre macro aree e suddiviso in settori di copertura (cfr. cap. 5.1), era costituito da numerose strutture fortificate scavate nella roccia delle Alpi, dette "opere in caverna", tutte interconnesse grazie ad una fitta rete di strade e mulattiere militari.

Questa rete, ovviamente, non sorse da un giorno all'altro né tantomeno era di nuova progettazione. In un periodo in cui sia le materie prime che i fondi per la guerra scarseggiavano, questo grande apparato bellico venne pensato e progettato tenendo fortemente conto di tali limiti e, per questa ragione, si tentò di riutilizzare il più possibile dei sistemi fortificati precedenti, adattandoli alle nuove necessità.
Così come molte delle strutture ottocentesche vennero recuperate e riportate in funzione, vedasi il caso dei ricoveri della Gardetta, un destino simile fu quello che attese le vecchie strade miliari e anche le mulattiere "civili". Quest'ultime, in particolare, furono oggetto di una riconversione da semplici strade percorribili con bestie da soma a strade militari tendenzialmente con fondo artificiale, opportunamente dotate di canali di scolo delle acque, ponti ed eventualmente di paracarri, utili al transito di mezzi pesanti e salmerie.

Tranne per le strade le cui condizioni ne permettevano l'uso così com'erano, solitamente il Genio Militare si occupava di redarre un progetto di trasformazione della mulattiera esistente in una strada della tipologia definita dal ministero della Guerra. Come avvenne nel caso del progetto per la strada militare 194 Acceglio – Prato Ciorliero, il progetto finale derivava da una serie di compromessi tra il Genio Militare di Cuneo e suddetto ministero, i quali avrebbero deciso la tipologia finale della nuova strada, incentivando, dove possibile, di sfruttare la sede e il percorso della vecchia mulattiera al fine di ridurre i costi di costruzione.[61] Con la pubblicazione delle diverse circolari e aggiornamenti sulle tipologie stradali, nel corso di pochi anni una stessa via poteva essere definita *tipo C* così come *secondaria semplice transito* o *carrellabile* adeguandosi, appunto, ai dettami del ministero della Guerra. Ciò che non cambiava, comunque, era il suo tracciato e, in generale, la larghezza della carreggiata,

61 Boglione M., 2008, Le strade dei cannoni – In pace sui percorsi di guerra, Blu Edizioni srl, pg. 141-142.

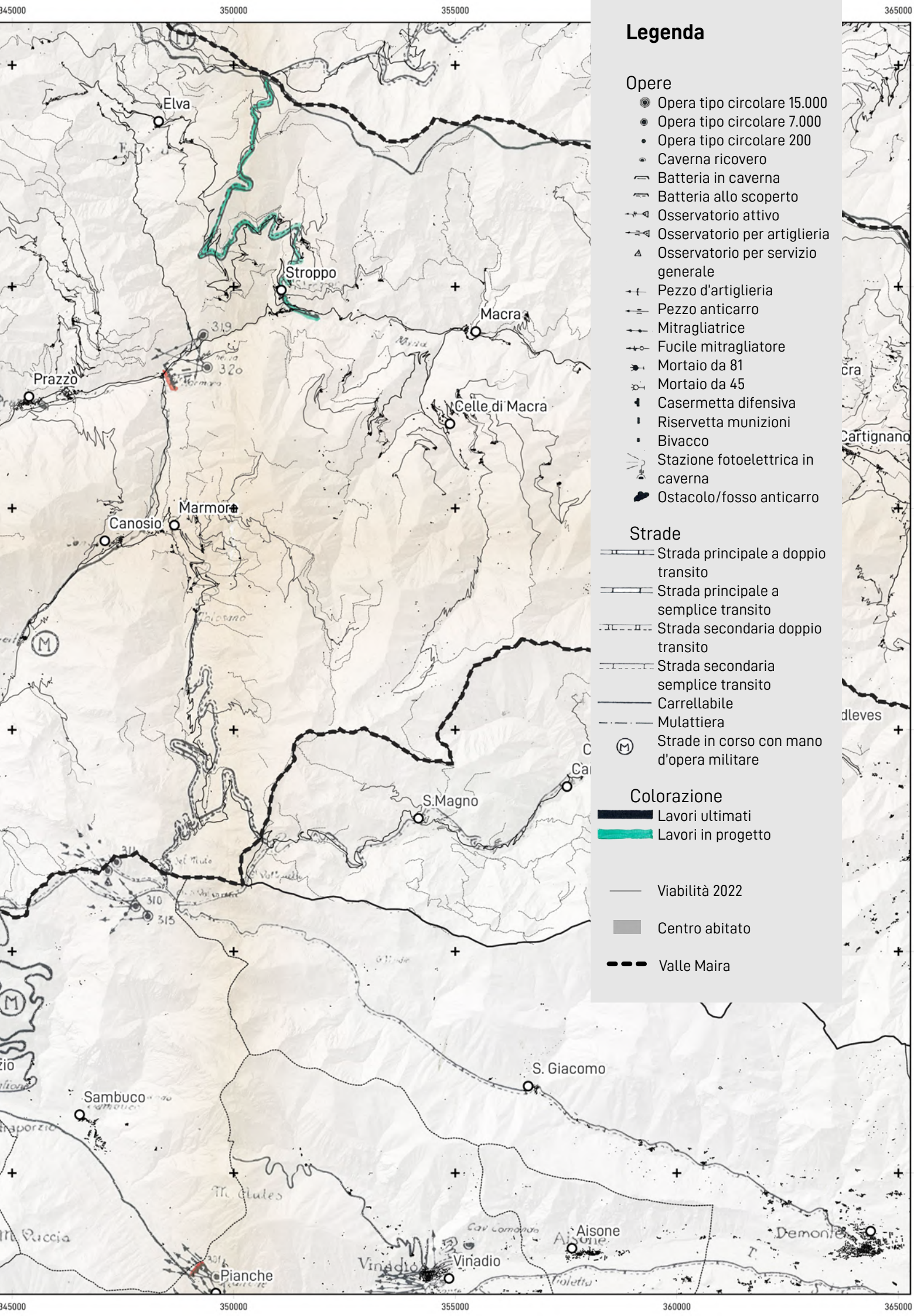


▶ A destra,
Georeferenziazione di "Situazione mensile opere di difesa e stradali al 30-04-1941".
Stralcio Valli Stura, Maira e Grana.
Scala 1:100.000

Fonte: Ten. G. De Agostini, Magg. A. Toselli, Col. M. Amodio, F. Bertotti, 1941, Situazione mensile opere di difesa e stradali alla data del 30-4-1941 XIX, Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino, scala di rappresentazione 1:100.000.

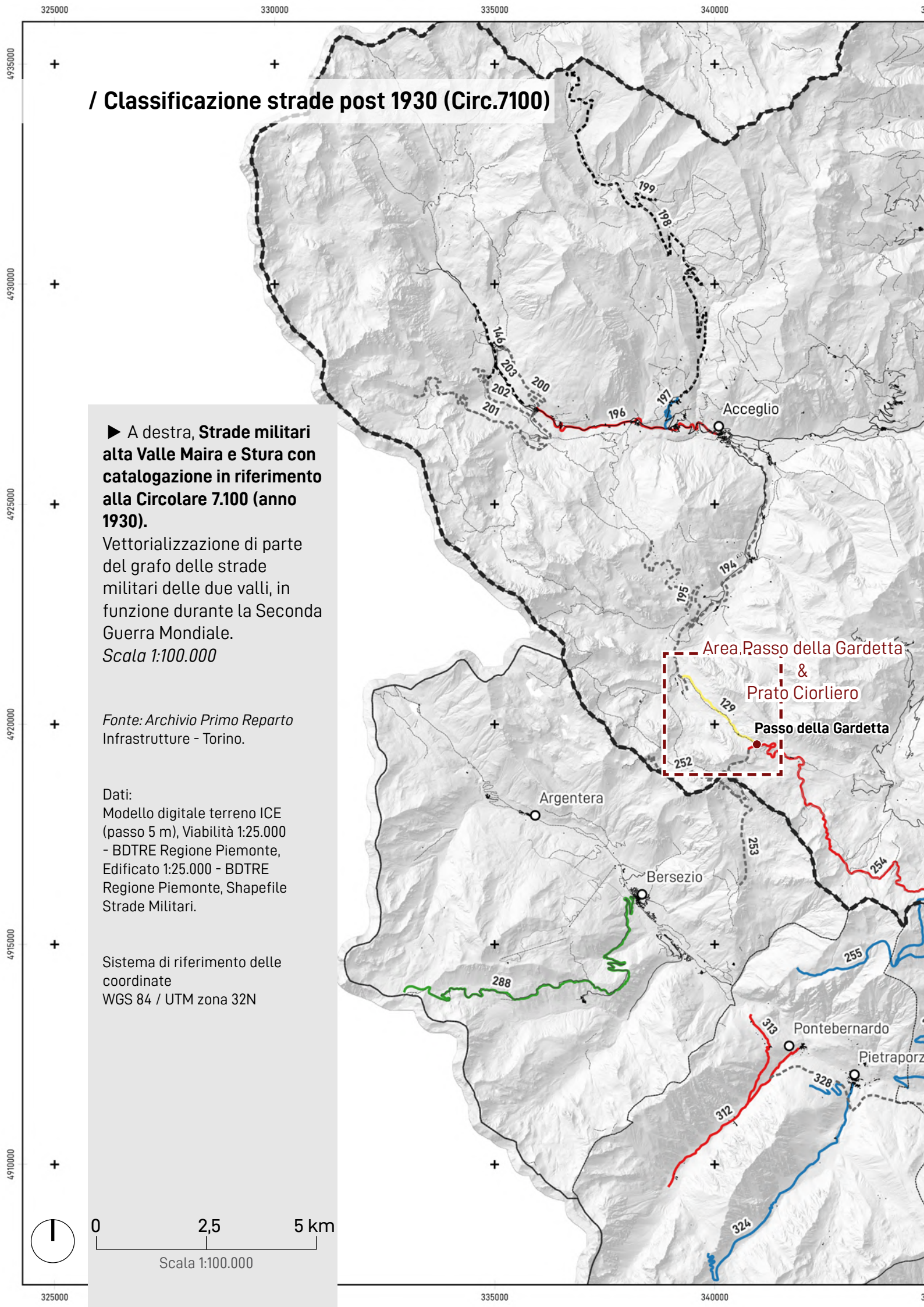
Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



345000
350000
355000
365000
4935000
4930000
4925000
4920000
4915000
4910000
Elva
Stroppo
Macra
Prazzo
Celle di Macra
Marmora
Canosio
S.Magno
S. Giacomo
Sambuco
Aisone
Vinadio
Pianche
Demonte
Cartignano
319
320
310
315
Legenda
Opere
Opera tipo circolare 15.000
Opera tipo circolare 7.000
Opera tipo circolare 200
Caverna ricovero
Batteria in caverna
Batteria allo scoperto
Osservatorio attivo
Osservatorio per artiglieria
Osservatorio per servizio generale
Pezzo d'artiglieria
Pezzo anticarro
Mitragliatrice
Fucile mitragliatore
Mortaio da 81
Mortaio da 45
Casermetta difensiva
Riservetta munizioni
Bivacco
Stazione fotoelettrica in caverna
Ostacolo/fosso anticarro
Strade
Strada principale a doppio transito
Strada principale a semplice transito
Strada secondaria doppio transito
Strada secondaria semplice transito
Carrellabile
Mulattiera
Strade in corso con mano d'opera militare
Colorazione
Lavori ultimati
Lavori in progetto
Viabilità 2022
Centro abitato
Valle Maira

/ Classificazione strade post 1930 (Circ.7100)



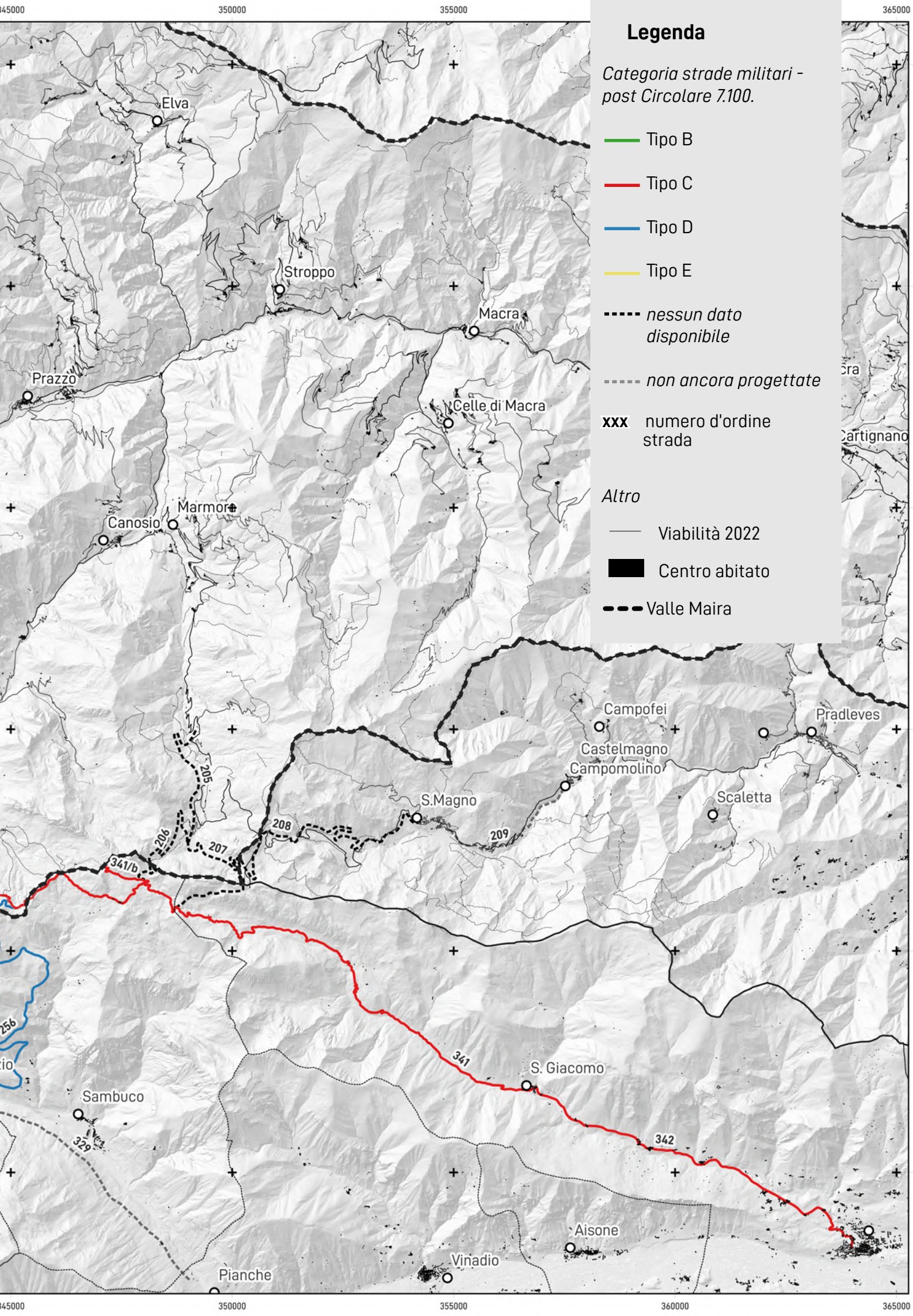
▶ A destra, **Strade militari alta Valle Maira e Stura con catalogazione in riferimento alla Circolare 7.100 (anno 1930).**
Vettorializzazione di parte del grafo delle strade militari delle due valli, in funzione durante la Seconda Guerra Mondiale.
Scala 1:100.000

Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

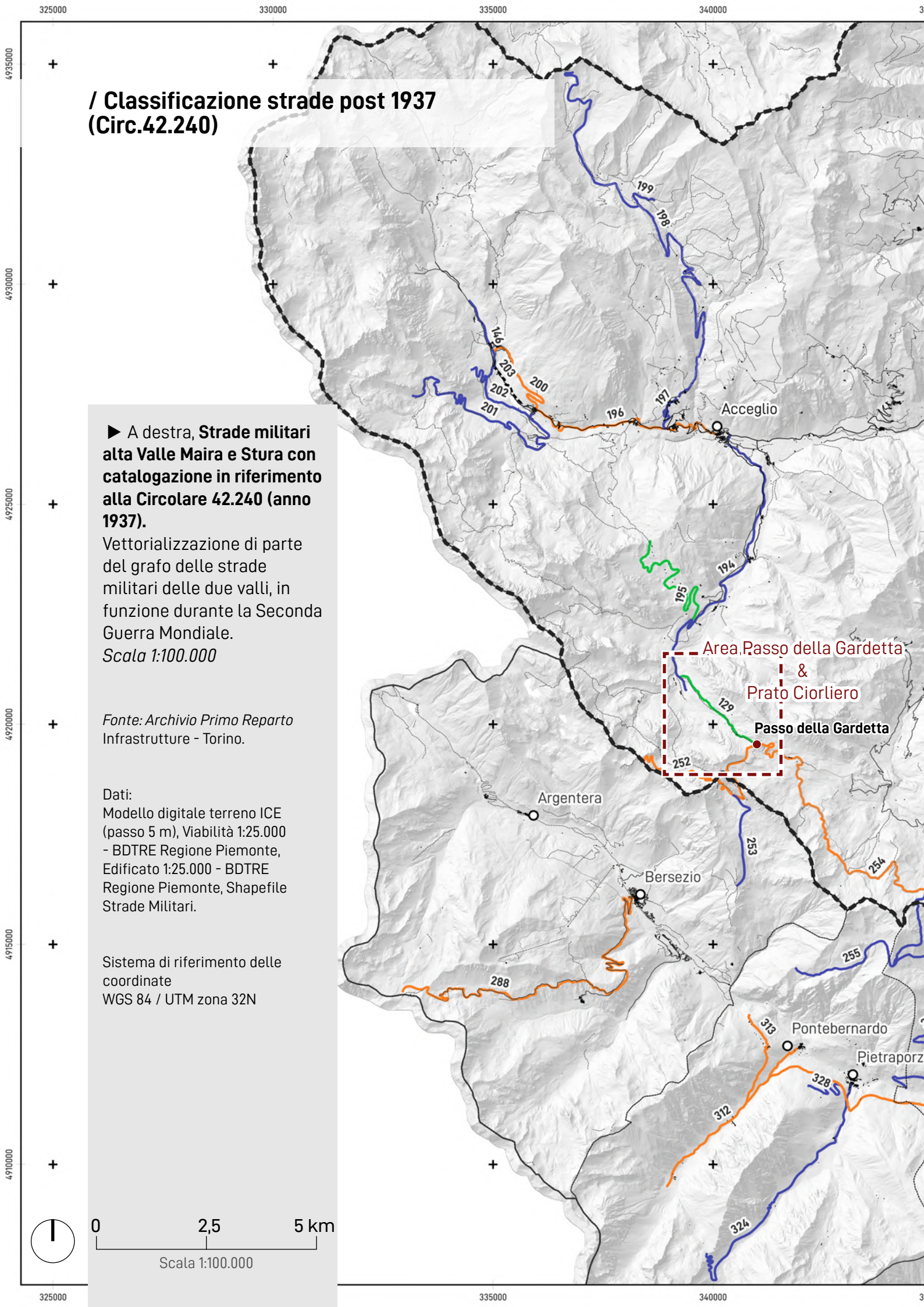
Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Shapefile Strade Militari.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 2,5 5 km
Scala 1:100.000


345000
350000
355000
365000
4935000
4930000
4925000
4920000
4915000
4910000
Elva
Stroppo
Macra
Prazzo
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Pradleves
Castelmagno
Campomolino
S.Magno
Scaletta
205
206
207
208
209
341/b
341
342
256
329
S. Giacomo
Sambuco
Aisone
Vinadio
Pianche
360000
Legenda
Categoria strade militari - post Circolare 7.100.
Tipo B
Tipo C
Tipo D
Tipo E
nessun dato disponibile
non ancora progettate
xxx numero d'ordine strada
Altro
Viabilità 2022
Centro abitato
Valle Maira

/ Classificazione strade post 1937 (Circ.42.240)

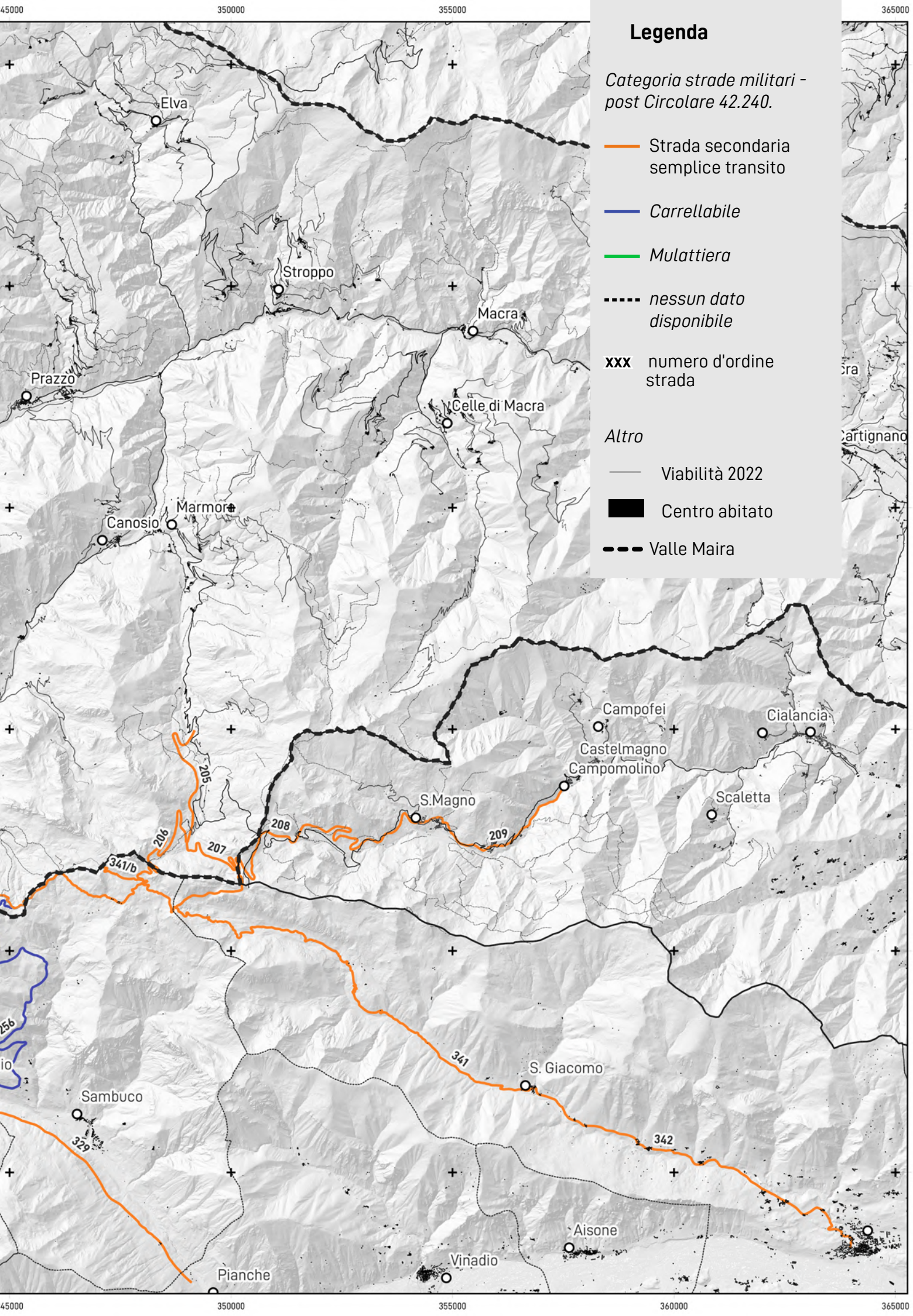


▶ A destra, **Strade militari alta Valle Maira e Stura con catalogazione in riferimento alla Circolare 42.240 (anno 1937).**
Vettorializzazione di parte del grafo delle strade militari delle due valli, in funzione durante la Seconda Guerra Mondiale.
Scala 1:100.000

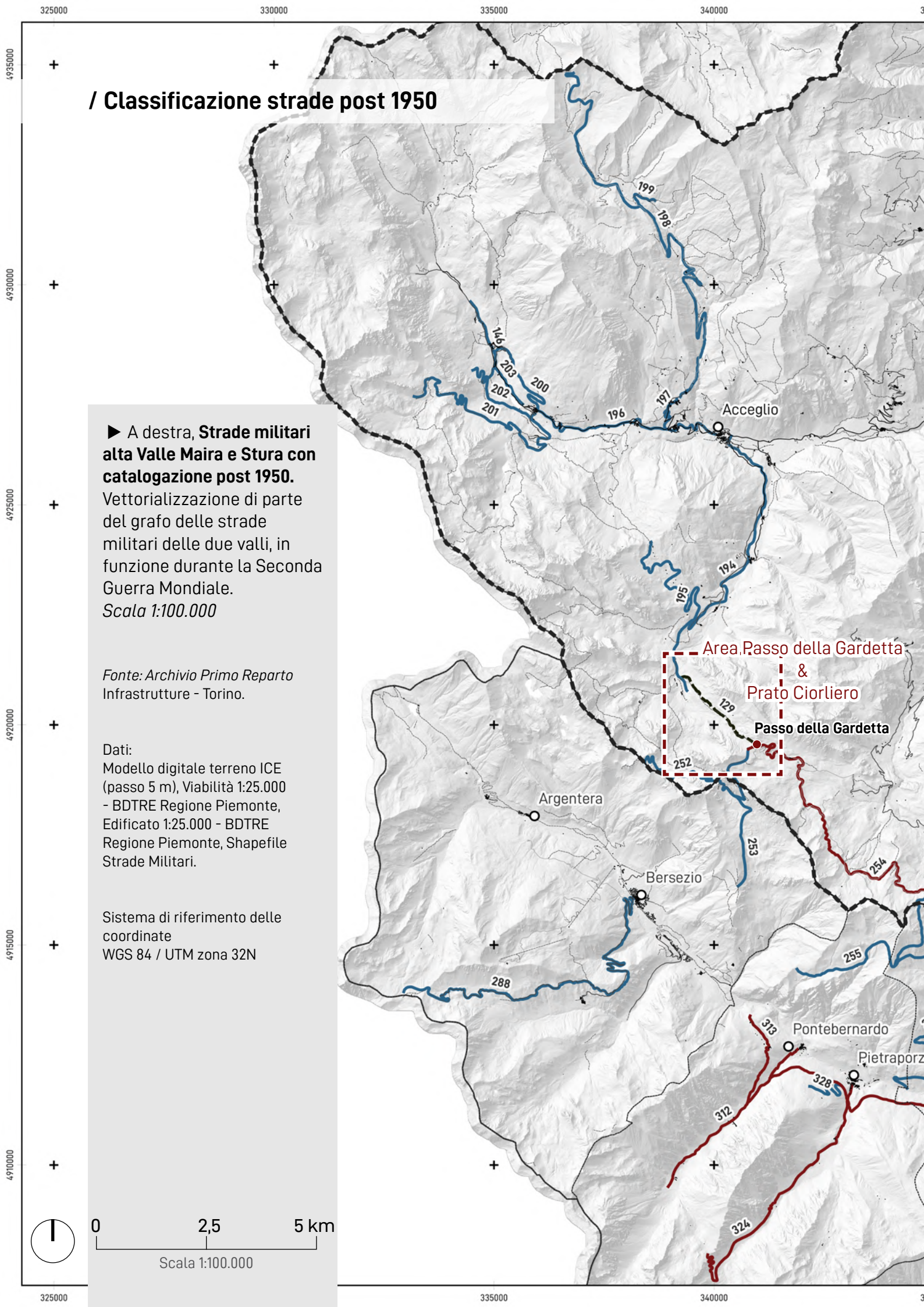
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Shapefile Strade Militari.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N


Legenda
Categoria strade militari - post Circolare 42.240.
Strada secondaria semplice transito
Carrellabile
Mulattiera
nessun dato disponibile
XXX numero d'ordine strada
Altro
Viabilità 2022
Centro abitato
Valle Maira
Elva
Stroppo
Macra
Prazzo
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Cialancia
Castelmagno
Campomolino
S.Magno
Scaletta
205
206
207
208
209
341/b
341
342
S. Giacomo
Sambuco
329
Aisone
Vinadio
Pianche
256
345000
350000
355000
360000
365000
4935000
4930000
4925000
4920000
4915000
4910000

/ Classificazione strade post 1950

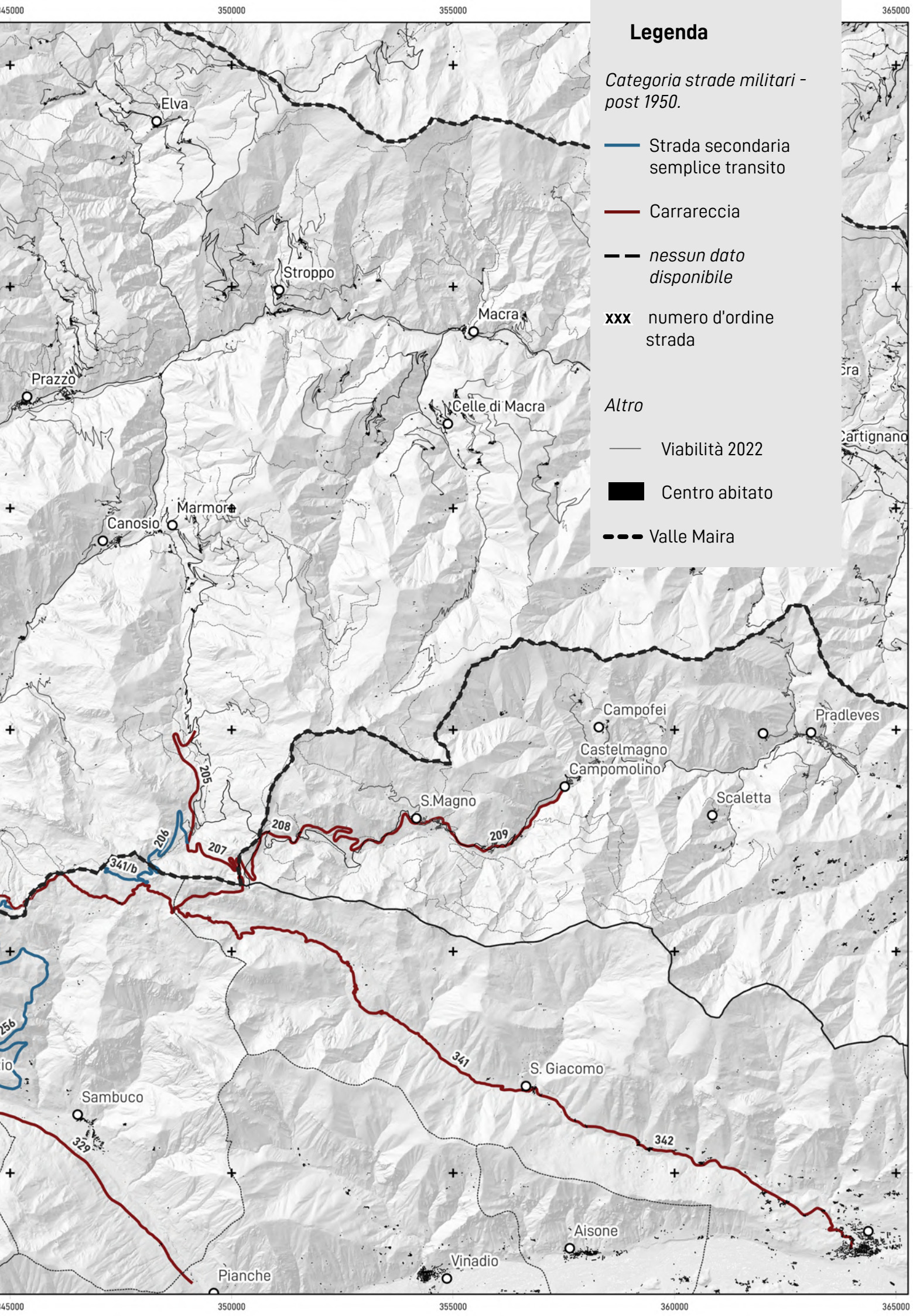


▶ A destra, **Strade militari alta Valle Maira e Stura con catalogazione post 1950.** Vettorializzazione di parte del grafo delle strade militari delle due valli, in funzione durante la Seconda Guerra Mondiale.
Scala 1:100.000

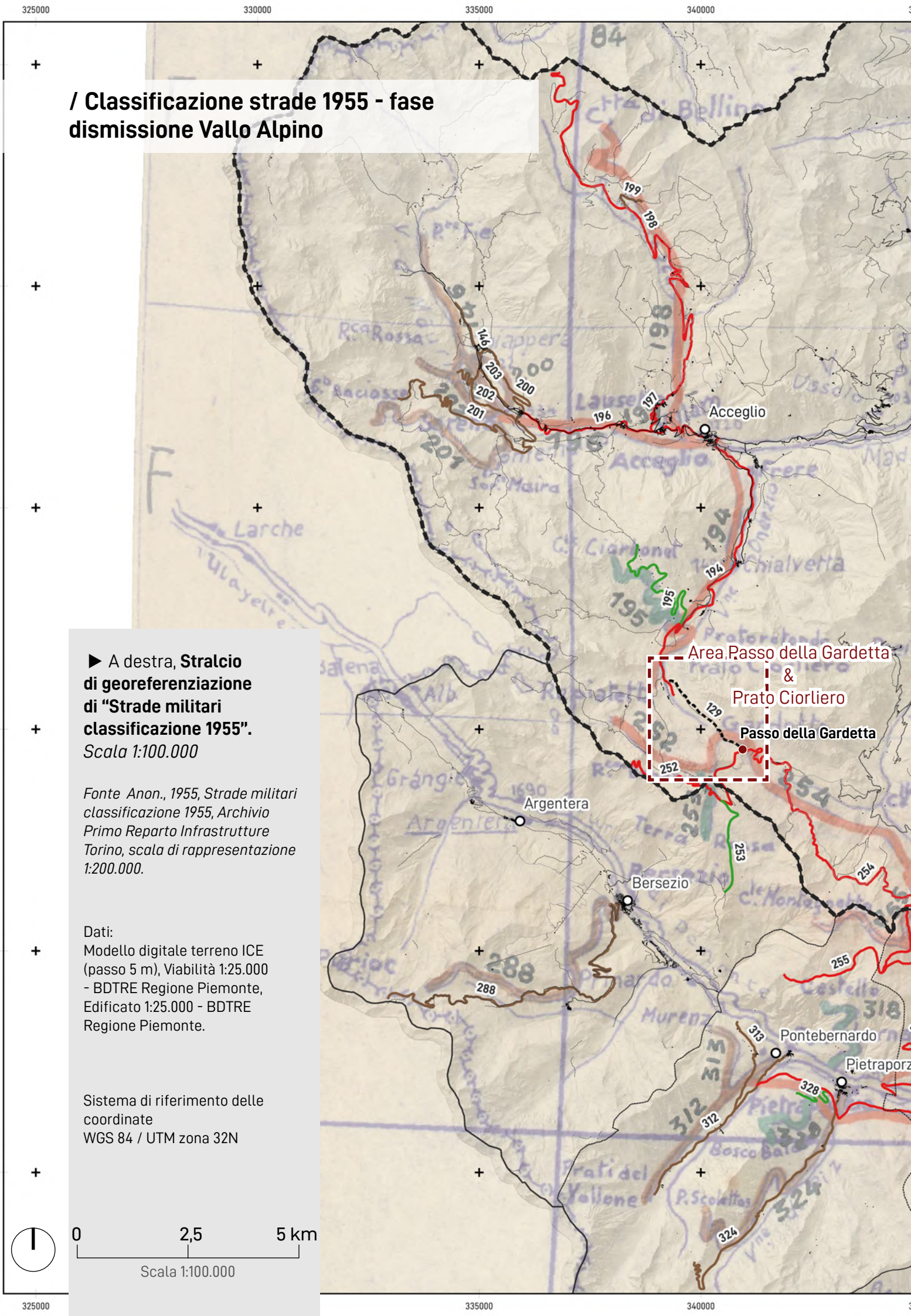
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Shapefile Strade Militari.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N


Legenda
Categoria strade militari - post 1950.
Strada secondaria semplice transito
Carrareccia
nessun dato disponibile
xxx numero d'ordine strada
Altro
Viabilità 2022
Centro abitato
Valle Maira
Elva
Stroppo
Macra
Prazzo
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Pradleves
Castelmagno
Campomolino
S.Magno
Scaletta
S. Giacomo
Sambuco
Aisone
Vinadio
Pianche
205
206
207
208
209
341/b
341
342
329
256
345000
350000
355000
360000
365000
4935000
4930000
4925000
4920000
4915000
4910000

/ Classificazione strade 1955 - fase dismissione Vallo Alpino



▶ A destra, **Stralcio di georeferenziazione di "Strade militari classificazione 1955".**
Scala 1:100.000

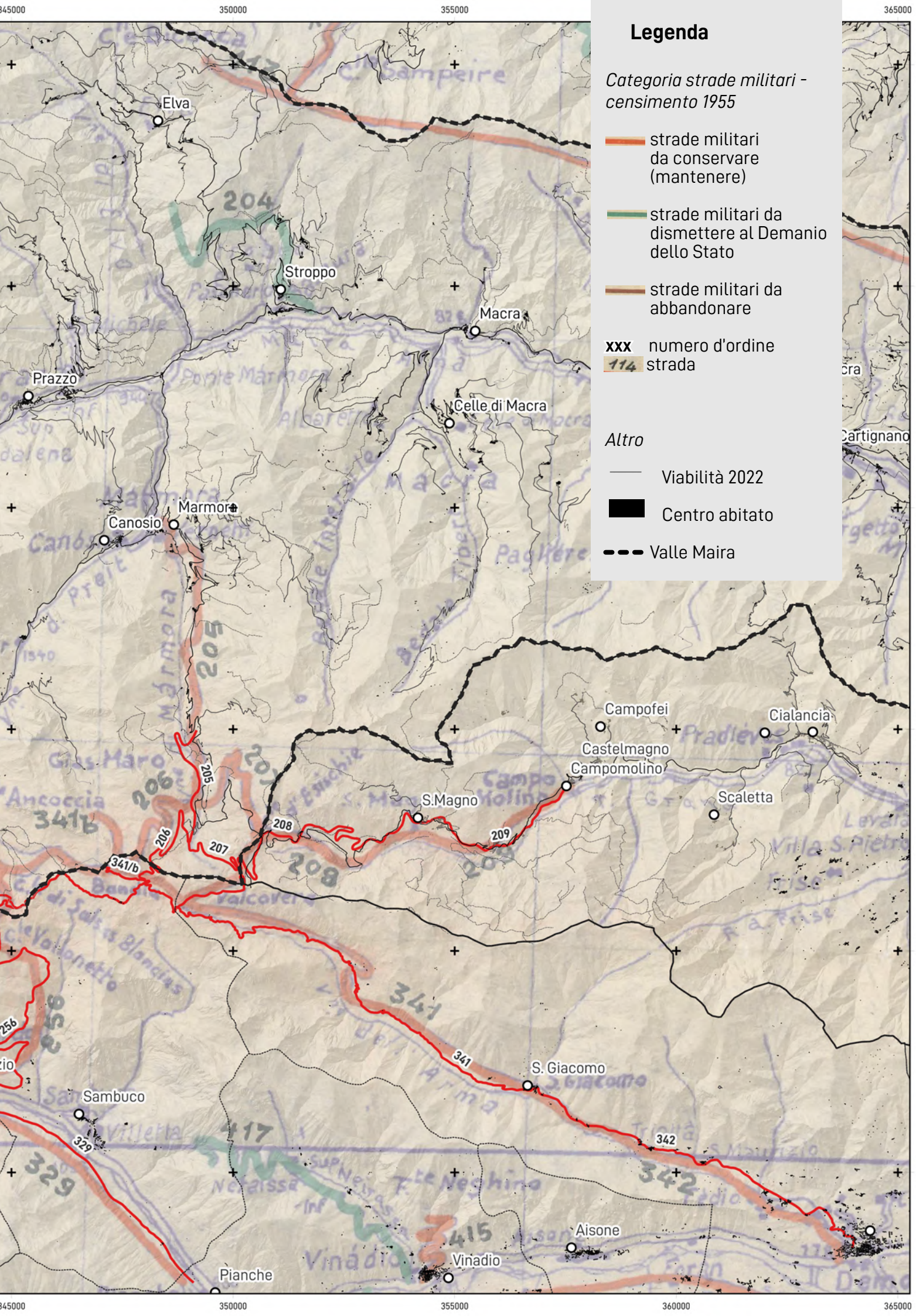
Fonte Anon., 1955, Strade militari classificazione 1955, Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino, scala di rappresentazione 1:200.000.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 2,5 5 km

Scala 1:100.000


Legenda
Categoria strade militari - censimento 1955
strade militari da conservare (mantenere)
strade militari da dismettere al Demanio dello Stato
strade militari da abbandonare
XXX numero d'ordine
114 strada
Altro
Viabilità 2022
Centro abitato
Valle Maira
Elva
Stroppo
Macra
Prazzo
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Cialancia
Castelmagno
Campomolino
S.Magno
Scaletta
S. Giacomo
Sambuco
Aisone
Vinadio
Pianche
204
205
206
207
208
209
341
341/b
342
329
345000
350000
355000
360000
365000
4935000
4930000
4925000
4920000
4915000
4910000

la pendenza e il raggio di curvatura che, seppur definiti a priori, erano comunque influenzati dalle inflessioni del terreno.

Questo processo di trasformazione investì buona parte delle vecchie mulattiere delle valli piemontesi e, se da un lato la guerra fu solo l'ennesima batosta per gli abitanti di quelle terre, guardando la questione da un punto di vista meramente oggettivo e super partes, questa portò anche dei benefici. Con la fine del conflitto e il Trattato di Pace del 1947, infatti, le opere costruite negli anni precedenti furono soggette a dismissione, cessione o totale abbandono. Tra queste, le strade furono gli unici manufatti che sono pervenuti fino a noi in un buono stato e, tendenzialmente, in uso e integrati nella rete stradale odierna. In questo modo, quindi, terre storicamente collegate da mulattiere e sentieri, che mai avevano visto alcun lavoro di adeguamento o trasformazione a strada carreggiabile, dopo il conflitto e le prime cessioni, si ritrovavano con una rete stradale completamente differente e a quel tempo moderna.

E', infatti, del 1955 una delle catalogazioni messe in atto dal Genio Militare di Cuneo per definire la destinazione futura delle strade militari della medesima provincia. Buona parte di esse, in realtà, venne mantenuta in funzione sotto l'Amministrazione militare ma molte altre vennero cedute al Demanio dello Stato o, nel caso in cui non ci fosse interesse per una futura fruizione[62], vennero abbandonate. La cessione di queste strade, in realtà, è continuata nel corso del XX e XXI secolo e, ad oggi, esse si celano sia nella rete viaria delle alte valli che nella loro rete sentieristica, senza mai smettere di servire lo scopo per cui sono state realizzate più di quattro secoli prima.

Per tenere traccia delle numerose informazioni legate proprio a queste strade, differenziate tra dati di progetto, dati desunti da circolari o, ancora, da brevi descrizioni fatte ad avanzamento lavori, è stato opportuno realizzare un dataset in grado di archiviare tutti questi elementi. (cfr. par. 4.4). Da esso sono derivate le quattro carte rappresentanti le tipologie di strade e il numero delle stesse nei diversi anni della guerra. Come già specificato, la geometria dei tracciati deriva da cartografia IGM a differenti scale mentre i dati ad essi riferiti sono di varia provenienza, raccolti incrociando le varie fonti fornite dal Primo Reparto Infrastrutture di Torino.

62 Ibidem.

4.5.3 Rete viaria ed escursionistica odierna

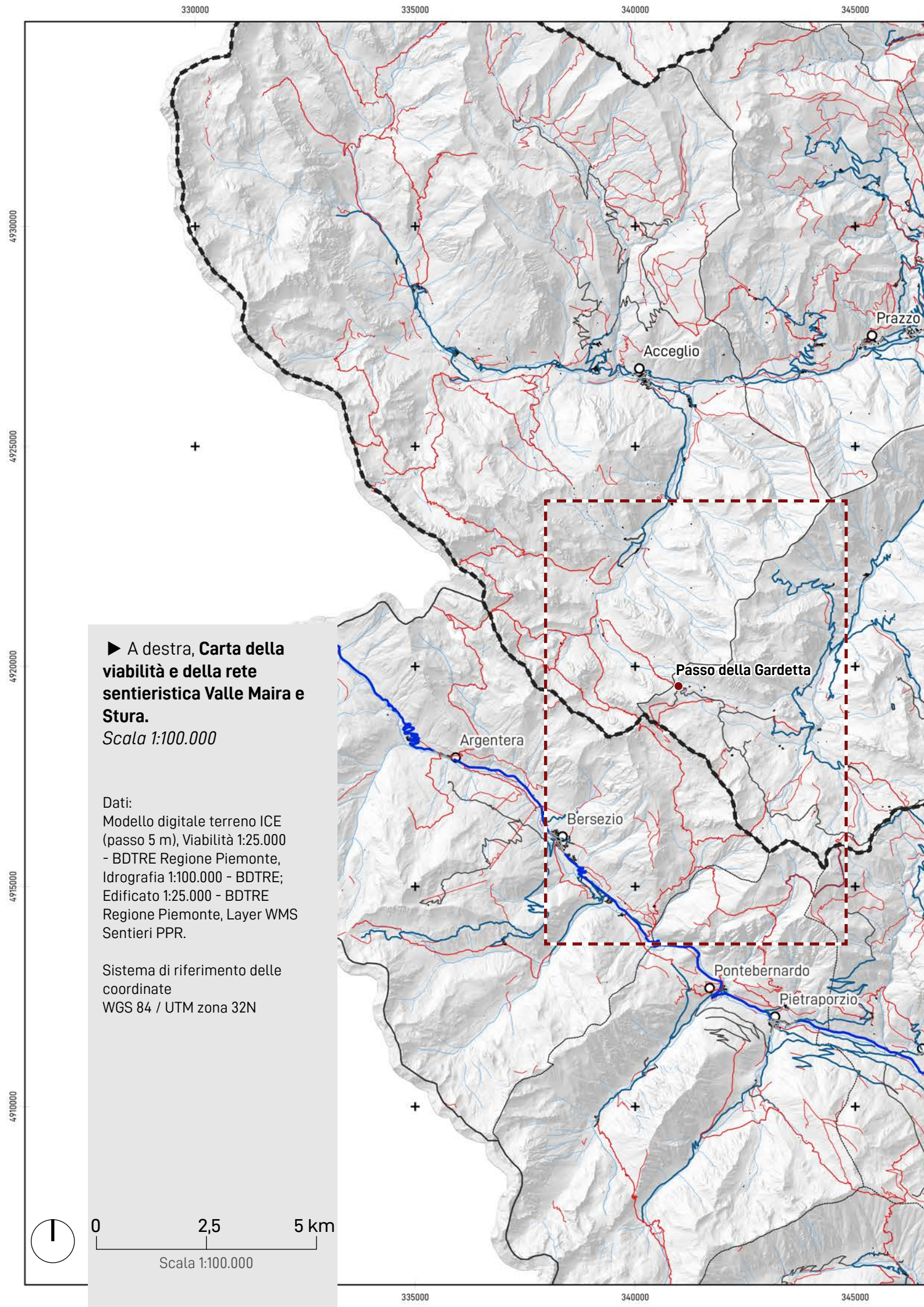
La moderna rete viaria delle valli, come già anticipato, ha sicuramente tratto giovamento dalle trasformazioni attuate sulle vecchie mulattiere durante il periodo bellico e, soprattutto, ancora oggi, può sfruttare la qualità e durabilità di tali manufatti.

Le numerose strade extraurbane che seguono l'andamento dei valloni laterali della Valle Maira sono, infatti, di derivazione militare, figlie di quelle cessioni avvenute a partire dalla seconda metà del secolo scorso ma le tracce di questo passato, in realtà, non si trovano solo qui. Infatti, il destino di queste strade era stato definito tenendo conto della loro tipologia e, soprattutto, della loro importanza per la fruibilità dell'area. Per queste ragioni, le strade più importanti, a semplice o doppio transito, vennero integrate nella rete viaria principale, divenendo nuove direttrici del traffico, mentre quelle minori, o quelle ritenute di minor percorrenza, ritornarono al loro stato di semplici mulattiere e sentieri, utili per raggiungere luoghi particolarmente distanti e in quota. Proprio questo processo è ciò che si cela dietro buona parte dell'odierna rete viaria e sentieristica delle valli, del cui passato si trovano ancora tracce sparse nei cippi di definizione dei chilometri o nei piccoli ponti in muratura.

Il confronto tra la rete odierna e quella dei secoli precedenti, attraverso le diverse carte georeferenziate, appare più che immediato. Nonostante, infatti, i tracciati non siano accuratamente sovrapponibili[63] è piuttosto facile riconoscerli, facendo sempre riferimento a quei punti "noti" e fissi di inizio e fine percorso ma anche alla serie di edifici sparsi per tutta la lunghezza. Ogni tratto, anche il più breve, ha una sua storia e proprio questa contribuisce ad accrescere il valore di questi sentieri che, seppur noti per l'estrema bellezza del paesaggio che attraversano, sono stati protagonisti silenti dei cambiamenti avvenuti in queste terre nel corso dei secoli.

Ciò che emerge da una semplice osservazione della rete viaria delle valli è, infatti, il grande contributo offerto dai numerosi sentieri che ampliano, verso e oltre ogni limite naturale, questa infrastruttura non ancora opportunamente sviluppata. Essa, infatti, come già visto, è ancora strettamente legata ai miglioramenti attuati durante il secondo conflitto mondiale e con fatica riesce a svilupparsi ulteriormente, rendendo sempre attuale il problema dell'accessibilità alle valli e di una connessione efficace tra i versanti.

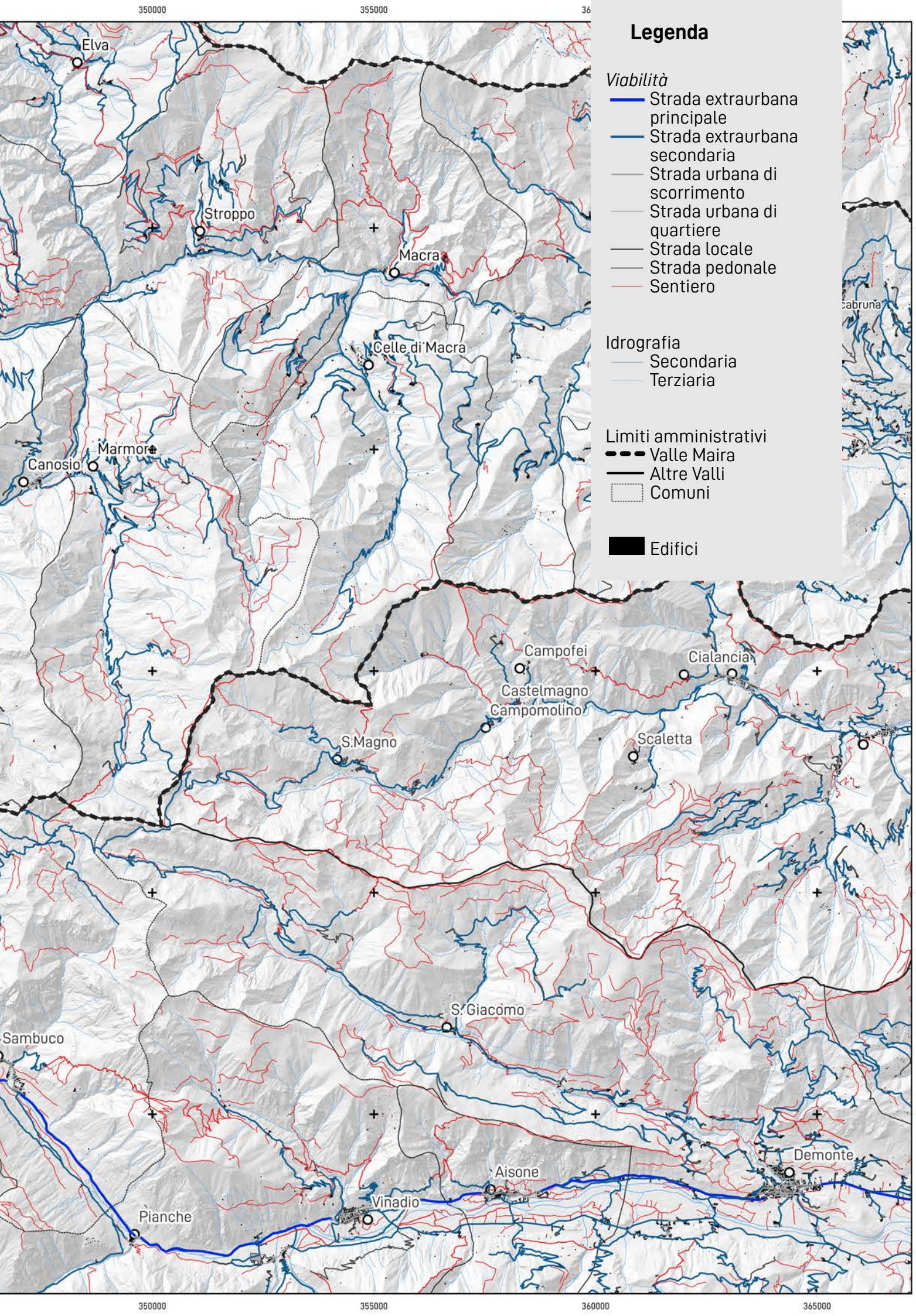
63 Questo deriva sia dall'accuratezza di elaborazione delle diverse carta, dalle loro scale nominali ma anche dalle piccole modiche che hanno subito i tracciati stessi nel corso degli anni.

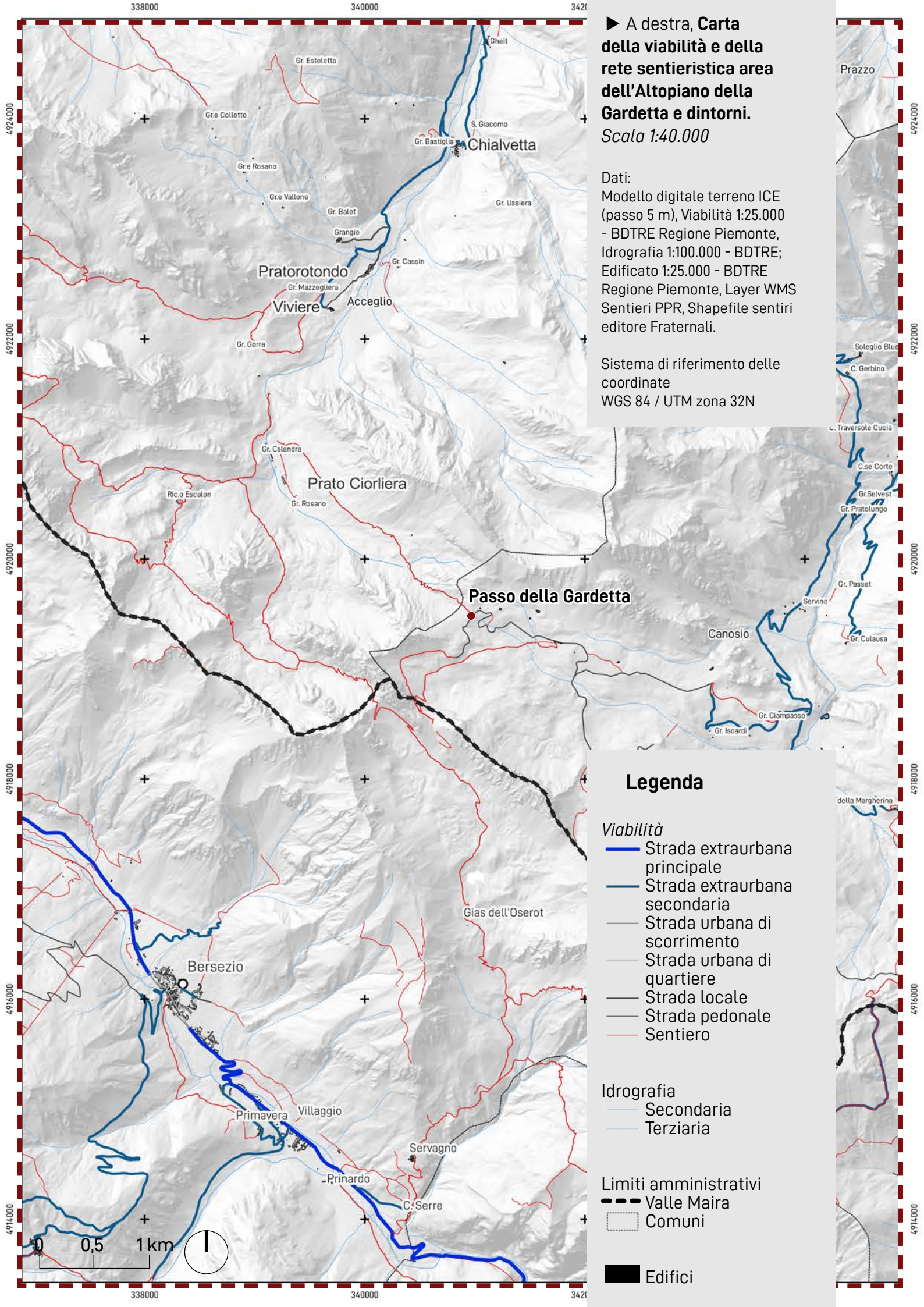


▶ A destra, **Carta della viabilità e della rete sentieristica Valle Maira e Stura.**
Scala 1:100.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE; Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Layer WMS Sentieri PPR.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N


Legenda
Viabilità
Strada extraurbana principale
Strada extraurbana secondaria
Strada urbana di scorrimento
Strada urbana di quartiere
Strada locale
Strada pedonale
Sentiero
Idrografia
Secondaria
Terziaria
Limiti amministrativi
Valle Maira
Altre Valli
Comuni
Edifici
Elva
Stroppo
Macra
Celle di Macra
Marmora
Canosio
Campofei
Cialancia
Castelmagno
Campomolino
S.Magno
Scaletta
S. Giacomo
Sambuco
Demonte
Aisone
Vinadio
Pianche
350000
355000
360000
365000
4960000
4959250
4958500
4957750
4957000



▶ A destra, **Carta della viabilità e della rete sentieristica area dell'Altopiano della Gardetta e dintorni.**
Scala 1:40.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE; Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Layer WMS Sentieri PPR, Shapefile sentiri editore Fraternali.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

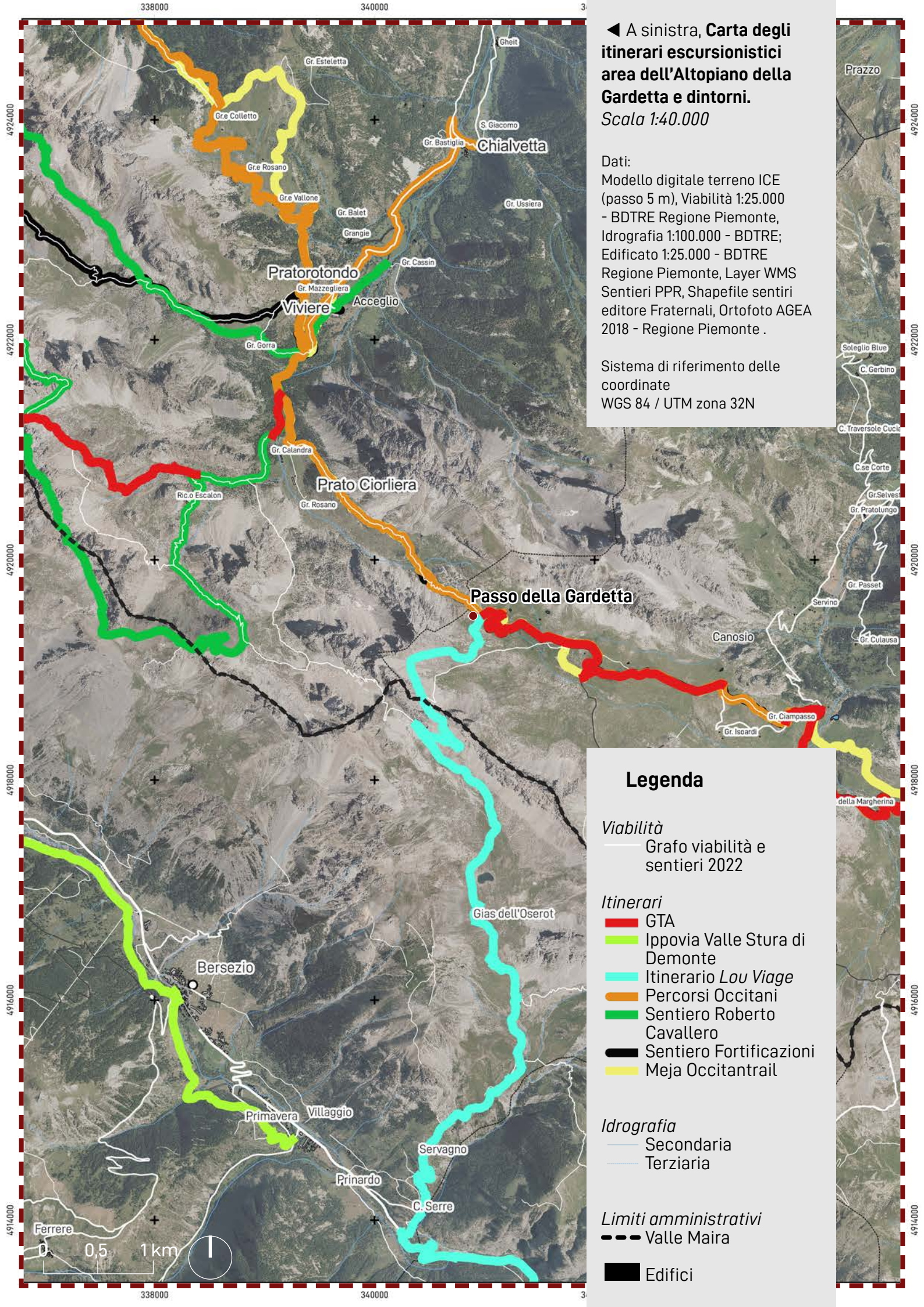
Legenda

Viabilità
- Strada extraurbana principale
- Strada extraurbana secondaria
- Strada urbana di scorrimento
- Strada urbana di quartiere
- Strada locale
- Strada pedonale
- Sentiero

Idrografia
- Secondaria
- Terziaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira
- Comuni

- Edifici



◀ A sinistra, **Carta degli itinerari escursionistici area dell'Altopiano della Gardetta e dintorni.**
Scala 1:40.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE; Edificato 1:25.000 - BDTRE Regione Piemonte, Layer WMS Sentieri PPR, Shapefile sentiri editore Fraternali, Ortofoto AGEA 2018 - Regione Piemonte .

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

Viabilità
- Grafo viabilità e sentieri 2022

Itinerari
- GTA
- Ippovia Valle Stura di Demonte
- Itinerario *Lou Viage*
- Percorsi Occitani
- Sentiero Roberto Cavallero
- Sentiero Fortificazioni
- Meja Occitantrail

Idrografia
- Secondaria
- Terziaria

Limiti amministrativi
- Valle Maira

- Edifici

Se, però, da un lato si osserva questa rete di strade non più soggetta ad ammodernamenti significativi da dopo la dismissione militare, dall'altro emerge con forza una densa rete di sentieri che, ora come allora, sono il punto di forza della Valle. Se, infatti, in passato ne garantivano gli spostamenti, oggi sono elemento trainante dell'offerta turistica, incentrata perlopiù sull'escursionismo in quota in cui itinerari e percorsi a tema ne fanno da padrone. Questi si configurano come una delle metodologie proposte per la valorizzazione e lo sviluppo di queste aree, mettendole in rete con quelle adicenti o, a scala nazionale, con l'intero settore alpino[64].

Oltre agli itinerari più famosi (es. GTA), l'alta Valle Maira è caratterizzata da una vasta gamma di percorsi, differenziati per tema, difficoltà etc. Ancora una volta, la Gardetta si presenta come punto chiave e di snodo poiché, proprio sulle strade che seguono Prato Ciorliero, valicano il Passo della Gardetta e percorrono l'omonimo altopiano, si estendono diversi itinerari. Essi, inoltre, mettono in relazione luoghi anche distanti tra loro, proprio sulla scia delle vecchie mulattiere e, in qualche caso (es. Sentiero delle fortificazioni) ne riprendono e rimarcano il loro valore storico, oltre che l'evidente pregio paesaggistico.

64 Vedasi Grande Traversata delle Alpi.

4.6 Analisi contemporanea dei due percorsi della Gardetta

04

Per comprendere al meglio le trasformazioni sulla rete stradale dall'Alta Valle Maira, che si sono succedute a partire dalle mulattiere storiche, sono stati selezionati, tra le tante strade, due casi studio già citati nei paragrafi precedenti. Si tratta di due strade che hanno nel Passo della Gardetta il loro punto di incontro e , già ampliamente analizzati, ora verranno letti in una chiave di confronto con le trasformazioni che si sono suddedute negli anni, fino al panormana escursionistico attualeche.

Seppur si tratti di strade esistenti e precedenti alla Seconda Guerra Mondiale, ci si riferirà a queste con la nomenclatura utilizzata in suddetto periodo, che appare piuttosto efficace ed esaustiva. Inoltre, essendo proprio gli anni della guerra il momento di maggiore trasformazione di questi manufatti, il tracciato novecentesco sarà quello analizzato in modo più approfondito. Proprio questo, infatti, sarà la fonte principale di confronto con quello odierno mentre l'analisi effettuata sui progetti e sulle condizioni al contorno in cui venne costruito faranno da inquadramento storico e territoriale per il successivo studio portato avanti sulle opere in caverna, realizzate nell'area della Gardetta.

L'analisi seguirà due tematiche differenti: la prima, legata alle trasformazioni tipologiche delle mulattiere originali mentre, la seconda, sull'ottimizzazione dei percorsi rispetto a lunghezza e altimetria. Come già evidenziato (cfr. Par. 4.3.2), l'obiettivo principale è quello di tracciare una cronistoria delle modalità attraverso cui, dalla mulattiera settecentesca, si sia passati alle attuali strade extraurbana, locali e sentieri, fondamentali per le comunicazioni della Alta Valle. Il tema, invece, dell'ottimizzazione dei percorsi è stata un'analisi secondaria portata avanti per due ragioni fondamentali. Innanzitutto, comprendere come lo strumento del GIS possa trovare impiego anche in questo genere di studi, sfruttando le sue potenzialità in diversi ambiti. In secondo luogo, invece, per puro desiderio di conoscere in che modo, nei secoli, si sia tentato di ottimizzare il tracciato dei vari sentieri, sfruttando anche le nuove tecnologie in ambito ingegneristico e delle costruzioni. Ovviamente, quest'ultima analisi, come già

specificato in precedenza, è stata svolta nella consapevolezza che le carte messe a confronto fossero state realizzate con scale nominali completamente diverse tra loro così come diversa era l'accuratezza nel rilievo, ragione per cui l'esattezza e precisione delle informazioni derivate da questo studio sono da prendere con le dovute precauzioni.

4.6.1 Strada militare 194 e mulattiera 192 | Prato Ciorliero - Passo della Gardetta

Il collegamento tra la cittadina di Acceglio e l'area dell'Altopiano della Gardetta è stato storicamente realizzato per mezzo di una strada, transitabile a cavallo. Essa percorreva l'intero Vallone di Unerzio per poi svoltare nella conca di Prato Ciorliero, risalito il quale, si affacciava tra i due versanti che delimitano il Passo della Gardetta. Era una strada che attraversava ogni borgata presente lungo il tragitto, mettendole in collegamento tra di loro, e, a seconda della zona, si estendeva su uno o sull'altro versante della valle. Nella porzione di Prato Ciorliero, invece, così come avviene tuttora, buona parte del tragitto si snodava nel bosco presente all'imbocco di tale valletta per poi continuare tra i due versanti rocciosi fino al raggiungimento del Passo.

Storicamente, come già analizzato, quest'ultimo tratto è sempre stato caratterizzato dalla presenza di sistemi fortificati. I trinceramenti settecenteschi, prima, e le opere in caverna, poi, hanno distinto questa mulattiera soprattutto per la sua rilevanza strategica.

Se, nonostante la valenza militare, durante il XVIII e XIX secolo, questa strada rimase nelle condizioni di una semplice mulattiera, lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale fornì le motivazioni per una sua totale trasformazione. Acceglio, infatti costituiva *"il cuore difensivo della Val Maira [...] da cui partivano le comunicazioni stradali che si diramavano verso i capisaldi difensivi della zona"*[65] e proprio al fine di collegare la cittadina con le postazioni della Gardetta nel 1938 il Ministero della Guerra diede ordine al Genio Militare di Cuneo *"di effettuare uno studio per la trasformazione della mulattiera esistente in militare tipo D"*[66].

In realtà, come si evince dalle carte del paragrafo 4.5.3 questa strada venne progettata come strada carrellabile di tipo C, proprio per via dell'importanza strategica dei luoghi che metteva in collegamento, per cui le caratteristiche di mulattiera erano poco efficienti. La tipologia C, infatti, derivò dal compromesso tra le richieste del Genio e le necessità di risparmio del ministero. Alla fine, si ottenne la realizzazione di una strada di questo genere ma che avrebbe dovuto seguire, per quanto possibile il percorso e il sedime della vecchia mulattiera, al fine di abbattere i costi di costruzione. Da quanto risulta dalle relazioni di progetto e dal carteggio tra Genio e ministero, alla fine la nuova strada seguì il percorso della mulattiera fino a poco prima Prato Rotondo per poi risalire sul versante opposto e, solo dopo due tornanti, ridiscendere verso Prato Ciorliero per ricongiungersi col vecchio tracciato.

65 Boglione M., 2008, op. cit.
66 Ibidem

▶ A destra, **Vista assonometrica strada militare 194 e mulattiera 192 | Acceglio - Passo della Gardetta**.

strada militare 194
mulattiera militare 192

▼ In basso, **Profilo elevazione della strada militare 194 e del tratto di mulattiera 192 | Acceglio - Passo della Gardetta**.

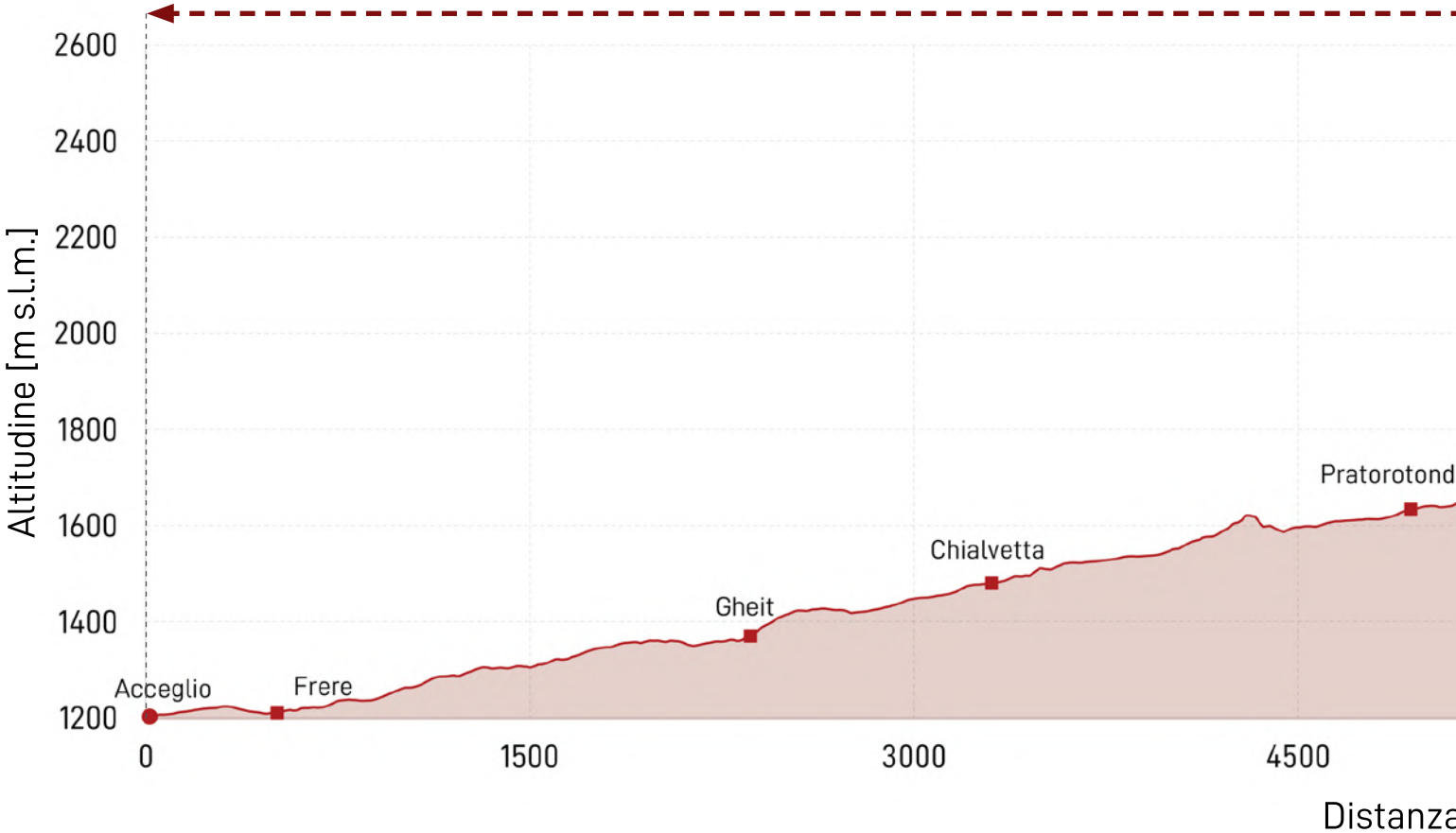
Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

A questo punto, tuttavia, mancava ancora un ultimo tratto per completare il collegamento tra le opere e Acceglio e, soprattutto, mancava un fondamentale collegamento con la Gardetta e quindi le strade che si diramavano verso la Valle Stura. Questo venne costruito, quindi, dai soldati della Guardia alla Frontiera e non si trattava di altro che la mulattiera tipo D Prato Ciorliero-Passo della Gardetta, con una carreggiata larga circa 1,50 m e una pendenza massima del 20%. Questa, come si vedrà nel paragrafo seguente, *"partiva dallo spiazzo terminale della strada militare a Prato Ciorliero, passando di fianco alla grangia Resplendino e a una cappella votiva"* [67]per poi raggiungere le tre opere di sbarramento realizzate a partire dal 1938[68].

Come si evince dal diagramma rappresentante il profilo altimetrico, la mulattiera in questione costituisce circa un terzo dell'intero percorso tra Acceglio e la Gardetta e, in realtà, anche il tratto più ripido. La strada militare tipo C 194, invece, ha pendenze molto più contenute, nell'ordine dei 6/8° in media, quindi attorno al 10% anche se con picchi decisamente più alti. Nel complesso, comunque, la strada permette di raggiungere le opere e il passo della Gardetta superando un dislivello complessivo di più di 1200 m e con

67 Boglione M., 2008, ivi. Pg. 142-143.
68 Boglione cita il progetto originale del Genio di Cuneo compilato nel 1937 che prevedeva ben 7 postazioni armate a difesa dell'area ma, di queste, solo tre vennere approvate dagli Alti Comandi di Roma. Tuttavia, ad oggi, nonostante l'accurata ricerca sulle tre opere in questione, non

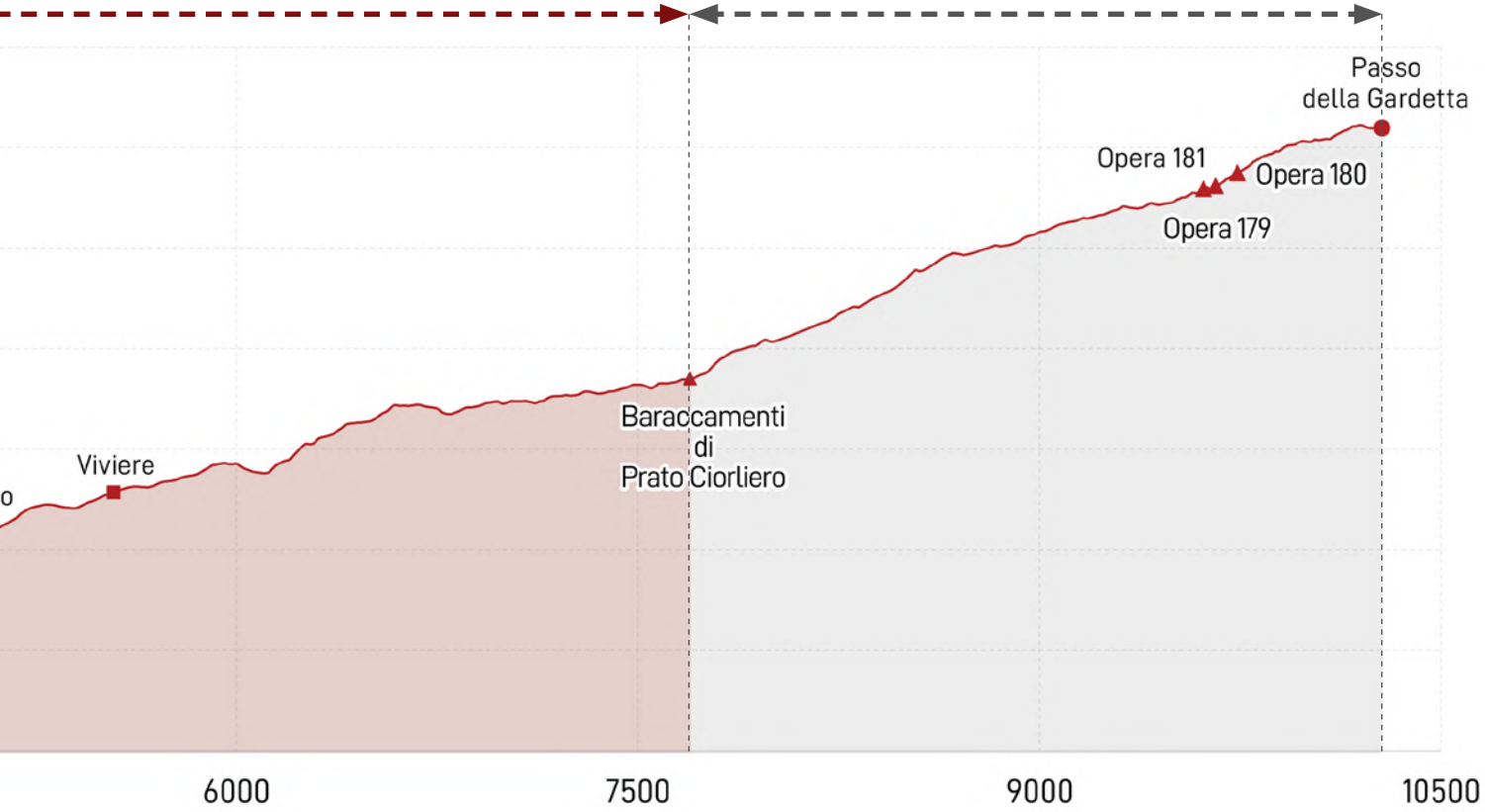
Strada militare 194 | Acceglio - Prato Ciorliero





Strada militare 194 | Acceglio - Prato Ciorliero

Mulattiera | Prato Ciorliero - Passo Gardetta



a [m]

► A destra, **Carta tracciato strada militare 194 e mulattiera 192 | Acceglio - Passo della Gardetta**.

— strada militare 194
- - - mulattiera militare 192

▼ In basso, **Profilo delle pendenze della strada militare 194 e mulattiera 192 | Acceglio - Passo della Gardetta**.

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

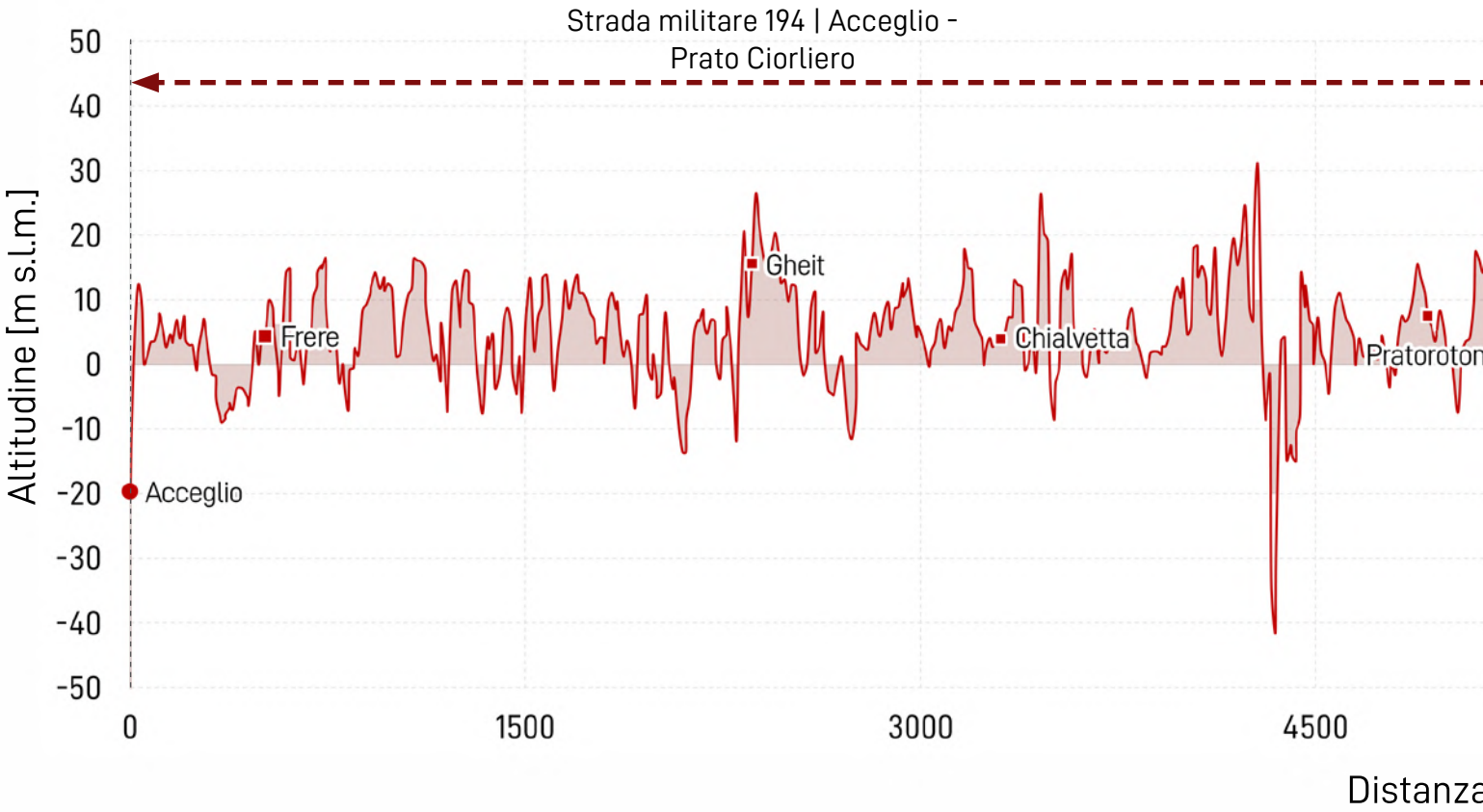
Dati:
Ortofoto AGEA 2018, dataset viabilità BDTRE Regione Piemonte, dataset edificato BDTRE Regione Piemonte, dataset idrografia BDTRE Regione Piemonte, dataset opere del Vallo Alpino Valle Maira e Stura fornito da Primo Reparto Infrastrutture - Torino, dataset strade miliari elaborato dall'autore.

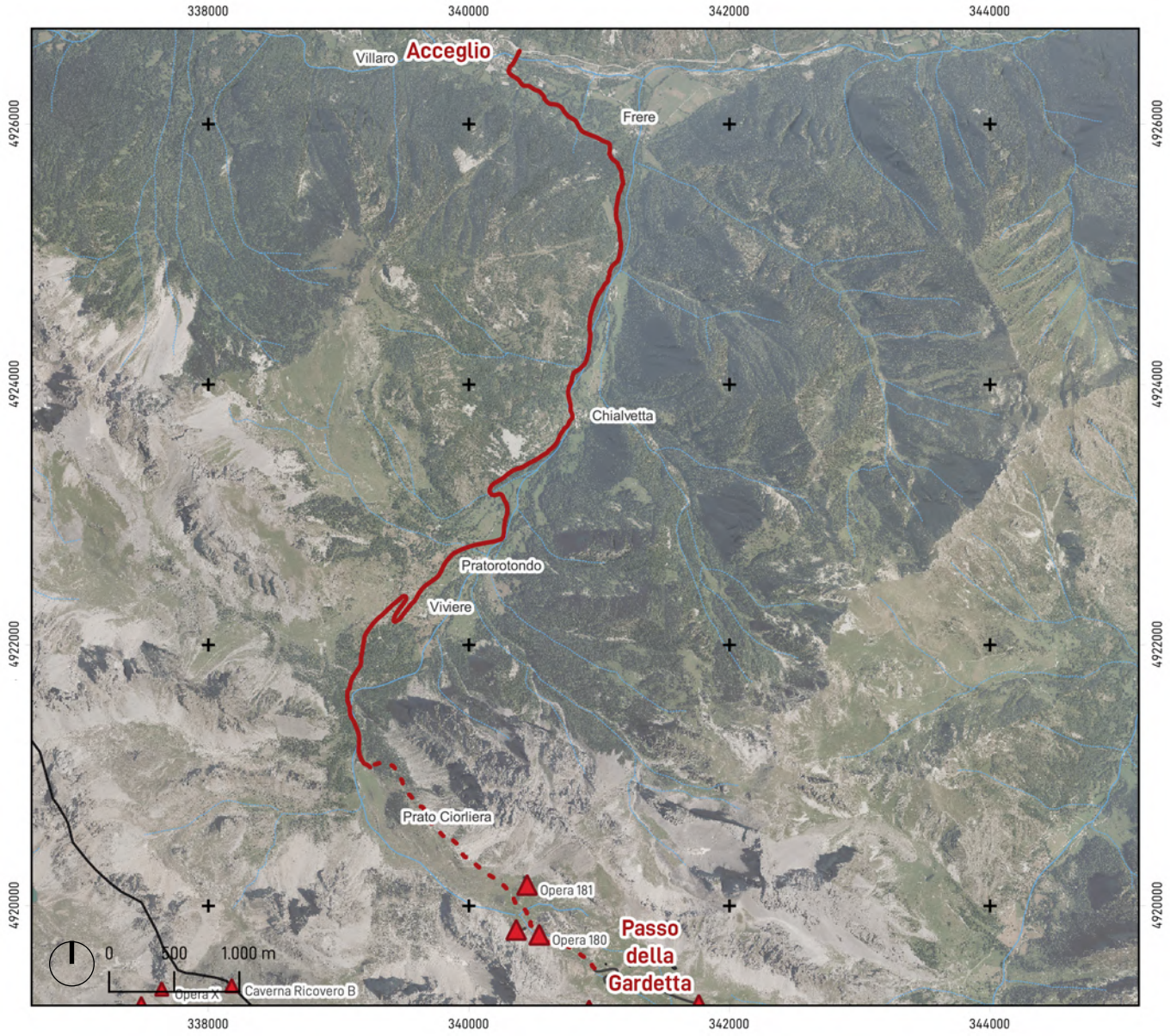
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

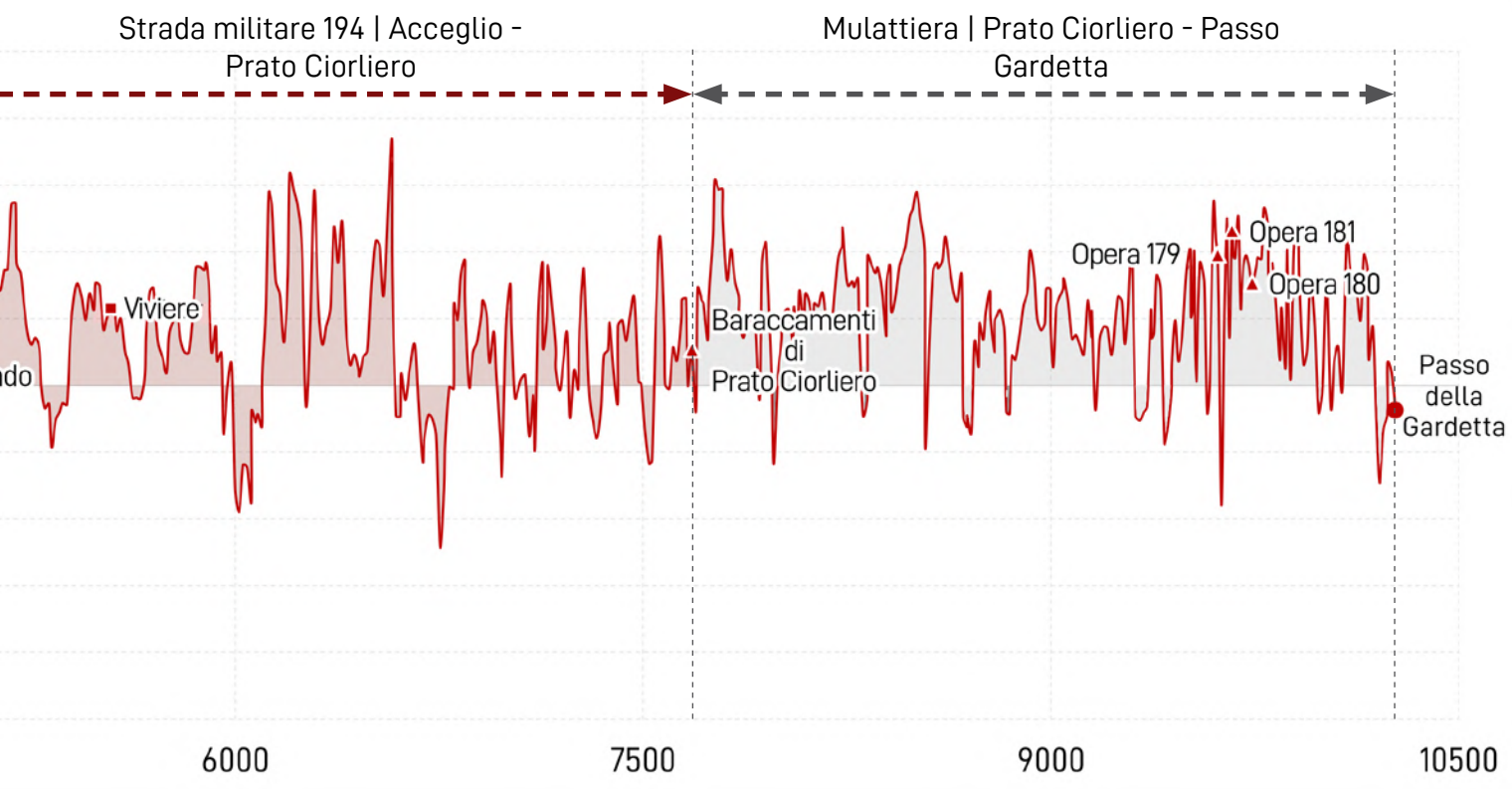
un tragitto complessivo di 10 km, il tutto passando per le principali borgate disposte lungo l'asse del Vallone di Unerzio.

Infine, nei grafici in basso dei due profili altimetrici e delle pendenze vengono segnalati sia le porzioni della strada e della mulattiera che borgate e manufatti militari che s'incontrano durante il tragitto, simboleggiati da quadrati e triangoli rossi. In particolare, nel tratto della mulattiera, si segnalano le opere e i baraccamenti disposti lungo la conca di Prato Ciorliero.

è stato possibile risalire al progetto originale, probabilmente andato perduto nei vari trasferimenti dell'archivio del Genio di Cuneo.




338000
340000
342000
344000
4926000
4924000
4922000
4920000
Villaro
Acceglio
Frere
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 180
Passo della Gardetta
0
500
1.000 m
Opera X
Caverna Ricovero B


Strada militare 194 | Acceglio - Prato Ciorliero
Mulattiera | Prato Ciorliero - Passo Gardetta
Viviere
Baraccamenti di Prato Ciorliero
Opera 179
Opera 181
Opera 180
Passo della Gardetta
6000
7500
9000
10500
a [m]

▶ A destra, **Vista assonometrica mulattiera 192 | Prato Ciorliero - Passo della Gardetta**.

▼ In basso, **Profilo elevazione della mulattiera 192 | Prato Ciorliero - Passo della Gardetta**.

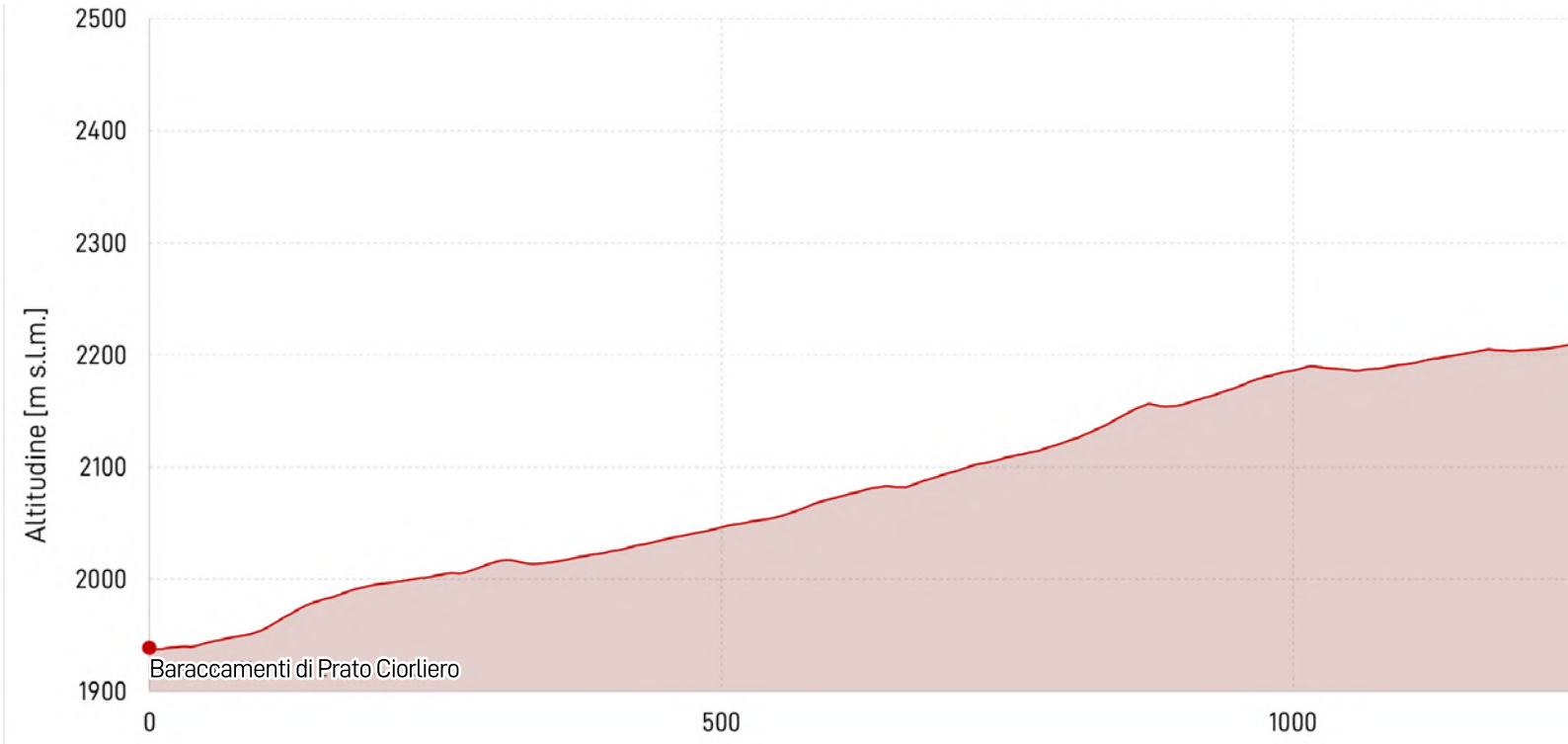
Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

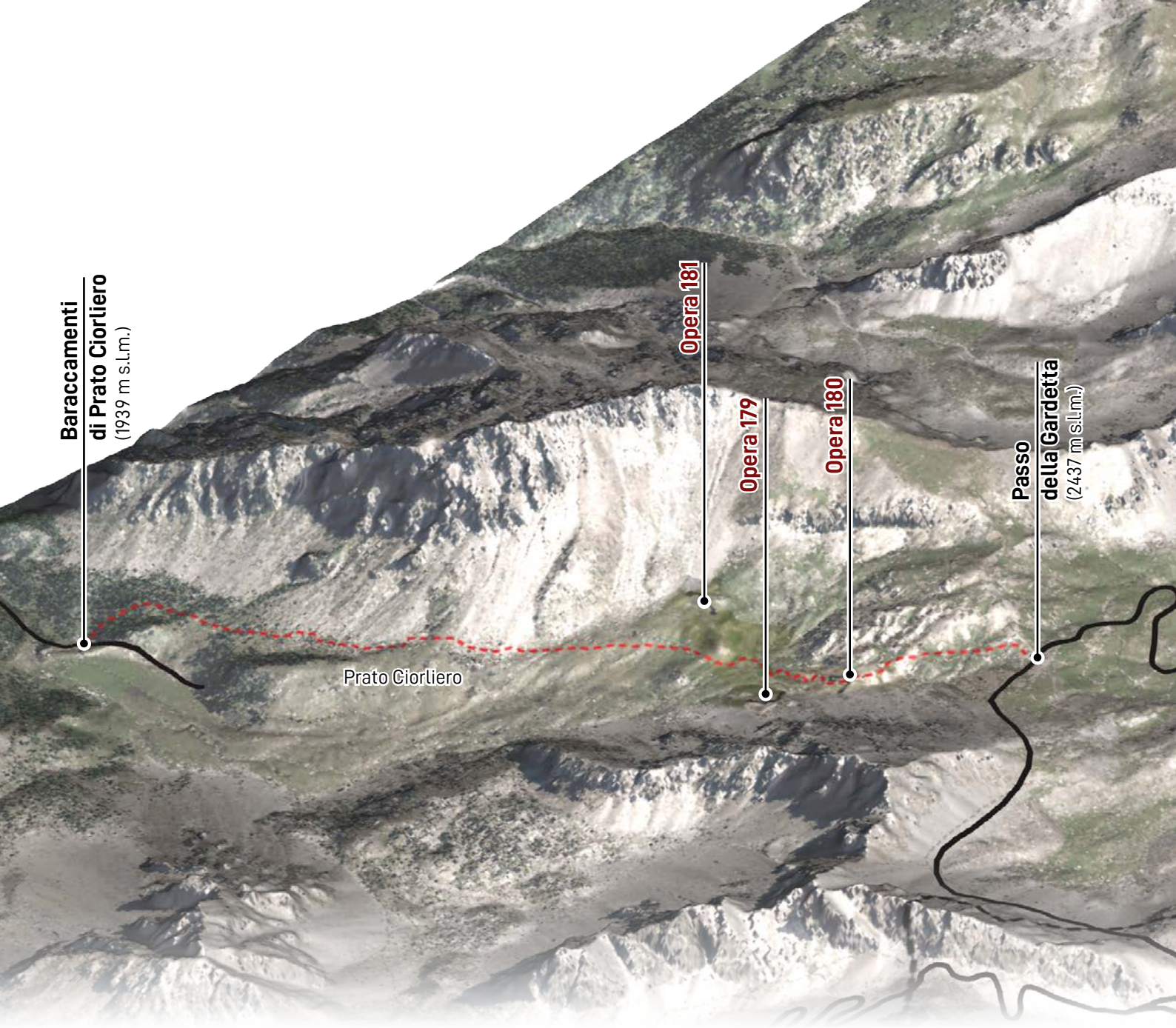
/ Mulattiera | Prato Ciorliero – Passo della Gardetta

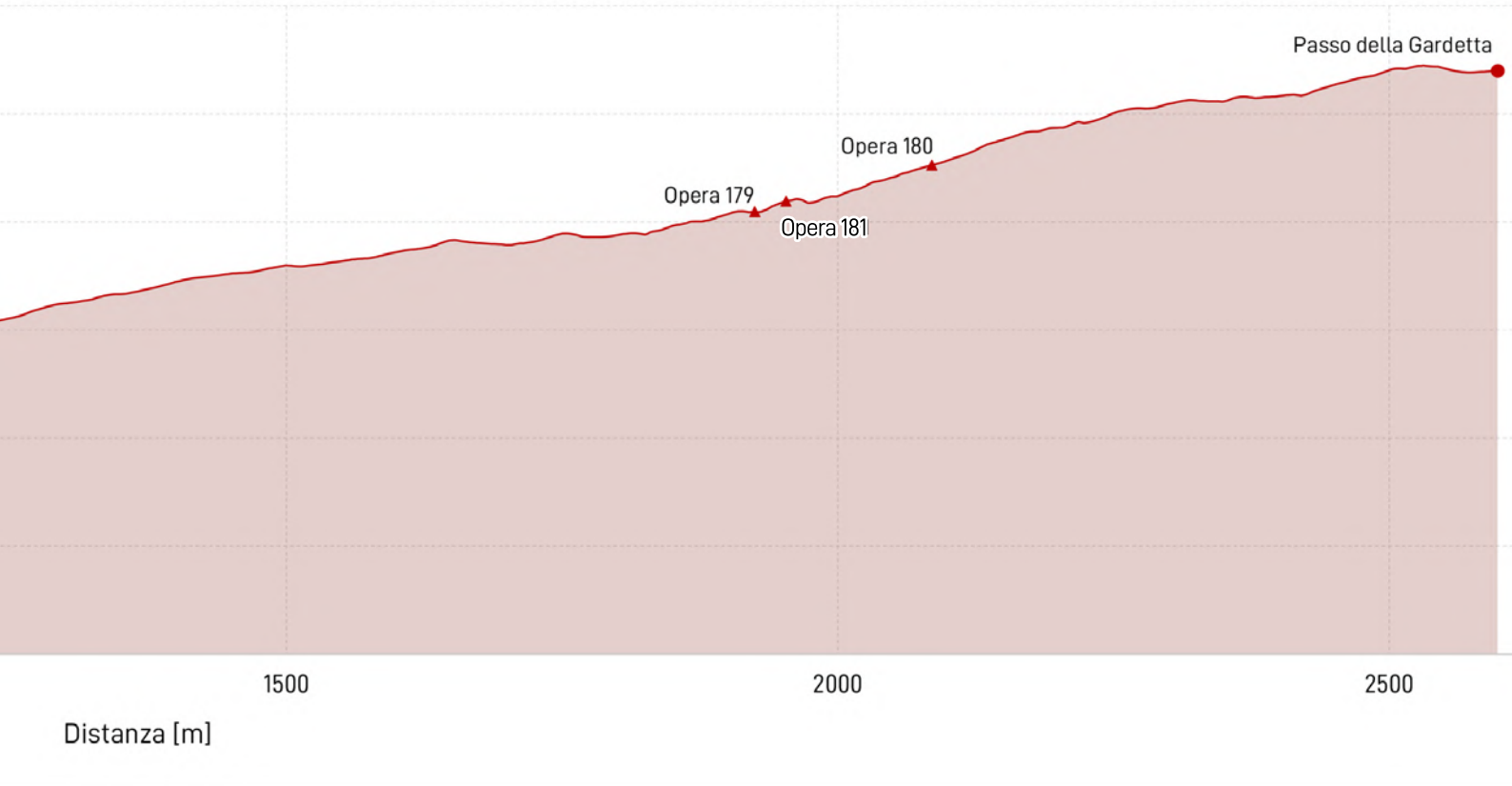
Il tracciato riportato nell'assonometria a lato fa riferimento alla mulattiera tipo D di fine anni '40 del Novecento ed è stato rilevato e opportunamente vettorializzato a partire dalla carta d'Italia IGM del 1930. Infatti, a differenza di quanto accaduto per le strade militari di maggiore rilevanza, la scheda relativa a questa mulattiera non conteneva alcun riferimento al tracciato e neppure il solito stralcio della carta IGM con una sua bozza. Per questa ragione ed anche per la ristrettezza di mezzi del periodo, si è assunto che il tracciato seguito fosse quello della vecchia mulattiera che si snodava nella conca di Prato Ciorliero, rilevato tale e quale dalla già citata carta IGM del 1930 in scala 1:25.000. Come si evince dal profilo di elevazione in basso, la mulattiera copriva un dislivello di circa 500 m con le opere posizionate a circa tre quarti della sua lunghezza complessiva, di poco superiore ai 2,5 km.

Per quanto, invece, concerne la pendenza di questo tracciato, essa è piuttosto variabile ma, in generale, in media si attesta attorno ai 12° ovvero circa il 20%, limite imposto dalle circolari del ministero della Guerra.

Rispetto alla larghezza della carreggiata, invece, si hanno ben poche informazioni, derivanti perlopiù dalla tipologia di strada ma, ad oggi, non essendoci un tracciato vero e proprio ed uniforme non è facile immaginare come avrebbe dovuto essere più di ottant'anni fa. Ad oggi, comunque, permane un semplice sentiero.




Baraccamenti
di Prato Ciorliero
(1939 m s.l.m.)
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo
della Gardetta
(2437 m s.l.m.)
Prato Ciorliero


Passo della Gardetta
Opera 180
Opera 179
Opera 181
1500
2000
2500
Distanza [m]

▼ In basso, **Profilo delle pendenze della mulattiera 192 | Prato Ciorliero - Passo della Gardetta**.

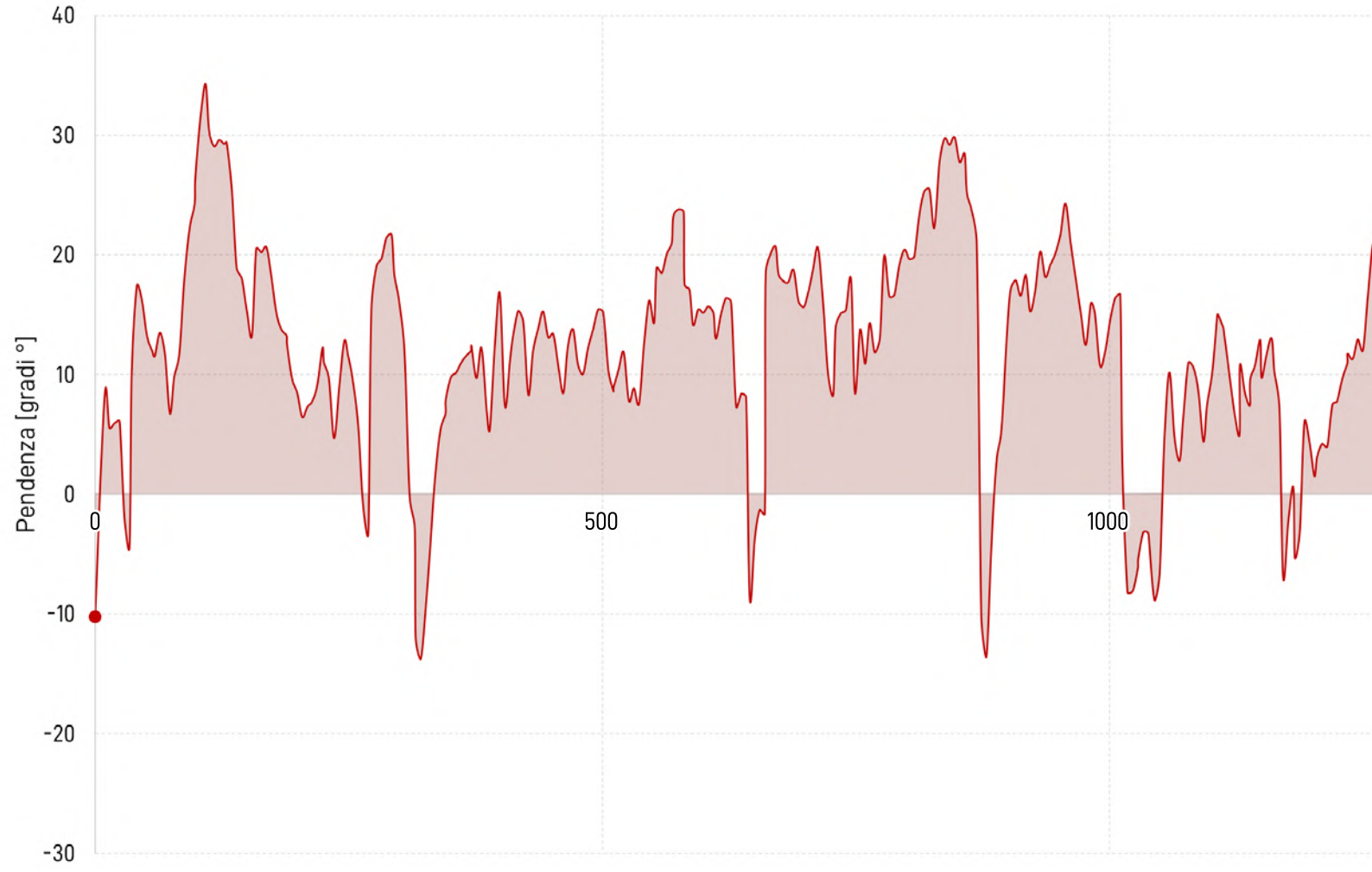
mulattiera 192
altre strade militari

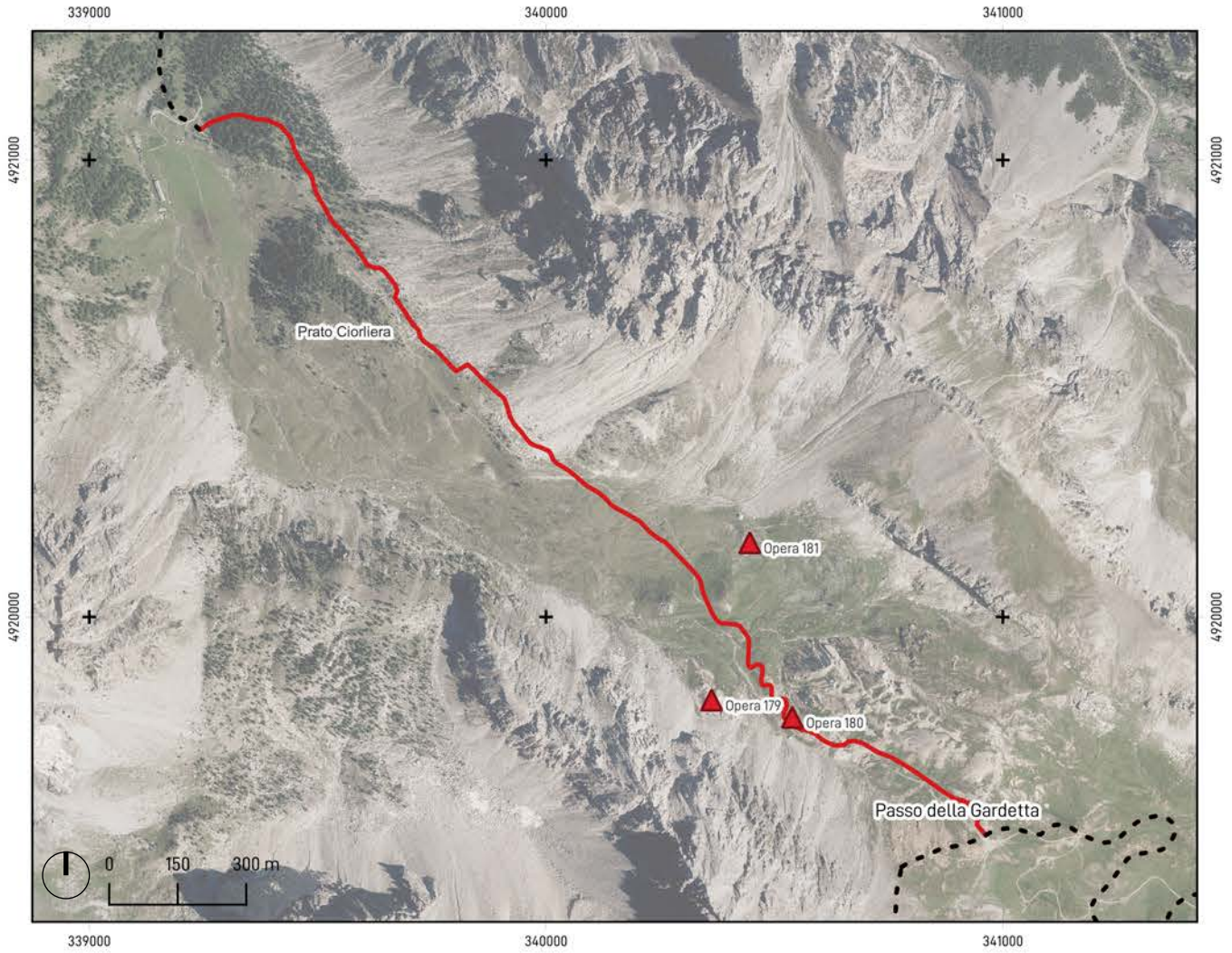
Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Dati:
Ortofoto AGEA 2018, dataset viabilità BDTRE Regione Piemonte, dataset edificato BDTRE Regione Piemonte, dataset idrografia BDTRE Regione Piemonte, dataset opere del Vallo Alpino Valle Maira e Stura fornito da Primo Reparto Infrastrutture - Torino, dataset strade miliari elaborato dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Un'ultima informazione, invece, fornita dalla scheda dell'opera, infine, è legata al suo utilizzo. Qui venne annotato che, in seguito alla costruzione della carrareccia Demonte – Ricoveri Gardetta, la mulattiera venne del tutto abbandonata.




339000
340000
341000
4921000
4920000
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
0
150
300 m


Opera 179
Opera 181
Opera 180
Distanza [m]
1500
2000
2500

▶ A destra, **Vista assonometrica strade 1907 - 2022 | Acceglio - Passo Gardetta.**

▼ In basso, **Profilo elevazione delle strade 1907 - 2022 | Acceglio - Passo Gardetta.**

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Legenda

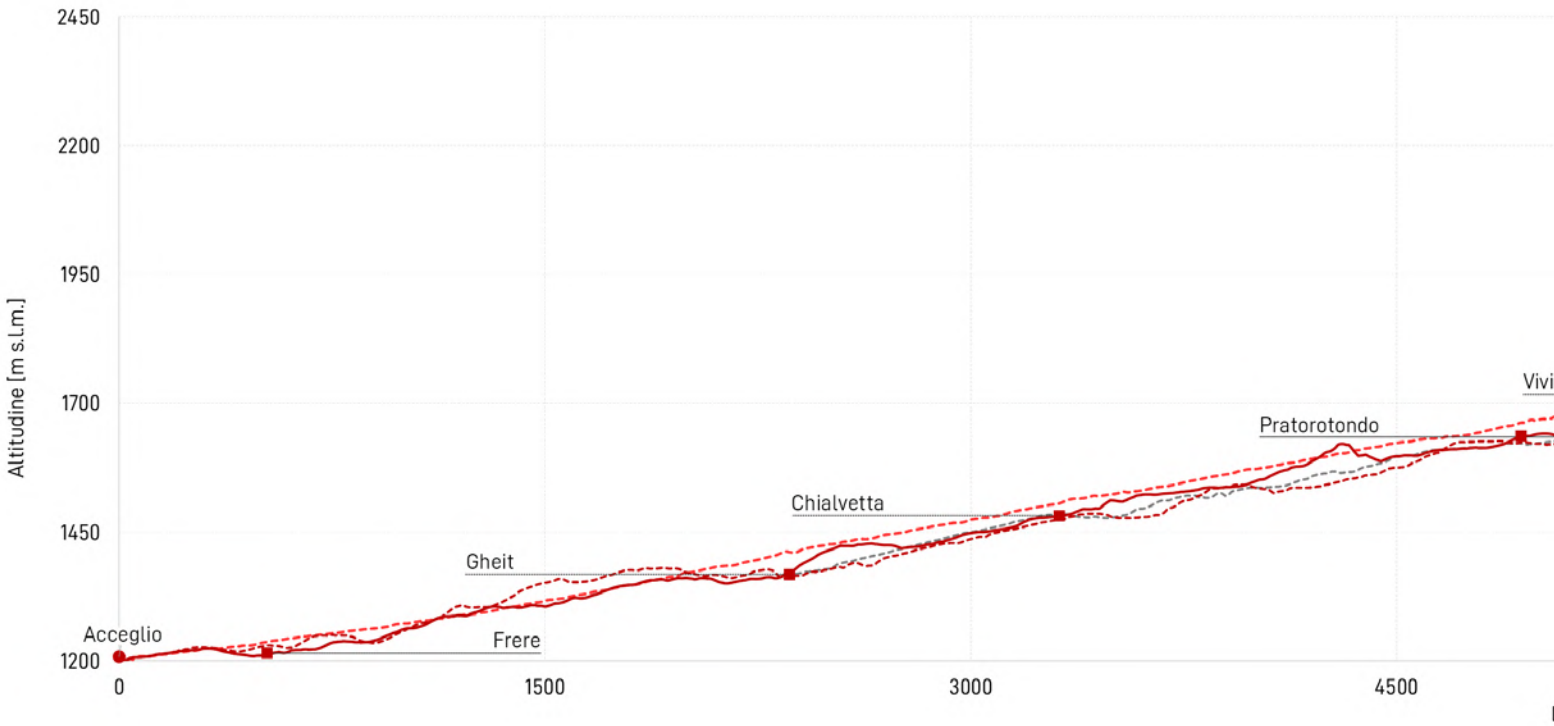
- Strada al 1907
- Strada al 1930
- Strada militare 194 al 1955
- Strada al 2022
- Comune/borgata
- Opera militare

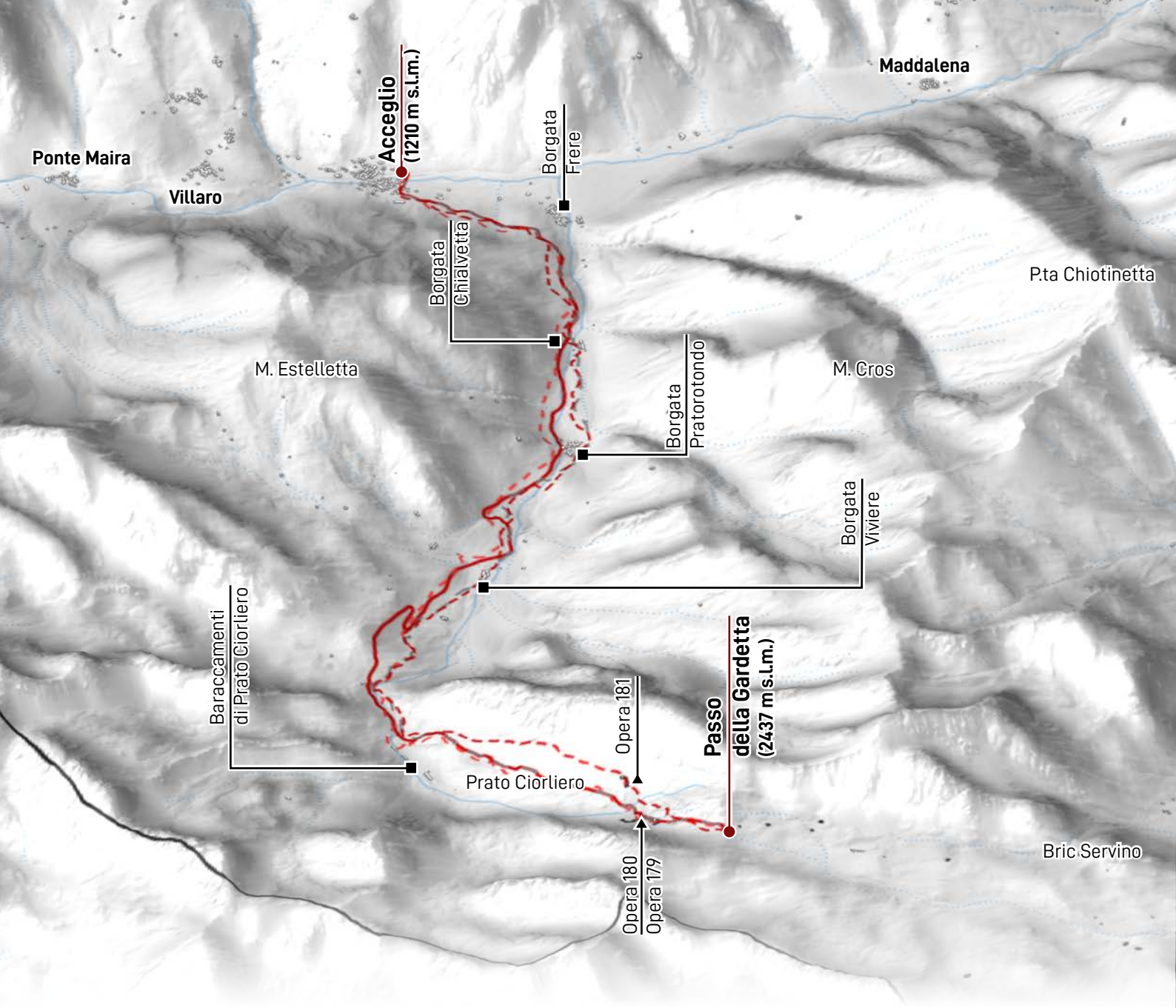
/ Acceglio-Passo della Gardetta trasformazioni

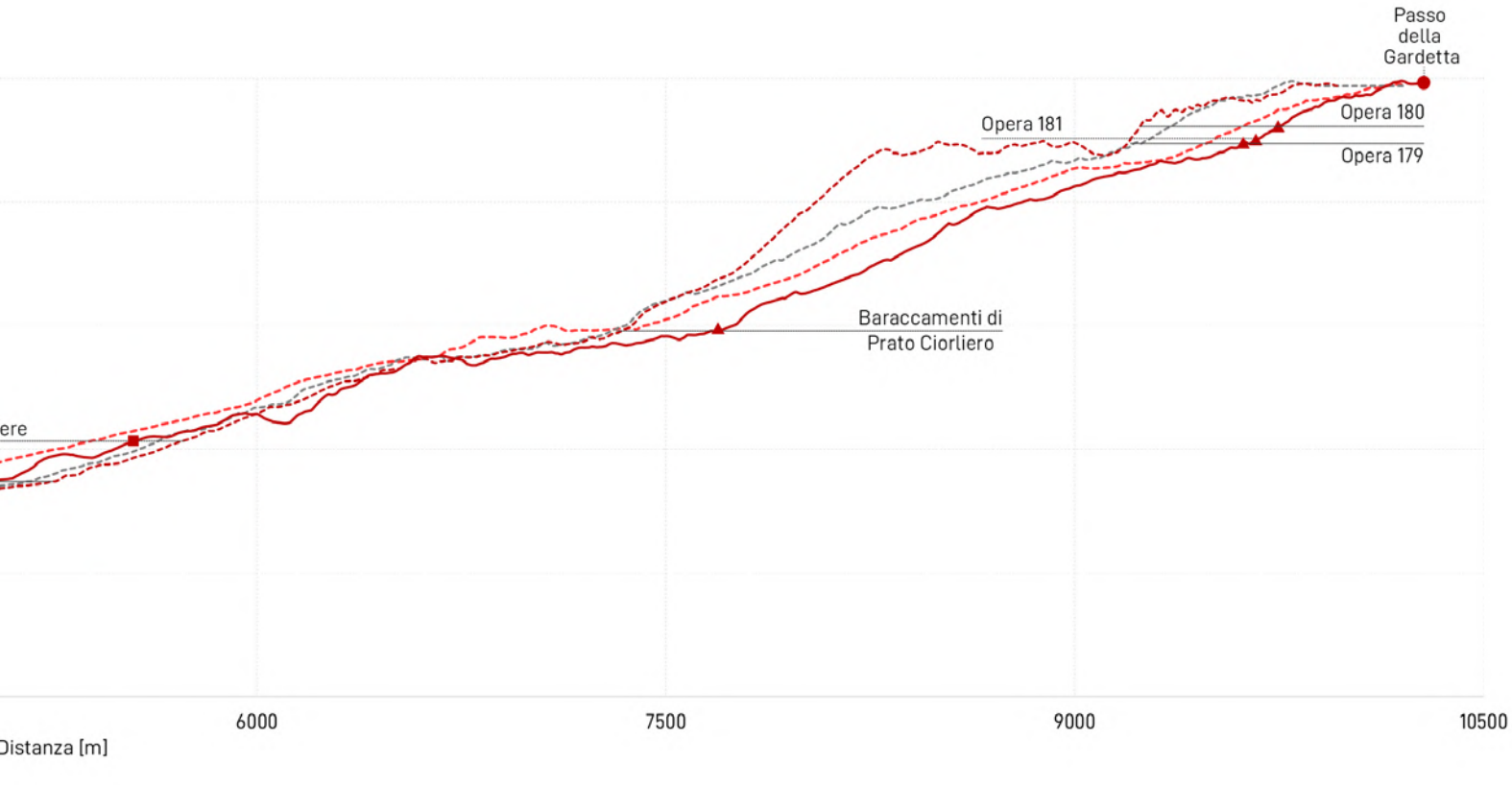
Nonostante quella tra Acceglio e la Gardetta sia una mulattiera esistente da prima del XVIII secolo, in realtà essa, almeno fino al Novecento, non ha visto grandi modifiche e trasformazioni. Per questa ragione, quindi, pur consapevoli che il tracciato di questa strada sia già rappresentato su carte come quella del 1745-57 già citata nei paragrafi precedenti, l'analisi tipologica e altimetrica inizierà a partire da cartografia di inizio '900. Questo è dovuto perlopiù al fatto che fino al 1881 la strada ha continuato ad essere fondamentalmente una mulattiera, per cui non vi erano ragioni per approfondire ulteriormente lo studio nella cartografia storica.

Come si evince dalle due carte riportanti i tracciati del 1907 e del 1930, non vi è stato un sostanziale cambiamento per quanto riguarda la mulattiera che, anzi, ha seguito sempre lo stesso tragitto da Acceglio, verso Frere e poi verso sud, con un breve tratto, poco dopo Chialvetta, costituito da semplice sentiero. Ciò che si denota, invece, è il netto cambiamento di altimetria del tratto di Prato Ciorliero. Nel 1930, esso è caratterizzato da una pendenza costante su tutto il tracciato mentre qualche decennio prima si denotava un tratto breve ma piuttosto ripido seguito da un tratto pianeggiante e, infine, ancora un tratto a pendenza elevata. Si potrebbe, quindi, dire, che nell'arco di 50 anni si sia cercato, in qualche modo, di trovare alternative più brevi, comode e agevoli.

La situazione seguente al progetto di miglioramento del 1938 e rappresentata nel 1955, presenta ancora altre alternative localizzate volte ad agevolarne la pendenza. La lunga mulattiera di quasi 10 km, infatti, è stata trasformata




Maddalena
Acceglio
(1210 m s.l.m.)
Borgata Frere
Ponte Maira
Villaro
Borgata Chialvetta
P.ta Chiotinetta
M. Estelletta
M. Cros
Borgata Pratorotondo
Borgata Viviere
Baraccamenti di Prato Ciorliero
Opera 181
Passo della Gardetta
(2437 m s.l.m.)
Prato Ciorliero
Bric Servino
Opera 180
Opera 179


Passo della Gardetta
Opera 181
Opera 180
Opera 179
Baraccamenti di Prato Ciorliero
ere
6000
7500
9000
10500
Distanza [m]

▶ A destra, **Carta tracciato strade 1907 - 2022 | Acceglio - Passo Gardetta.**

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m) , dataset viabilità BDTRE Regione Piemonte, dataset edificato BDTRE Regione Piemonte, dataset idrografia BDTRE Regione Piemonte, dataset opere del Vallo Alpino Valle Maira e Stura fornito da Primo Reparto Infrastrutture - Torino, dataset strade miliari elaborato dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

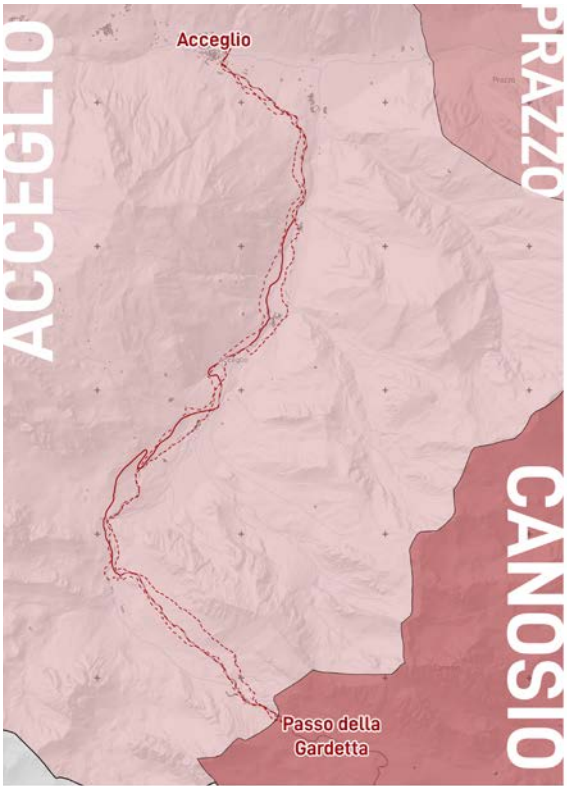
del conflitto. Oltre a ciò, anche il suo tracciato è stato sicuramente ottimizzato e, come già riportato da Boglione, all'altezza di Prato Rotondo, ha abbandonato il sedime della vecchia mulattiera per un nuovo percorso, seppur più lungo, sicuramente con pendenze inferiori.

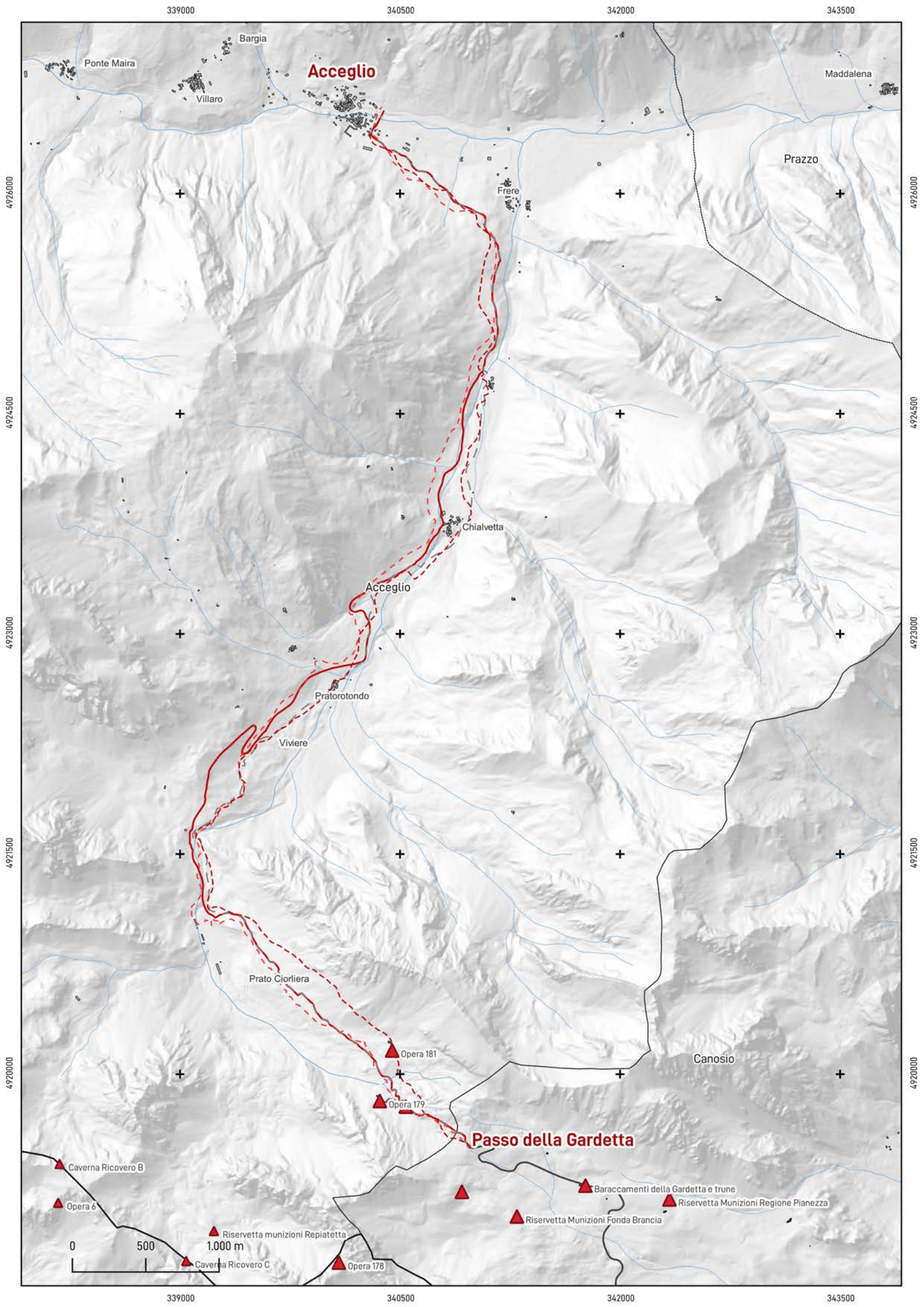
Ciò che, però, appare interessante è quanto avvenuto in seguito alla cessazione del conflitto. Infatti, senza conoscere l'attuale stato della rete stradale di quei luoghi, si potrebbe pensare che ancora oggi quella stessa strada permanga nello stato di secondaria a semplice transito fino all'imbocco di Prato Ciorliero. Eppure non è così. Infatti, conclusasi la guerra e esaurito l'interesse verso l'area della Gardetta e delle fortificazioni, l'unica porzione che pareva utile mantenere efficiente e in quelle stesse condizioni era il tratto fino alla borgata di Viviere mentre il resto avrebbe potuto tranquillamente tornare allo stato di partenza, di antica mulattiera.

Oggi, infatti, della vecchia strada militare a fondo artificiale e opportunamente dotata di tombini, resta solo la porzione utile a raggiungere, da Acceglio, le borgate del Vallone di Unerzio mentre il resto del vecchio tracciato è integrato nella rete sentieristica dell'area. Nonostante, in realtà, si tratti di un percorso molto frequentato e, come si è già visto, interessato da diversi itinerari escursionistici, non è in ottime condizioni e, soprattutto considerando la valenza militare dell'area, non appare neppure opportunamente valorizzato.

▶ A destra, **Schema limiti amministrativi strada Acceglio - Passo della Gardetta.**

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.




339000
340500
342000
343500
4926000
4924500
4923000
4921500
4920000
Bargia
Ponte Maira
Villaro
Acceglio
Maddalena
Prazzo
Frere
Chialvetta
Acceglio
Pratorotondo
Viviere
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Passo della Gardetta
Canosio
Caverna Ricovero B
Opera 6
Riservetta munizioni Repiatetta
Caverna Ricovero C
Opera 178
Baraccamenti della Gardetta e trune
Riservetta Munizioni Regione Pianezza
Riservetta Munizioni Fonda Brancia
0
500
1.000 m

▶ A destra, **Stralcio di Carta d'Italia IGM, levata 1907** - scala 1:50.000 e **Stralcio Carta d'Italia IGM, levata 1930** - scala 1:25.000.

Fonte: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1881, F 79 III - Prazzo.

▶ A destra, **Carte vettorializzazione tracciato Acceglio - Passo della Gardetta al 1881 e al 1930.** *Scala 1:70.000*

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile Acceglio - Passo Gardetta 1881; Shapefile Acceglio - Passo Gardetta 1930.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

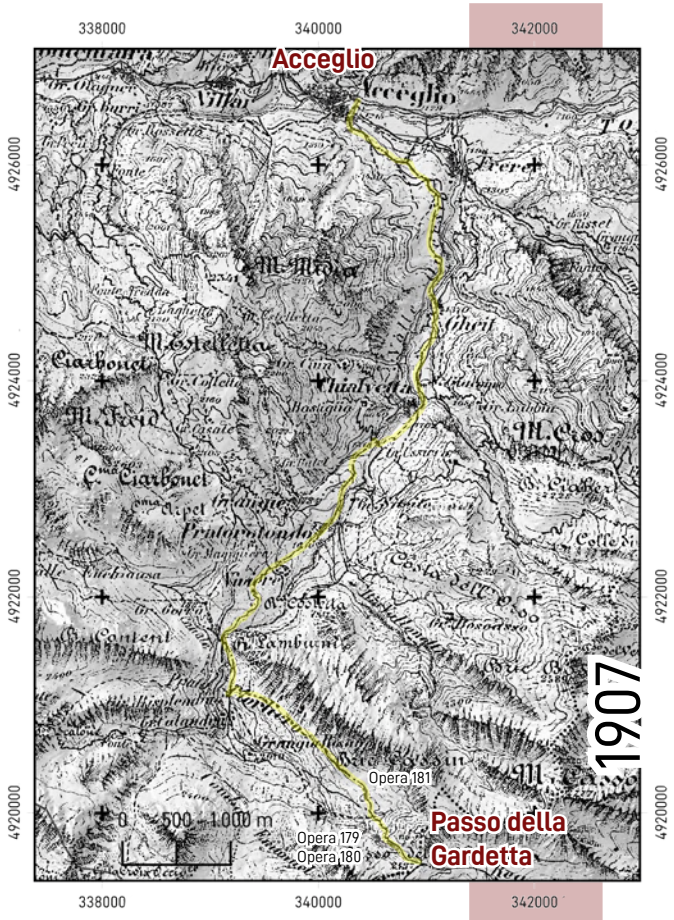
Acceglio_Passo Gardetta | 1907

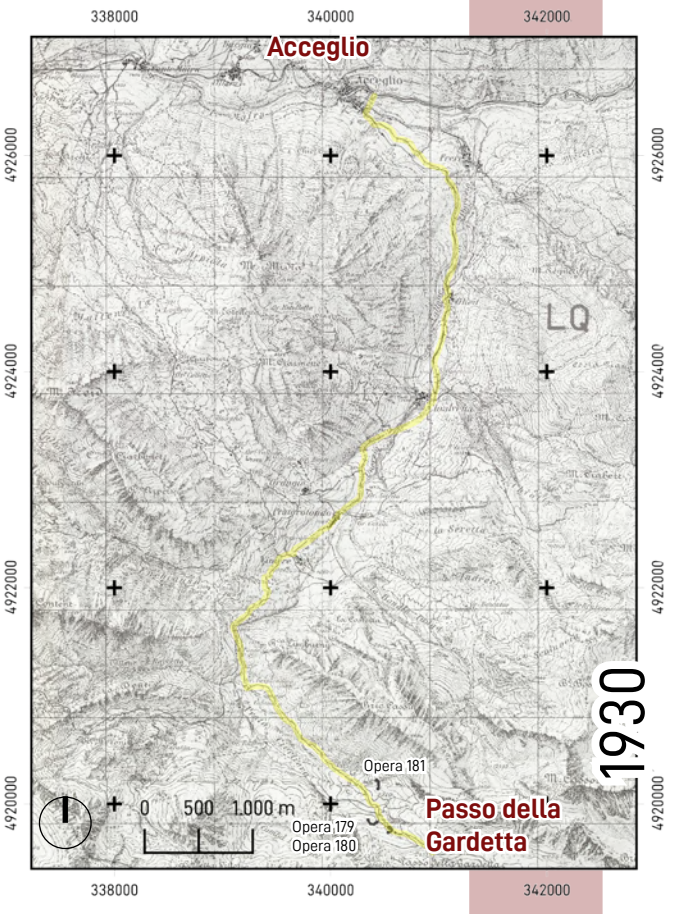
- Strada ordinaria a fondo artificiale di 3° classe
- Mulattiera
- Sentiero

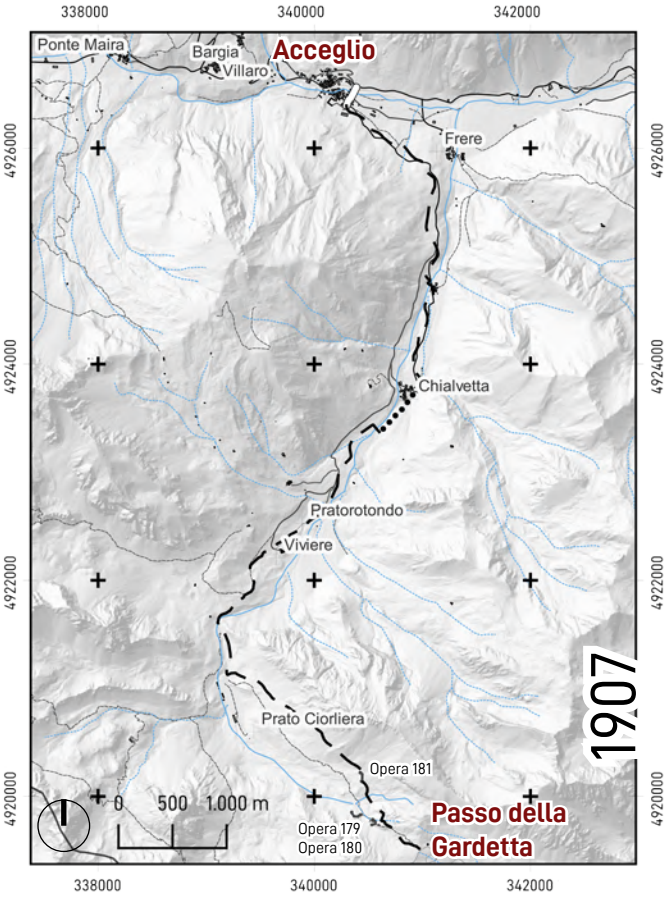
Acceglio_Passo Gardetta | 1930

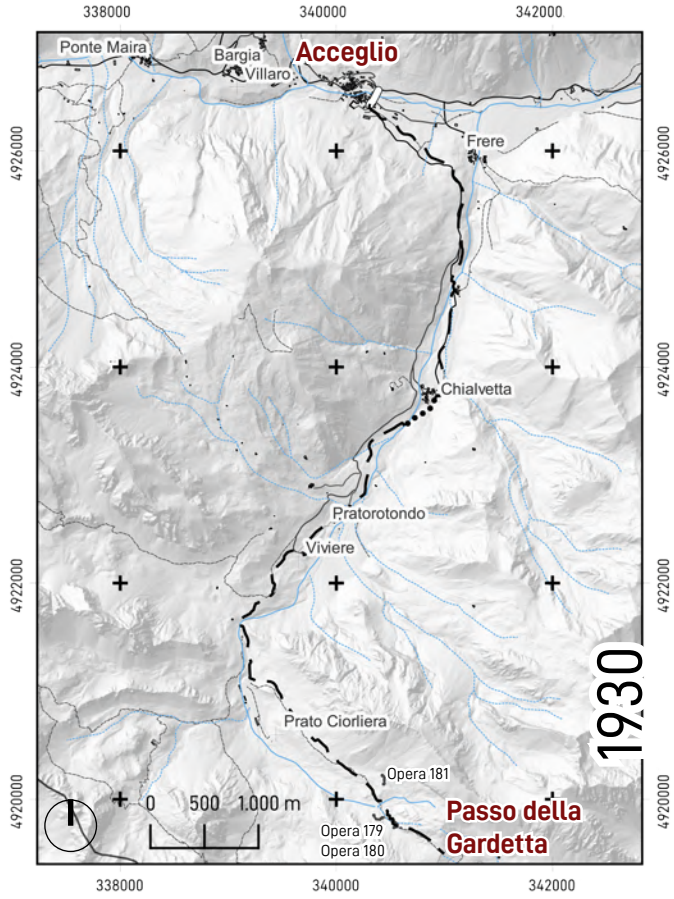
- Strada carreggiabile a fondo naturale
- Mulattiera

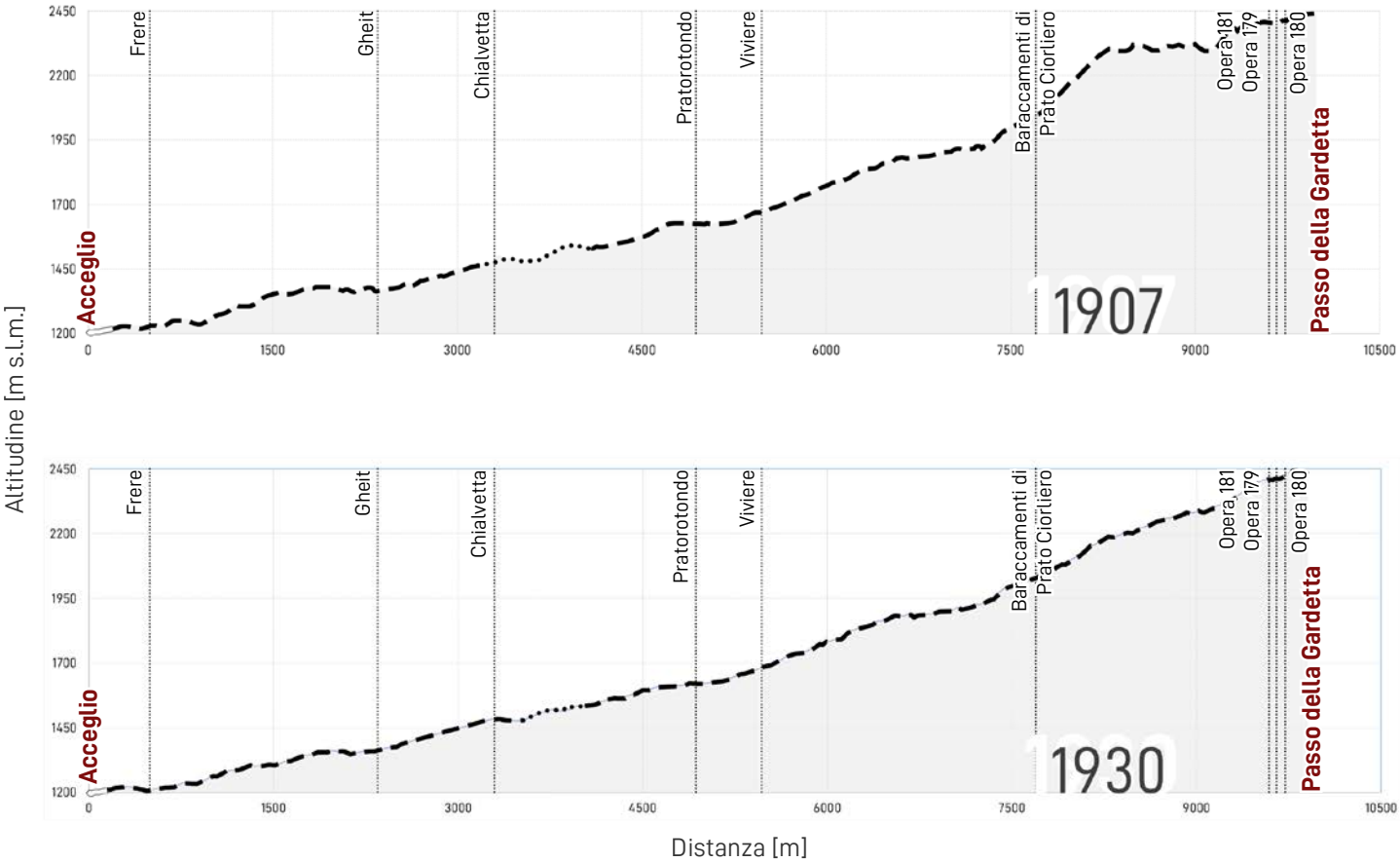
- Viabilità 2022
- Centro abitato






338000
340000
342000
Ponte Maira
Bargia
Villaro
Acceglio
Frere
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
0
500
1.000 m
1907
4926000
4924000
4922000
4920000


338000
340000
342000
Ponte Maira
Bargia
Villaro
Acceglio
Frere
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
0
500
1.000 m
1930
4926000
4924000
4922000
4920000


Altitudine [m s.l.m.]
2450
2200
1950
1700
1450
1200
Acceglio
Frere
Gheit
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Baraccamenti di Prato Ciorliero
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
1907
1930
0
1500
3000
4500
6000
7500
9000
10500
Distanza [m]

▶ A destra, **Stralcio di "Strade militari classificazione 1955".**
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino.

Stralcio di Ortofoto AGEA 2018..
Elaborazione da dati Geoportale Piemonte.

▶ A destra, **Carte vettorializzazione tracciato Acceglio - Passo della Gardetta al 1955 e al 2022.**
Scala 1:70.000

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile Acceglio - Passo Gardetta 1881; Shapefile Acceglio - Passo Gardetta 1930.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

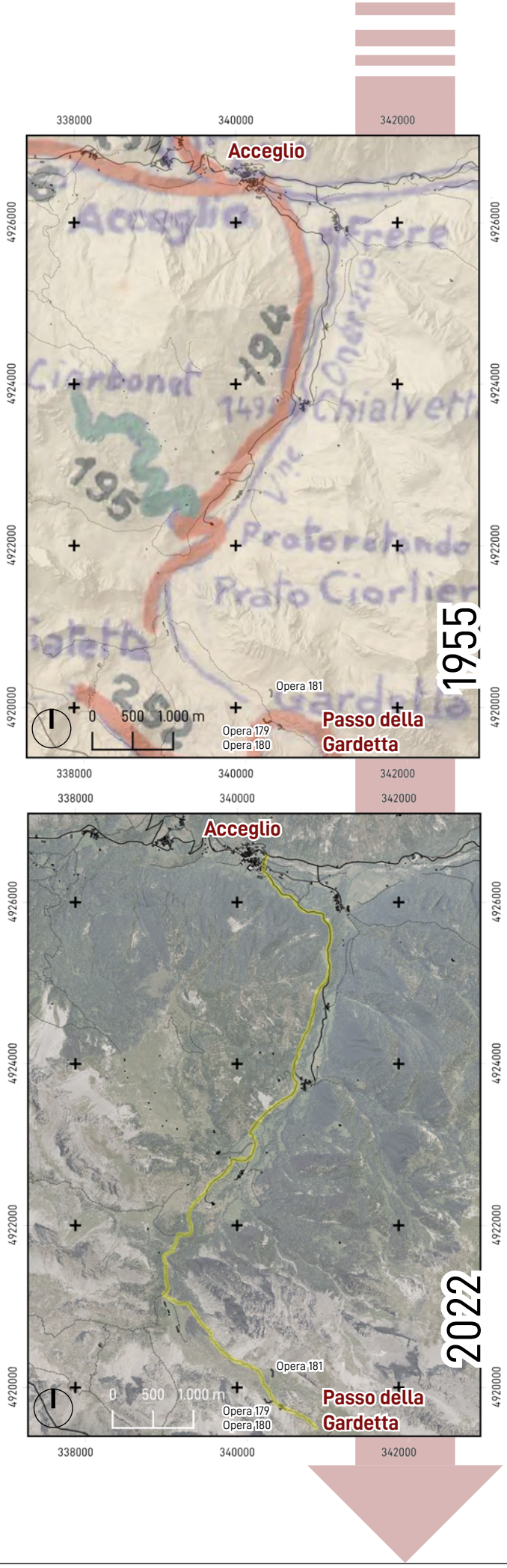
Acceglio_Passo Gardetta | 1955

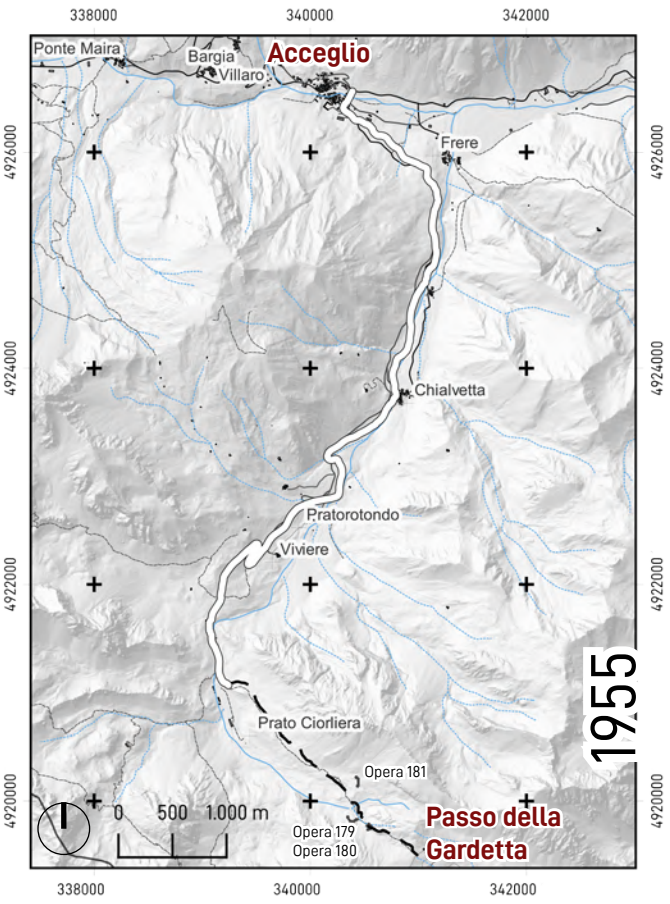
- Strada a semplice transito
- Strada mulattiera

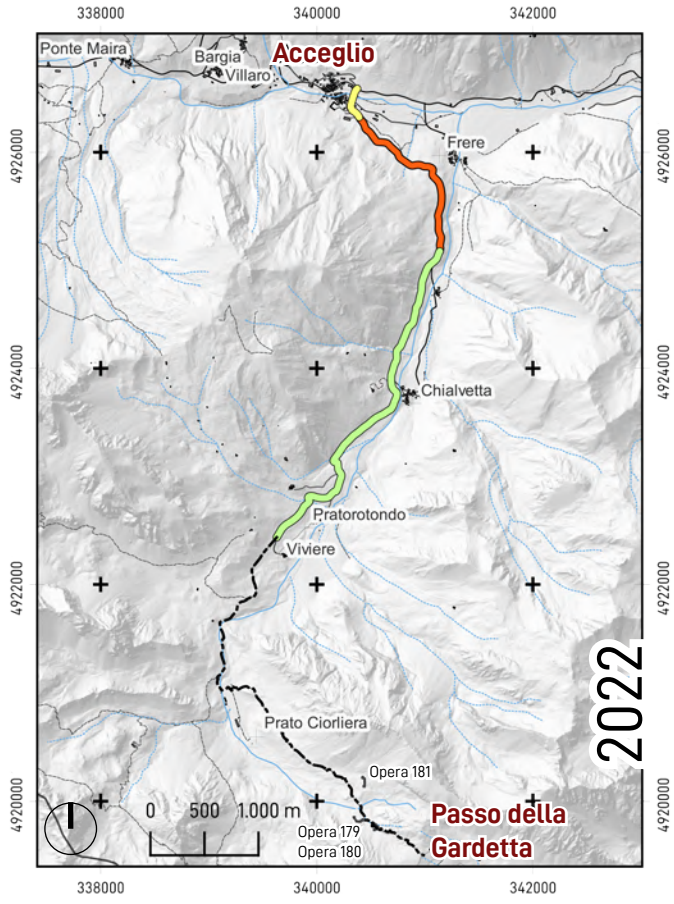
Acceglio_Passo Gardetta | 2022

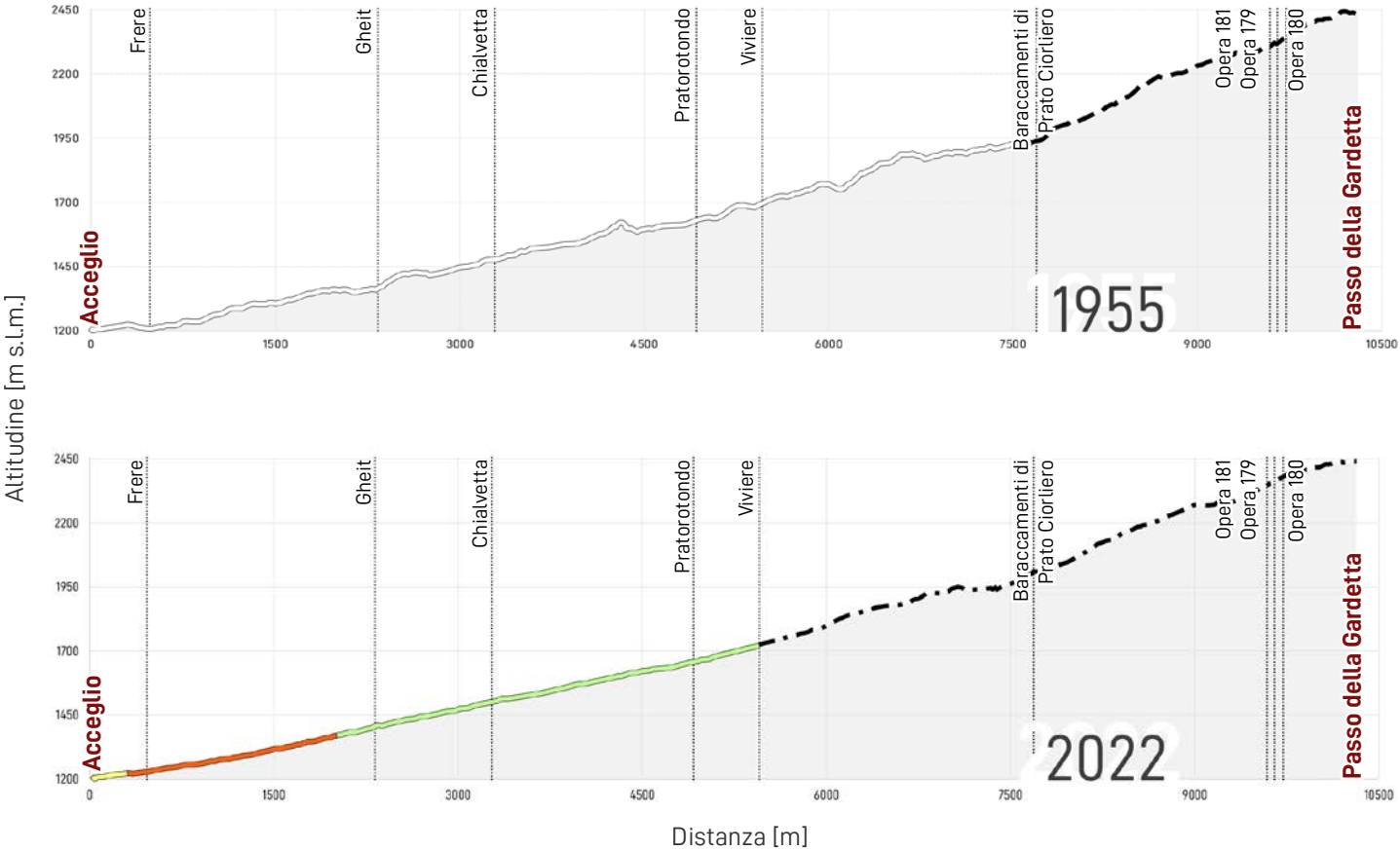
- Strada di collegamento - extraurbana secondaria
- Strada di collegamento - urbana di quartiere
- Strada locale - extraurbana secondaria
- Strada pedonale

- Viabilità 2022
- Centro abitato




338000
340000
342000
Ponte Maira
Bargia
Villaro
Acceglio
Frere
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
0
500
1.000 m
4926000
4924000
4922000
4920000
1955


338000
340000
342000
Ponte Maira
Bargia
Villaro
Acceglio
Frere
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
0
500
1.000 m
4926000
4924000
4922000
4920000
2022


Altitudine [m s.l.m.]
2450
2200
1950
1700
1450
1200
Acceglio
Frere
Gheit
Chialvetta
Pratorotondo
Viviere
Baraccamenti di Prato Ciorliero
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Passo della Gardetta
0
1500
3000
4500
6000
7500
9000
10500
1955
2022
Distanza [m]

▶ A destra, **Vista assonometrica strada militare 254, 341, 342 | Demonte - Passo della Gardetta**.

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

▼ In basso, **Profilo d'elevazione strada militare 254, 341, 342 | Demonte - Passo della Gardetta**.

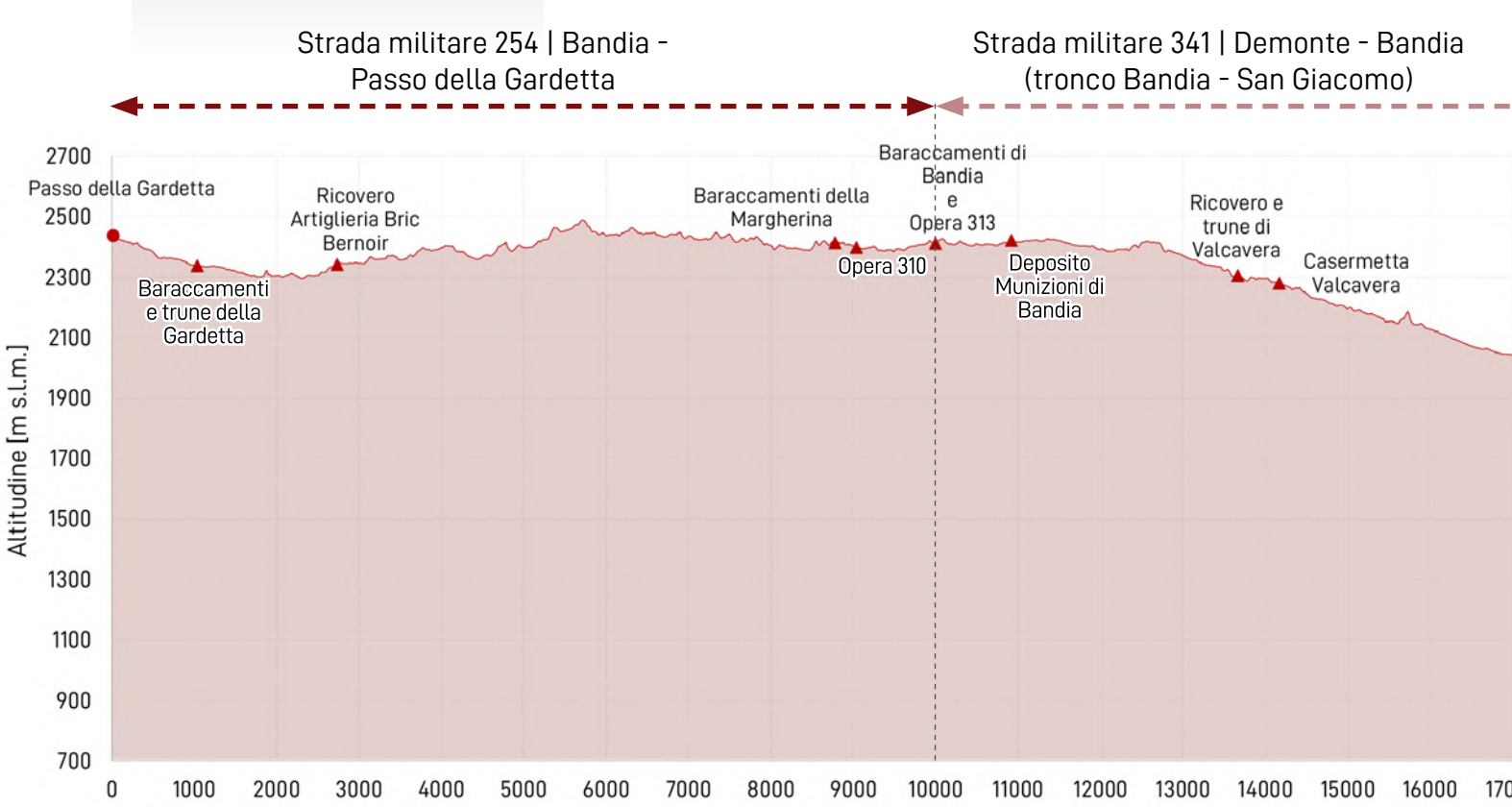
Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

4.6.2 Strada militare 254, 341 & 342 | Demonte – Passo della Gardetta

La strada tra il Passo della Gardetta e Demonte si configura, storicamente, come una dorsale di collegamento tra la Valle Maira e Stura. Essa, infatti, seppur nella forma di strada percorribile a cavallo, sin dal XVIII secolo, permetteva il transito tra il Forte di Demonte e i trinceramenti posti nei pressi del confine, tra cui quelli della Gardetta e delle Barricate. Il suo valore, nonostante il trascorrere dei secoli, non è mai venuto meno e, anzi, è stato ancora una volta incrementato durante il secondo conflitto mondiale quando, attraverso il Vallone dell'Arma, questa strada permetteva i collegamenti con il fronte e le opere del Vallo Alpino. Come nel caso della strada militare 194, anch'essa fu soggetta a tutta una serie di progetti di trasformazione, miglioramento e adeguamento ed era stata suddivisa in due tratti. Il primo, da Gardetta a Bandia, a cui era associato il numero 194; il secondo, da Bandia fino a Demonte, con il numero 341[69].

Probabilmente, da quanto riporta Minola, questa strada era stata pensata come carrellabile di tipo C e i lavori dovevano essere stati realizzati prima di quelli della strada tra Acceglio e la Gardetta. Nel 1939, infatti, le relazioni dell'Ufficio Lavori del Genio Militare del Corpo d'Armata di Alessandria facevano riferimento a questa come una strada già in funzione, realizzata con caratteristiche riferite alla tipo C, almeno

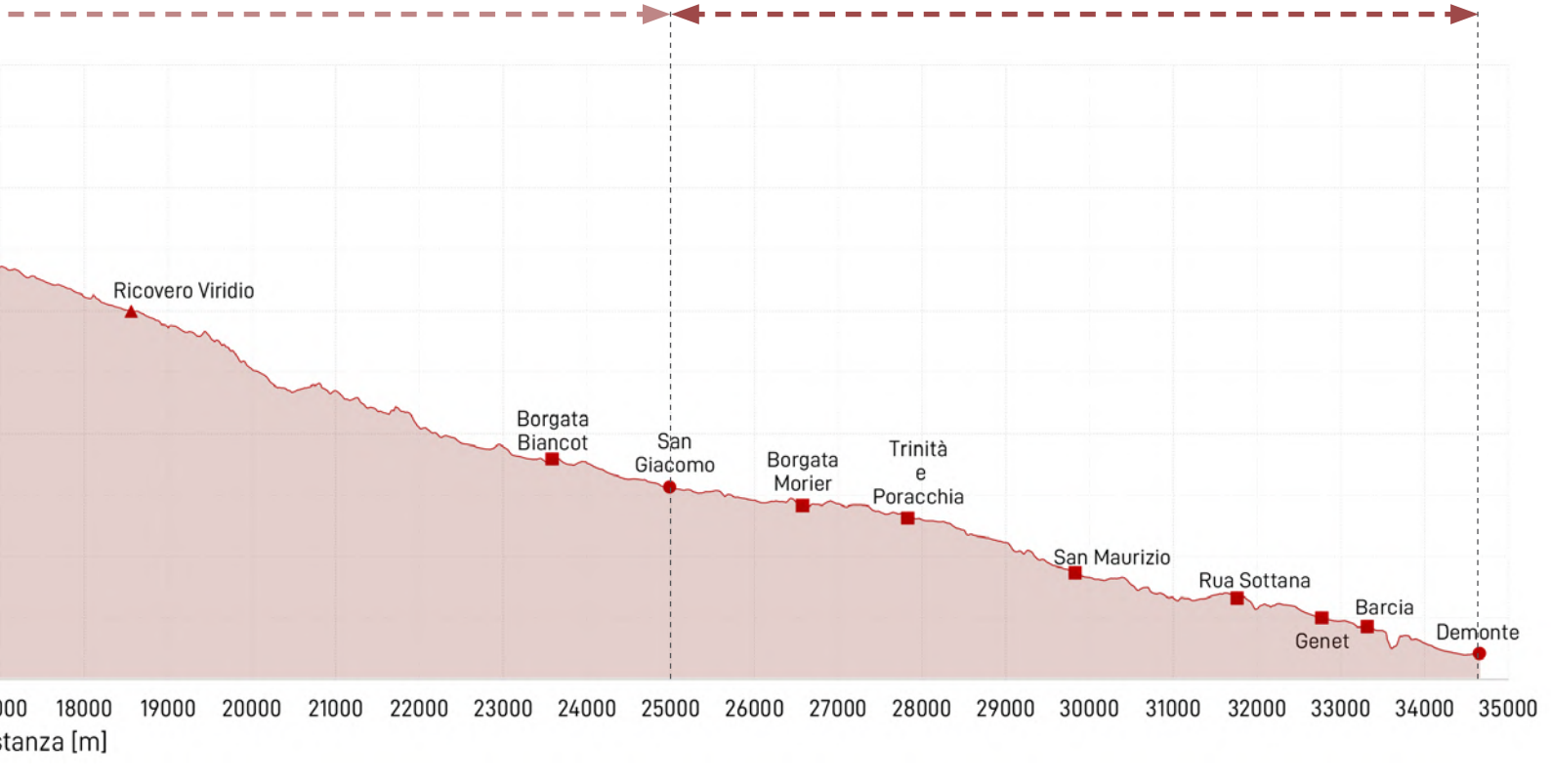
69 Archivio Primo Reparto Infrastrutture – Torino.





Strada militare 341 | Demonte - Bandia (tronco Bandia - San Giacomo)

Strada militare 342 | Demonte - Bandia (tronco San Giacomo - Demonte)



▶ A destra, **Carta tracciato strada militare 308 - 309 | Demonte - Passo della Gardetta**.

Dati:
Ortofoto AGEA 2018, dataset viabilità BDTRE Regione Piemonte, dataset edificato BDTRE Regione Piemonte, dataset idrografia BDTRE Regione Piemonte, dataset opere del Vallo Alpino Valle Maira e Stura fornito da Primo Reparto Infrastrutture - Torino, dataset strade miliari elaborato dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

▼ In basso, **Profilo delle pendenze strada militare 254, 341, 342 | Demonte - Passo della Gardetta**.

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

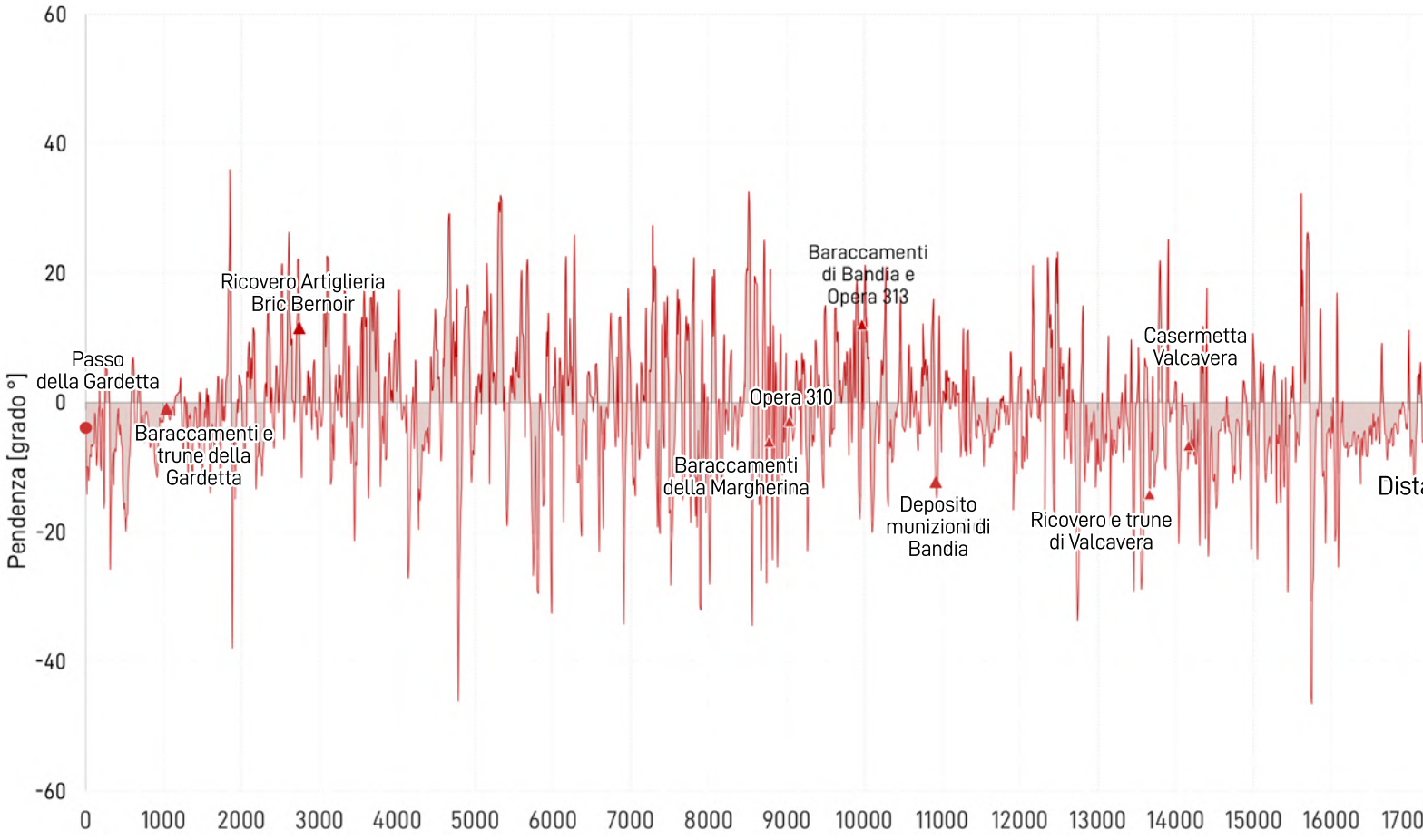
fino ai ricoveri della Gardetta. Il tratto, invece, tra questi e l'omonimo passo è stato realizzato e concluso in un secondo momento che, probabilmente, è quello a cui si riferisce la scheda della mulattiera Prato Ciorliero-Gardetta quando cita la dismissione di suddetta strada, in favore di quella che giungeva da Demonte.

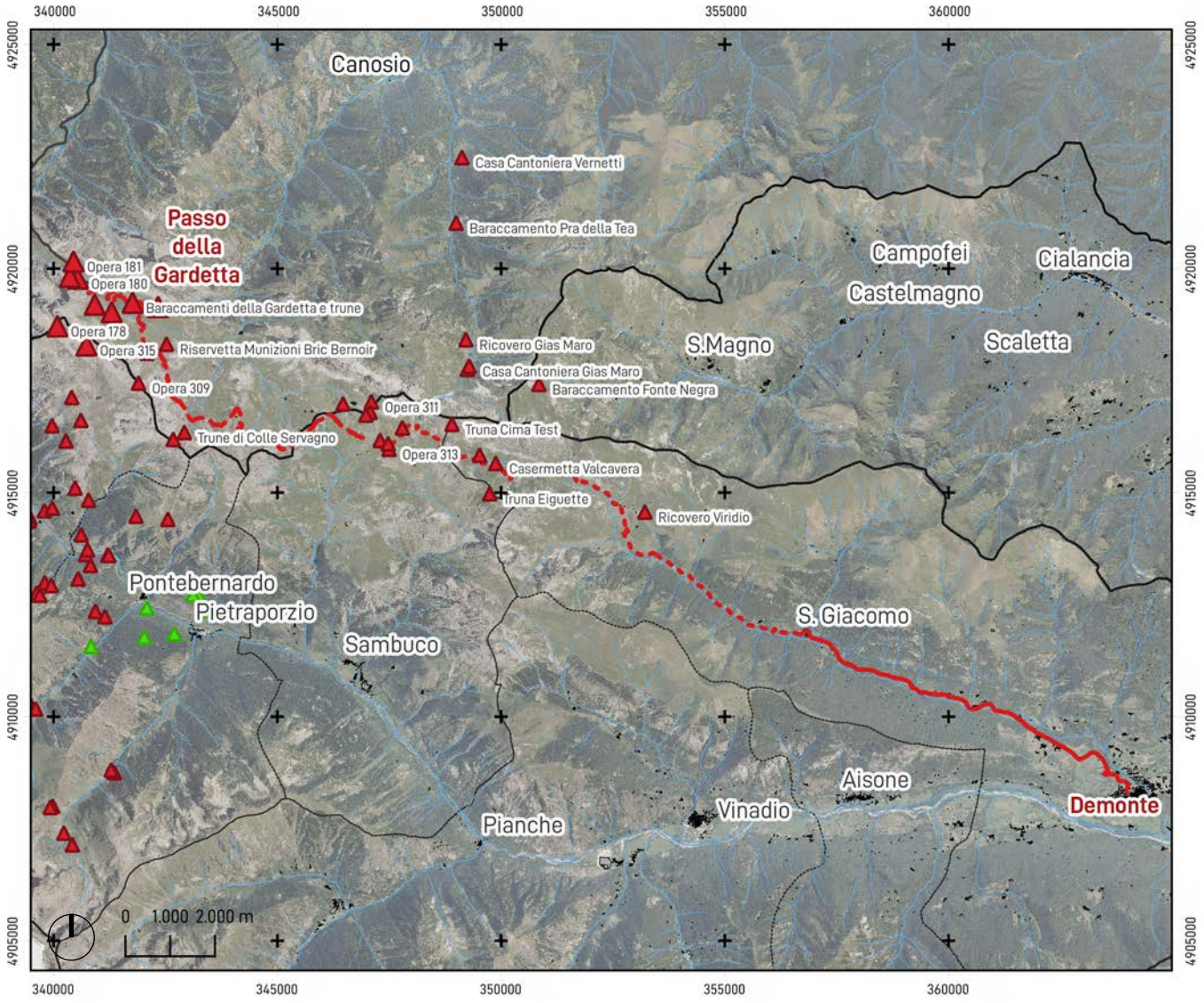
Della seconda metà del 1939, invece, sono tutta una serie di progetti di trasformazione del primo tratto della strada, tra Demonte e Viridio, in secondaria a semplice transito, in ottemperamento alle nuove circolari emanate, e di una serie allargamenti e varianti nella stessa area.[70]

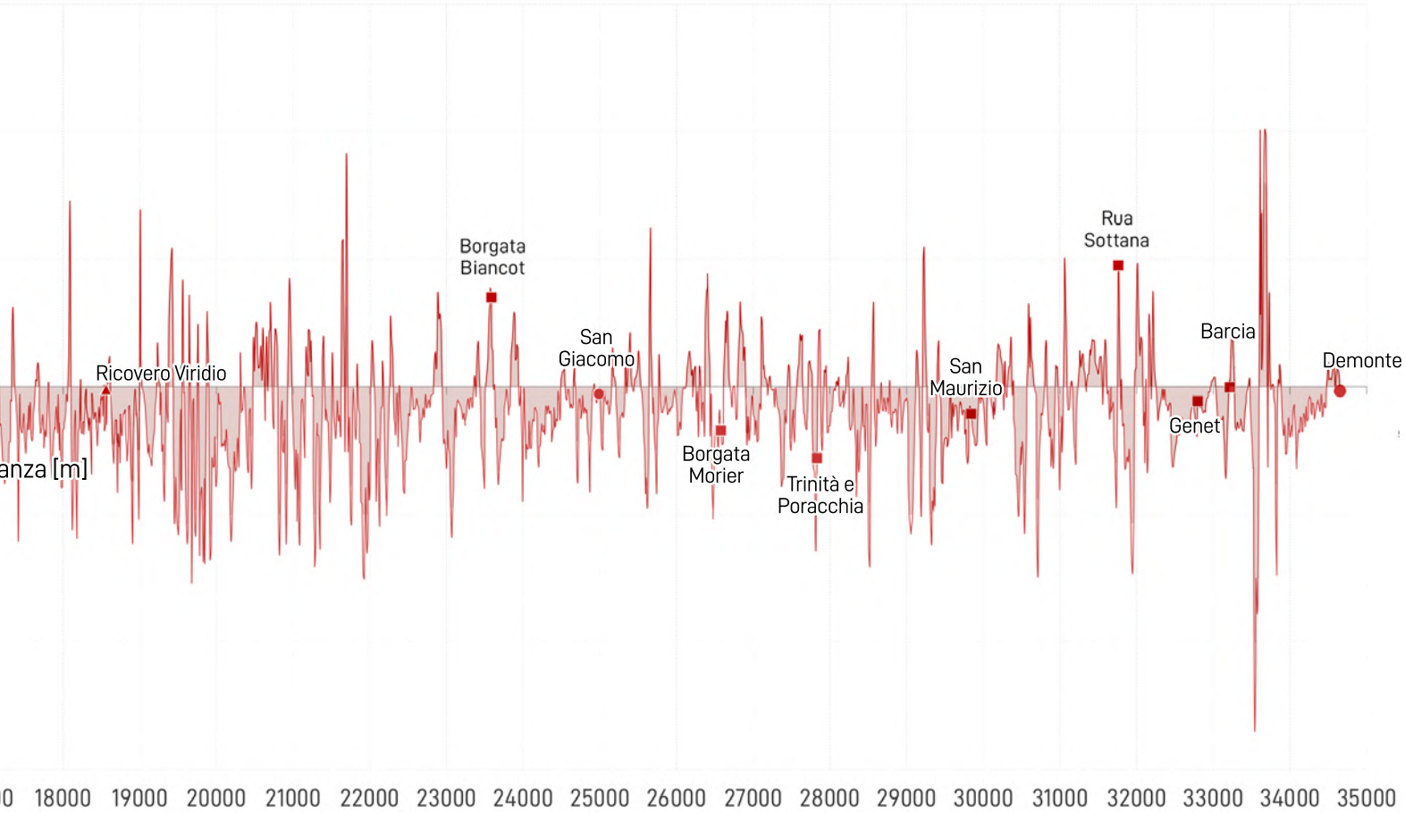
Alla fine del conflitto, comunque, la strada venne catalogata per l'intera lunghezza come carrareccia ed era dotata di diversi ponti, due dei quali nel solo tratto tra i baraccamenti della Gardetta e l'omonimo passo.

Come si evince dell'analisi altimetrica realizzata in ambiente GIS, essa copriva un dislivello di circa 1700 m in poco più di 20 km mentre il tratto finale, tra la Bandia e la Gardetta presentavano un dislivello piuttosto ridotto di circa 200 m. Anche per quanto riguarda la pendenza, essa è piuttosto bassa e regolare nel primo tratto mentre, nella porzione tecnicamente più breve e con minor dislivello, le pendenze incrementano fino a picchi di oltre il 30%.

70 Ibidem.




340000
345000
350000
355000
360000
4925000
4920000
4915000
4910000
4905000
Canosio
Casa Cantoniera Vernetti
Passo della Gardetta
Baraccamento Pra della Tea
Opera 181
Opera 180
Baraccamenti della Gardetta e trune
Opera 178
Opera 315
Riservetta Munizioni Bric Bernoir
Opera 309
Trune di Colle Servagno
Ricovero Gias Maro
Casa Cantoniera Gias Maro
Baraccamento Fonte Negra
Opera 311
Truna Cima Test
Opera 313
Casermetta Valcavera
Truna Eiguette
Ricovero Viridio
Campofei
Cialancia
Castelmagno
S.Magno
Scaletta
Pontebernardo
Pietraporzio
Sambuco
S. Giacomo
Aisone
Vinadio
Demonte
Pianche
0 1.000 2.000 m


Ricovero Viridio
Borgata Biancot
San Giacomo
Borgata Morier
Trinità e Poracchia
San Maurizio
Rua Sottana
Genet
Barcia
Demonte
anza [m]
0
18000
19000
20000
21000
22000
23000
24000
25000
26000
27000
28000
29000
30000
31000
32000
33000
34000
35000

▶ A destra, **Vista assonometrica strade 1907 - 2022 | Demonte - Passo Gardetta.**

▼ In basso, **Profilo d'elevazione delle strade 1907 - 2022 | Demonte - Passo Gardetta.**

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Legenda

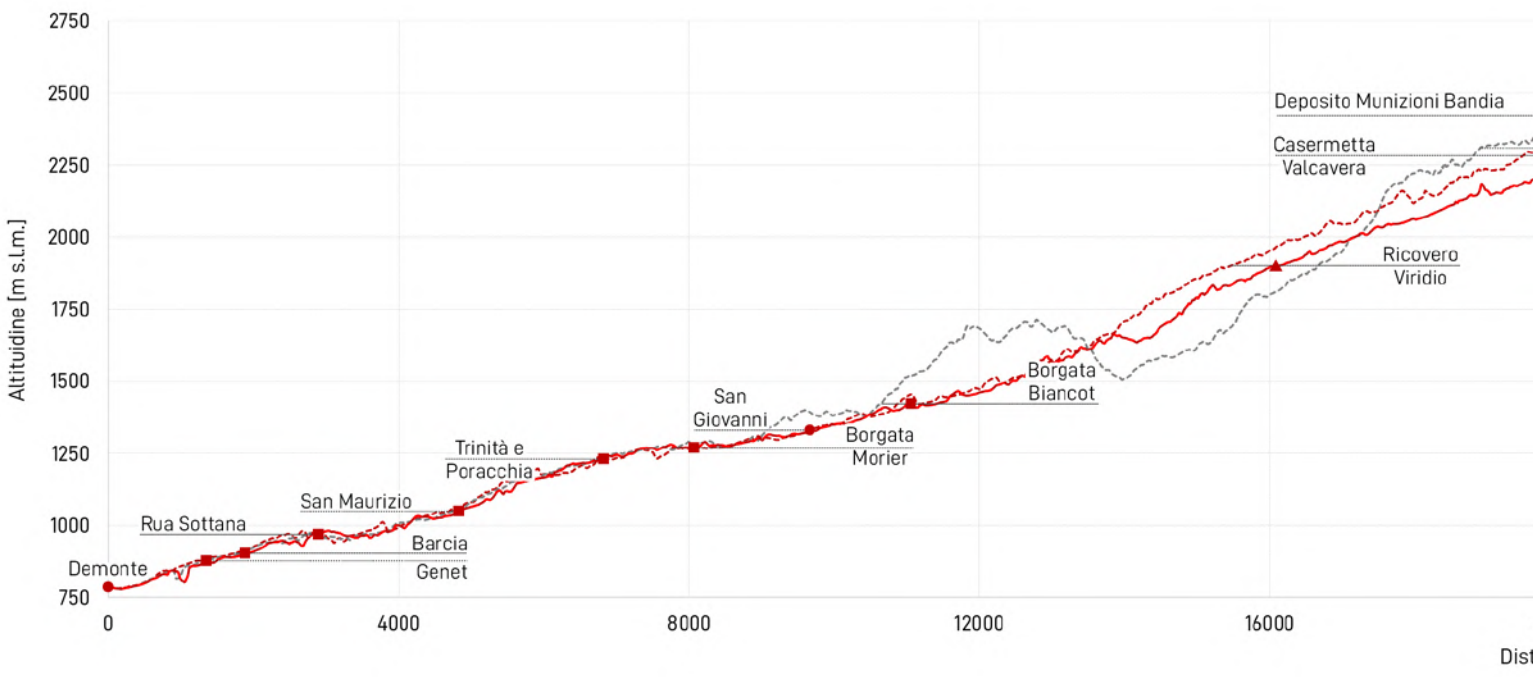
- Strada al 1907
- Strada al 1930
- Strada militare 194 al 1955
- Strada al 2022
- Comune/borgata
- Opera militare

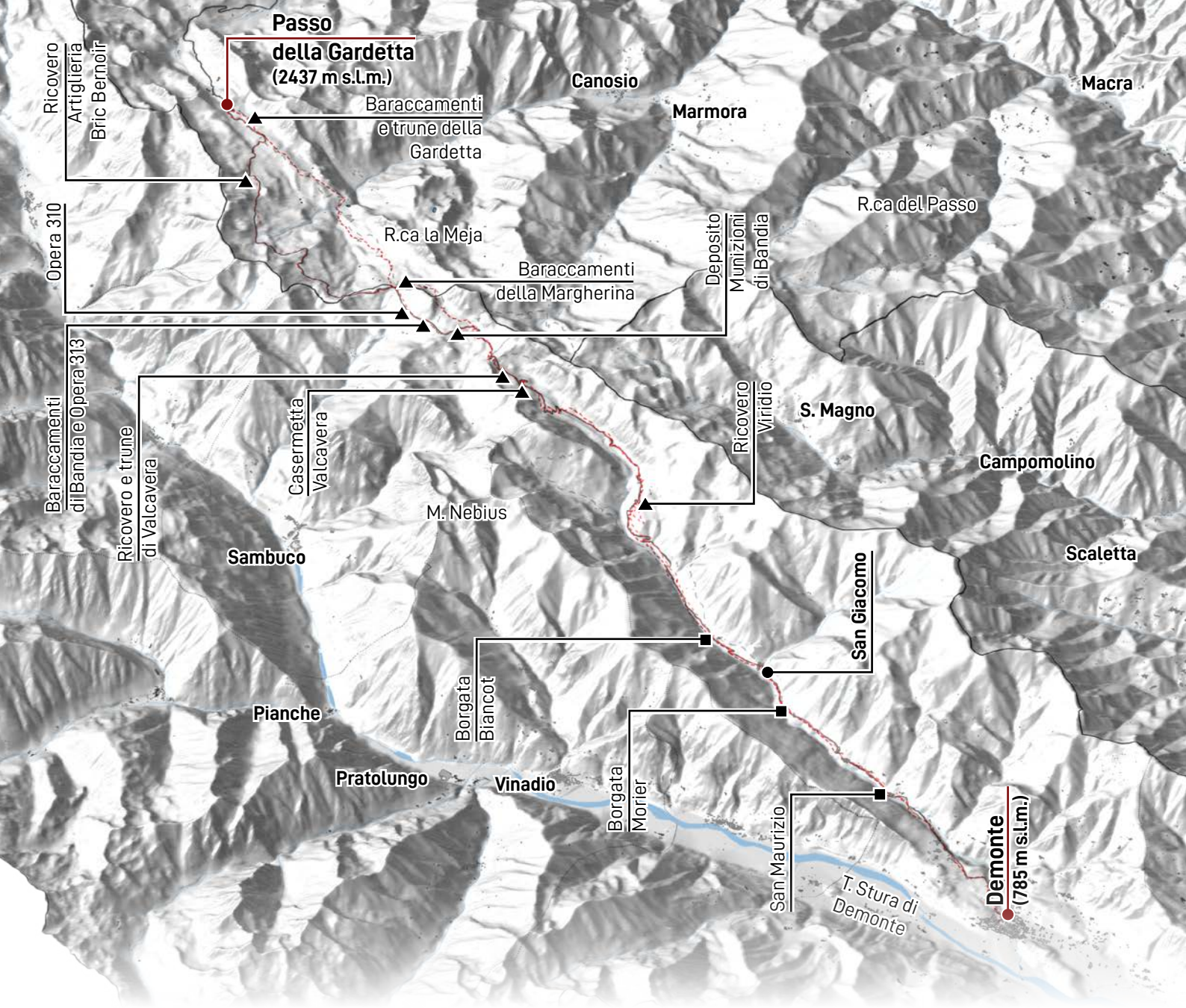
/ Demonte-Passo della Gardetta trasformazioni

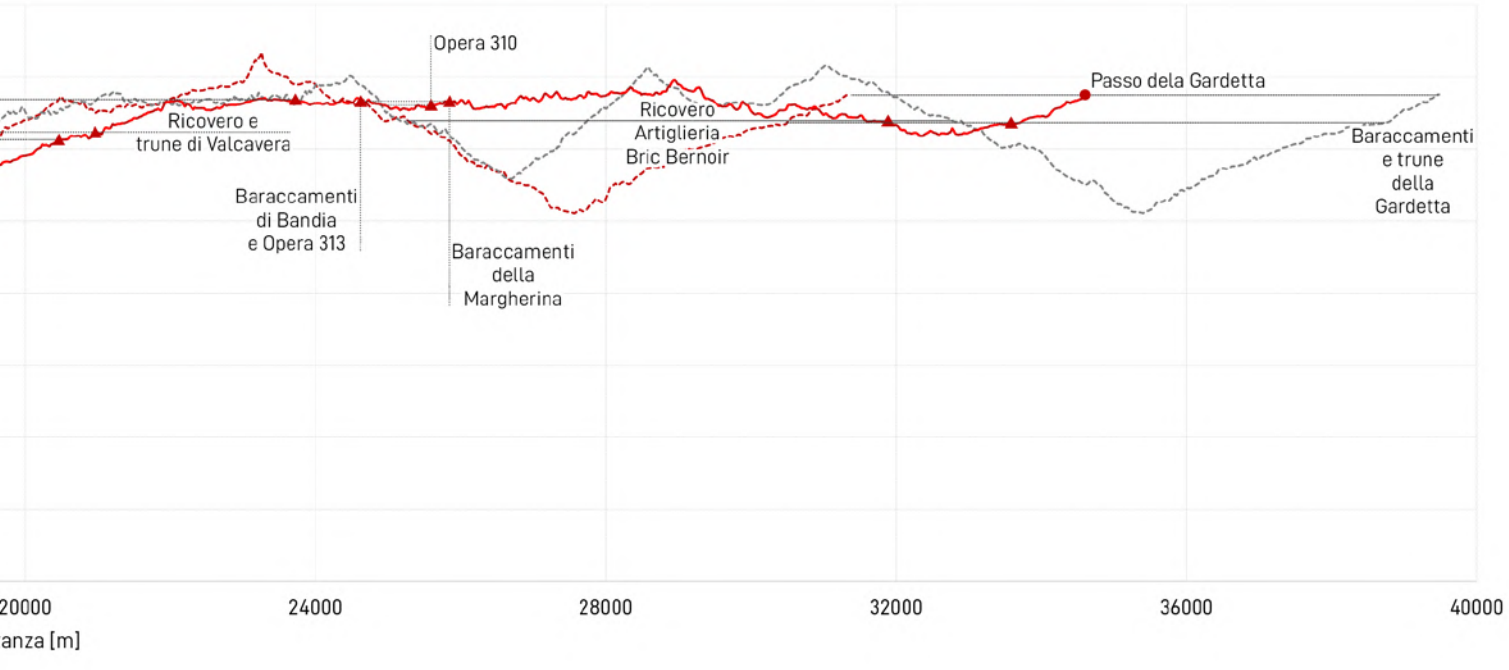
Se nel caso della strada 194 non erano state registrate grandi trasformazioni tra il tracciato di fine Ottocento e quello di inizio XXI secolo, in questo caso la situazione è lievemente diversa e in modo singolare. Infatti, mentre il tragitto della strada ottocentesca segue per una buona percentuale quello sia della successiva strada militare che di quella odierna, il tracciato di inizio novecento si differenzia completamente, allungando del tutto il percorso, senza tener conto del passaggio attraverso il Vallone dell'Arma che, comunque, è precedente al XX secolo. La mulattiera presente sulla carta del 1930, infatti, segue una deviazione rispetto al suddetto Vallone e si ricollega al tracciato già seguito nel 1880 solo all'altezza del Colle di Valcavera.

Ciò che appare insolito, però, non è il fatto che il percorso tra i due secoli sia diverso, anzi, questo è un fenomeno piuttosto comune. La singolarità, invece, è legata al fatto che la mulattiera ottocentesca non venga affatto rappresentata nella carta successiva di qualche anno ma, nonostante ciò, essa sia ripresa e sfruttata come percorso militare alla fine degli anni '30 del Novecento.

A parte questo dettaglio, comunque, in generale, la strada Demonte – Gardetta fino allo scoppio della Seconda Guerra Mondiale era costituita da un primo tratto, tra Demonte e San Giacomo, di tipo carreggiabile con fondo artificiale mentre quello restante, a parte un tratto a sentiero, era costituita da una estesa mulattiera.

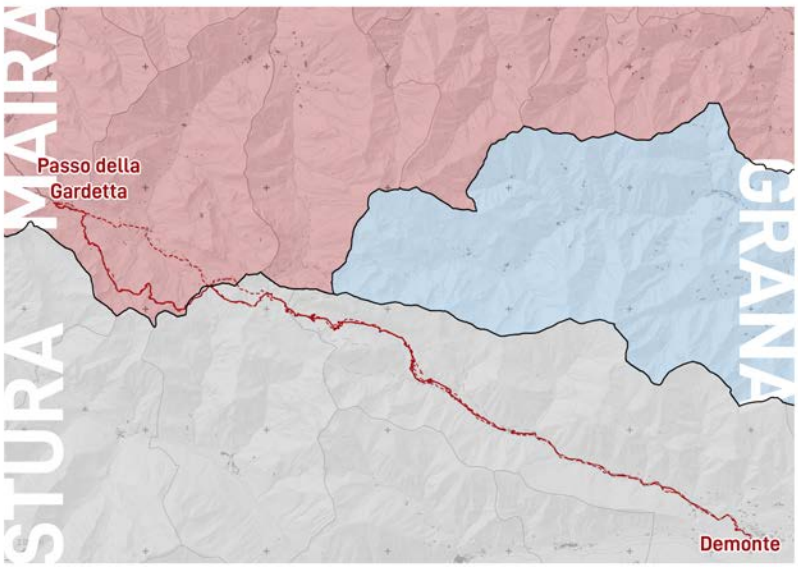



Passo
della Gardetta
(2437 m s.l.m.)
Ricovero
Artiglieria
Bric Bernoir
Baraccamenti
e trune della
Gardetta
Canosio
Marmora
Macra
R.ca del Passo
Opera 310
R.ca la Meja
Baraccamenti
della Margherina
Deposito
Munizioni
di Bandia
Baraccamenti
di Bandia e Opera 313
Ricovero e trune
di Valcavera
Casermetta
Valcavera
Ricovero
Viridio
S. Magno
Campomolino
M. Nebius
Sambuco
Scaletta
San Giacomo
Borgata
Biancot
Pianche
Pratolungo
Vinadio
Borgata
Morier
San Maurizio
T. Stura di
Demonte
Demonte
(785 m s.l.m.)


Opera 310
Ricovero e
trune di Valcavera
Ricovero
Artiglieria
Bric Bernoir
Passo dela Gardetta
Baraccamenti
e trune
della
Gardetta
Baraccamenti
di Bandia
e Opera 313
Baraccamenti
della
Margherina
20000
24000
28000
32000
36000
40000
anza [m]

▶ A destra, **Schema limiti amministrativi strada Acceglio - Passo della Gardetta.**

Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.



▶ A destra, **Carta tracciato strade 1907 - 2022 | Acceglio - Passo Gardetta.**

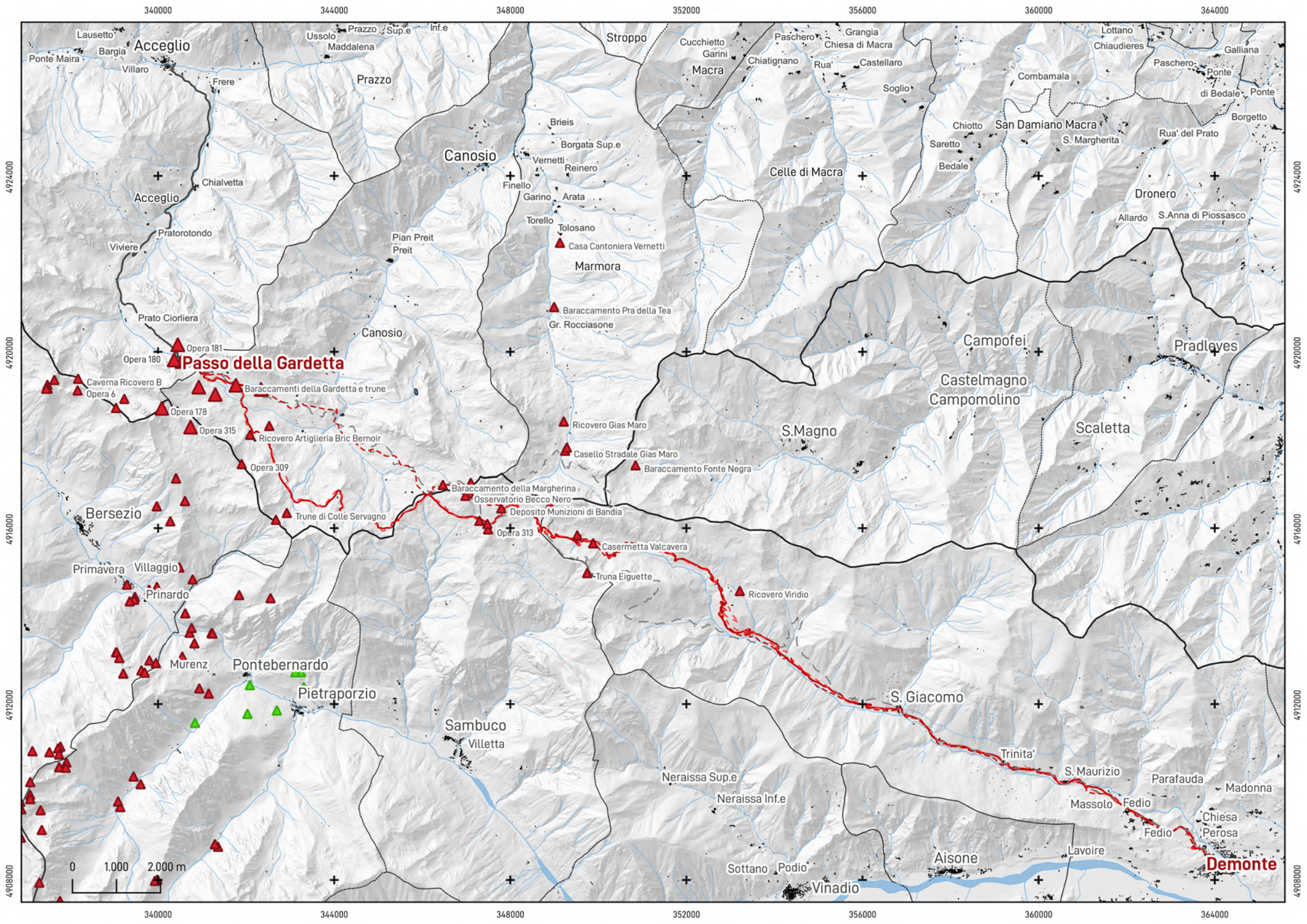
Elaborazioni a cura dell'autore su applicativo GIS, partendo da dati sulle strade da Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

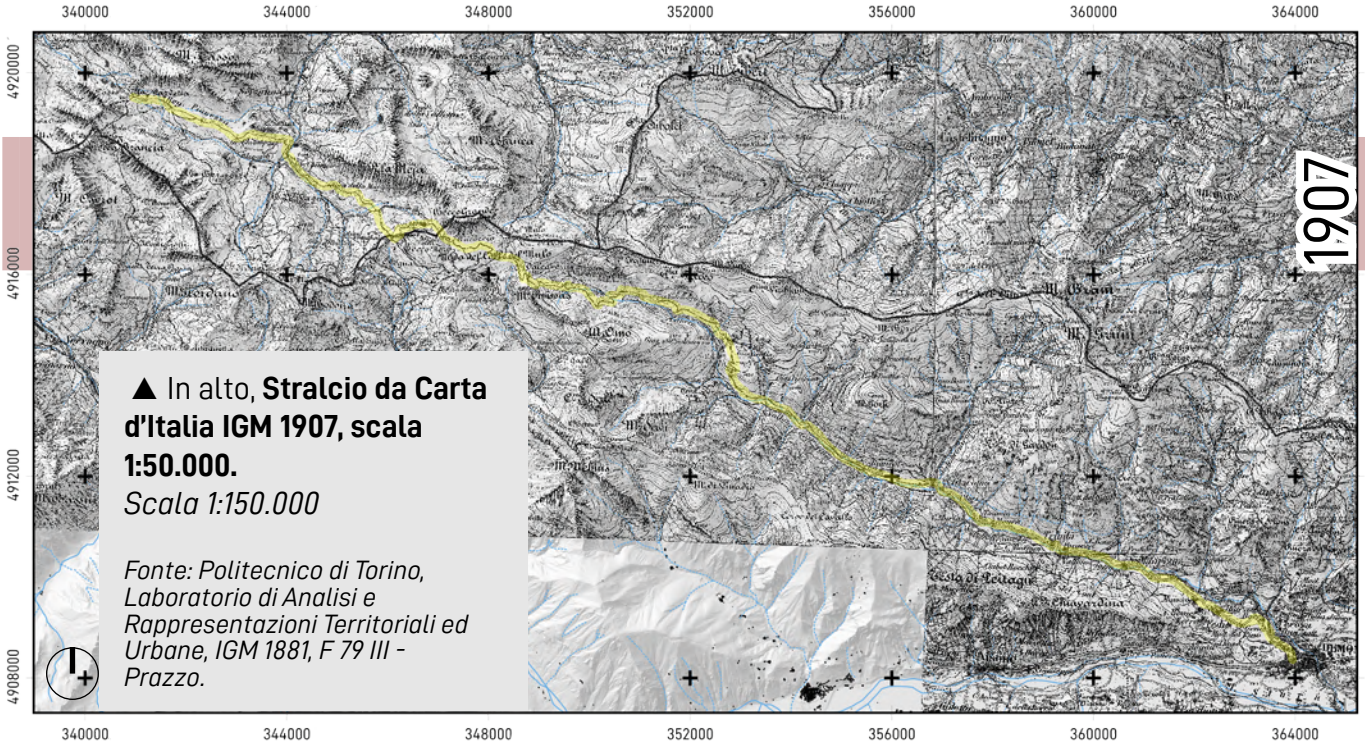
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m) , dataset viabilità BDTRE Regione Piemonte, dataset edificato BDTRE Regione Piemonte, dataset idrografia BDTRE Regione Piemonte, dataset opere del Vallo Alpino Valle Maira e Stura fornito da Primo Reparto Infrastrutture - Torino, dataset strade miliari elaborato dall'autore.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Quest'ultima, in particolare, seguiva un tragitto poco regolare e definito da una serie di ripide salite e discese che sarebbe stato regolarizzato solo in seguito ai lavori di trasformazioni attuati dal Genio Militare di Cuneo. Questi lavori, già citati a inizio paragrafo, trasformarono l'intera via, che in realtà era divisa in due tronchi, in un'unica prima in una carrareccia di tipo C e, successivamente in una secondaria a semplice transito.

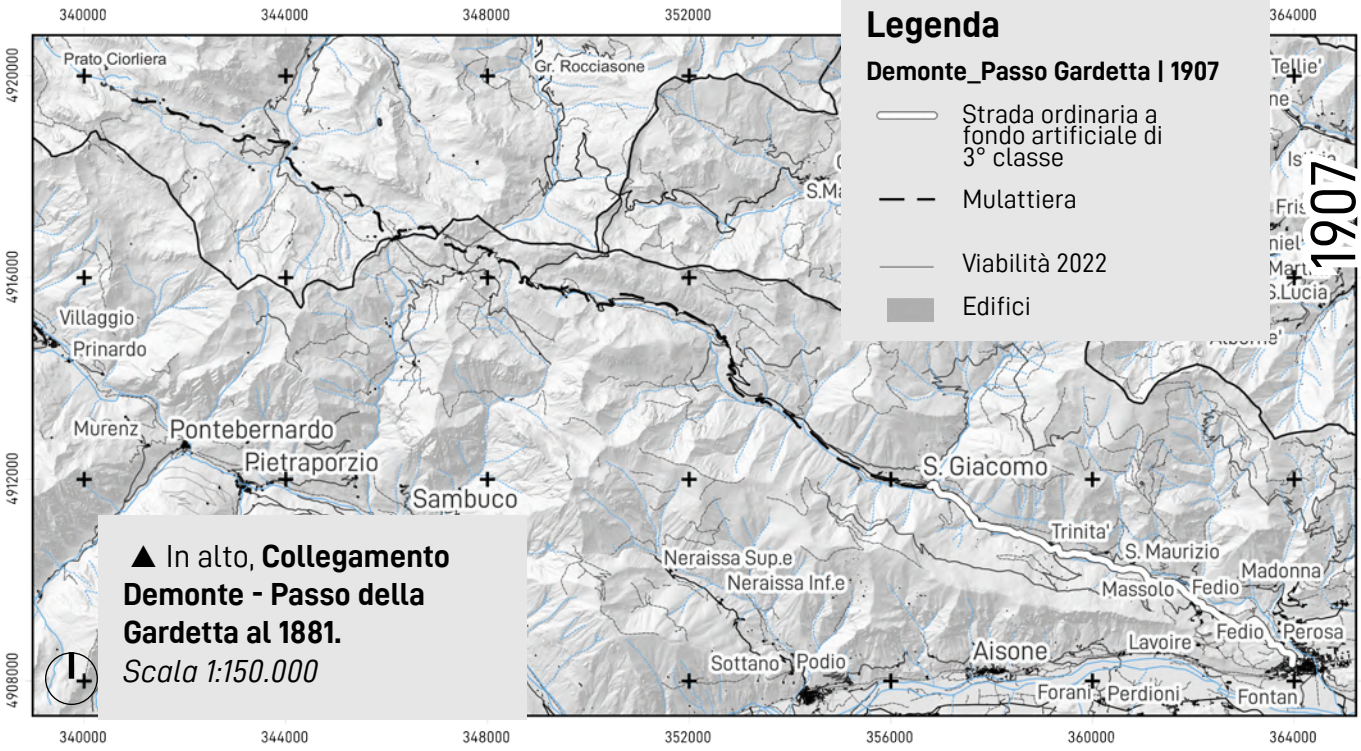
Parallelamente a quanto avvenuto per il caso della strada Acceglio – Gardetta, anche questa strada è stato oggetto di cessione al Demanio dello Stato e solo una parte è stata mantenuta in funzione. In particolare, si tratta di tutta il percorso che ricade nel limite amministrativo della Valle Stura e che, tra l'altro, è stato dotato di fondo asfaltato, mentre, per quanto concerne la porzione in Valle Maira, essa, è tornata allo stato di strada pedonale, anch'essa integrata nella rete escursionistica valliva e caratterizzata da un fondo naturale, seppur regolare e palesemente oggetto di manutenzione.


340000
344000
348000
352000
356000
360000
364000
4924000
4920000
4916000
4912000
4908000
Lausetto
Acceglio
Bargia
Ponte Maira
Villaro
Frere
Ussolo
Prazzo
Sup.e
Inf.e
Maddalena
Prazzo
Stroppo
Cucchietto
Garini
Macra
Paschero
Grangia
Chiesa di Macra
Chiatignano
Rua'
Castellaro
Soglio
Lottano
Chiaudieres
Galliana
Paschero
Ponte
Combamala
di Bedale
Ponte
Borgetto
Chiotto
San Damiano Macra
S. Margherita
Rua' del Prato
Saretto
Bedale
Brieis
Borgata Sup.e
Canosio
Vernetti
Reinero
Finello
Garino
Arata
Celle di Macra
Chialvetta
Acceglio
Pratorotondo
Viviere
Torello
Tolosano
Casa Cantoniera Vernetti
Pian Preit
Preit
Marmora
Dronero
Allardo
S.Anna di Piossasco
Baraccamento Pra della Tea
Gr. Rocciasone
Prato Ciorliera
Canosio
Opera 181
Opera 180
Passo della Gardetta
Campofei
Pradleves
Caverna Ricovero B
Opera 6
Baraccamenti della Gardetta e trune
Castelmagno
Campomolino
Opera 178
Opera 315
Ricovero Artiglieria Bric Bernoir
Ricovero Gias Maro
S.Magno
Scaletta
Casello Stradale Gias Maro
Baraccamento Fonte Negra
Opera 309
Baraccamento della Margherina
Osservatorio Becco Nero
Deposito Munizioni di Bandia
Bersezio
Trune di Colle Servagno
Opera 313
Casermetta Valcavera
Primavera
Villaggio
Truna Eiguette
Prinardo
Ricovero Viridio
Murenz
Pontebernardo
Pietraporzio
S. Giacomo
Sambuco
Villetta
Trinita'
S. Maurizio
Parafauda
Madonna
Neraissa Sup.e
Neraissa Inf.e
Massolo
Fedio
Chiesa
Perosa
Fedio
Aisone
Lavoire
Sottano
Podio
Vinadio
Demonte
0
1.000
2.000 m

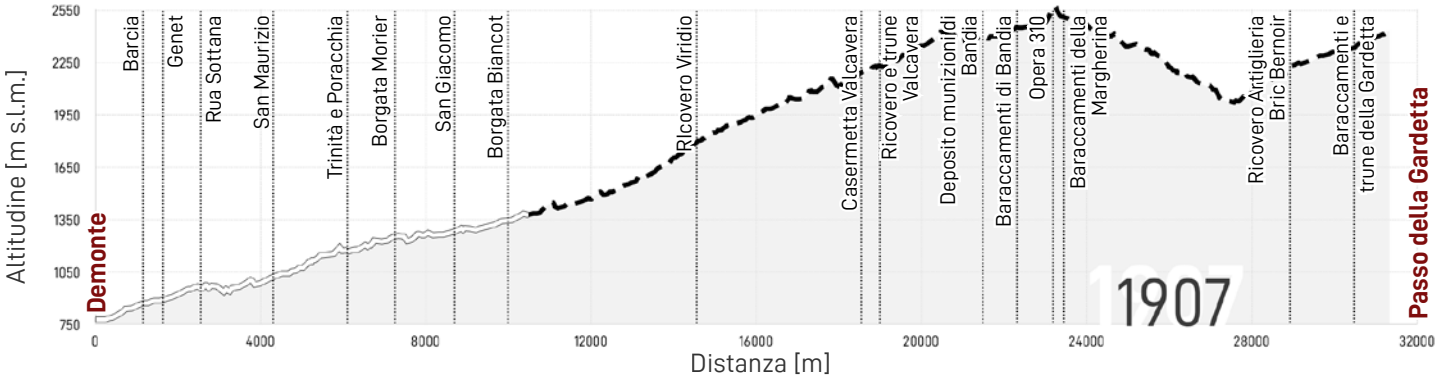


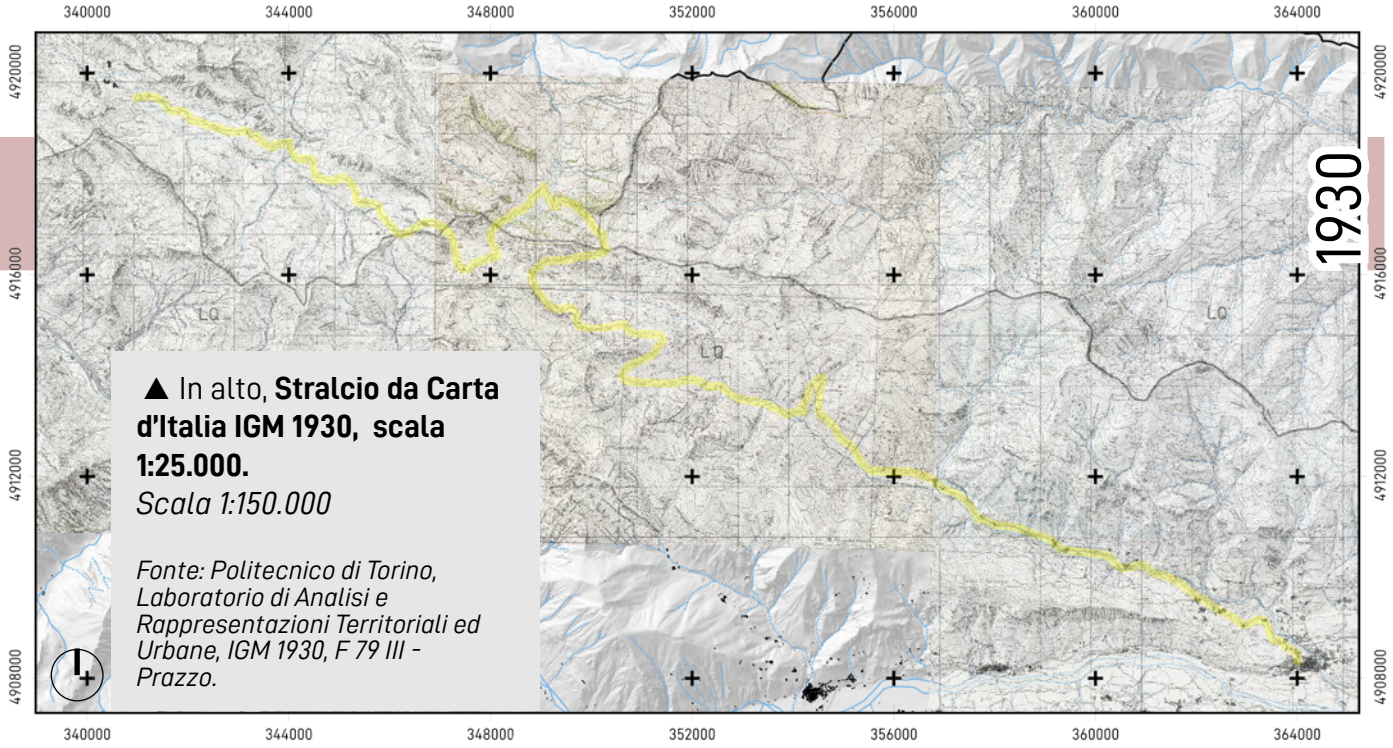
▲ In alto, **Stralcio da Carta d'Italia IGM 1907, scala 1:50.000.**
Scala 1:150.000

Fonte: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1881, F 79 III - Prazzo.



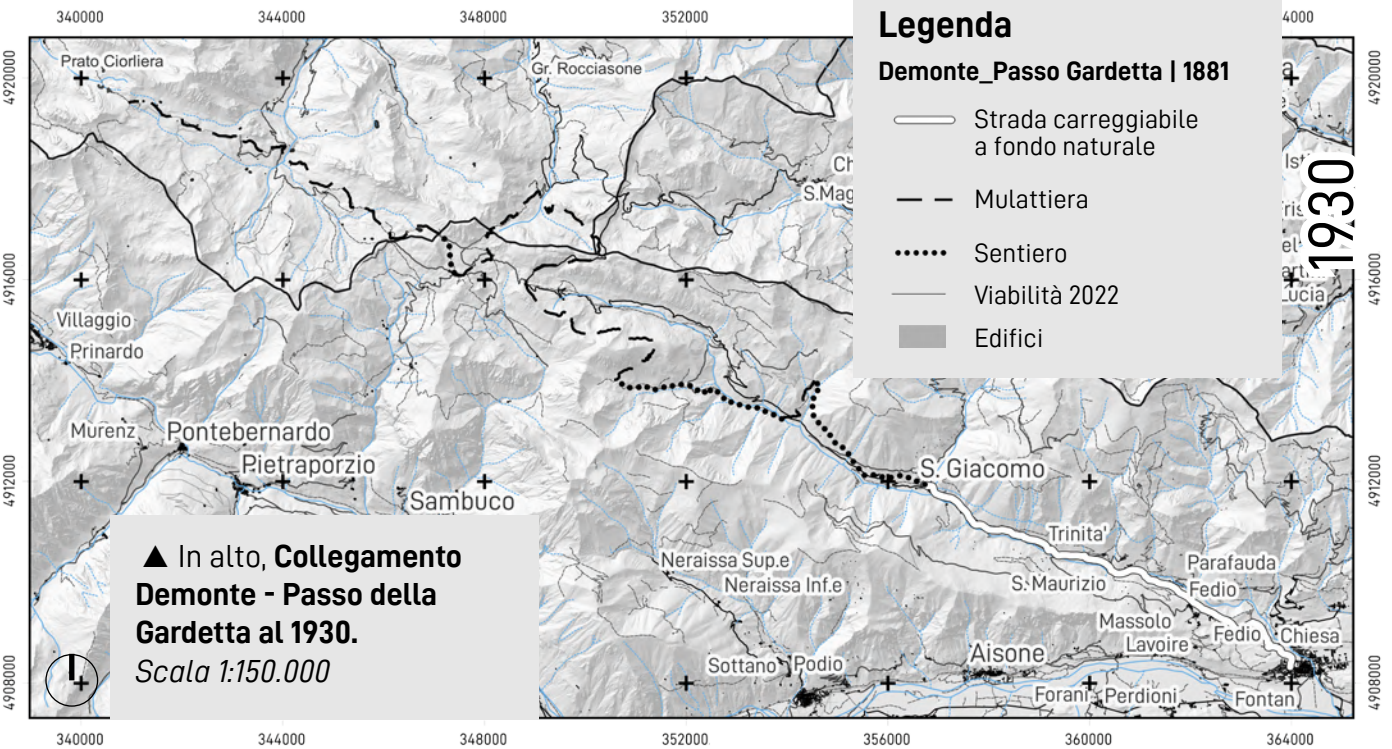
▲ In alto, **Collegamento Demonte - Passo della Gardetta al 1881.**
Scala 1:150.000





▲ In alto, **Stralcio da Carta d'Italia IGM 1930, scala 1:25.000.**
Scala 1:150.000

Fonte: Politecnico di Torino, Laboratorio di Analisi e Rappresentazioni Territoriali ed Urbane, IGM 1930, F 79 III - Prazzo.

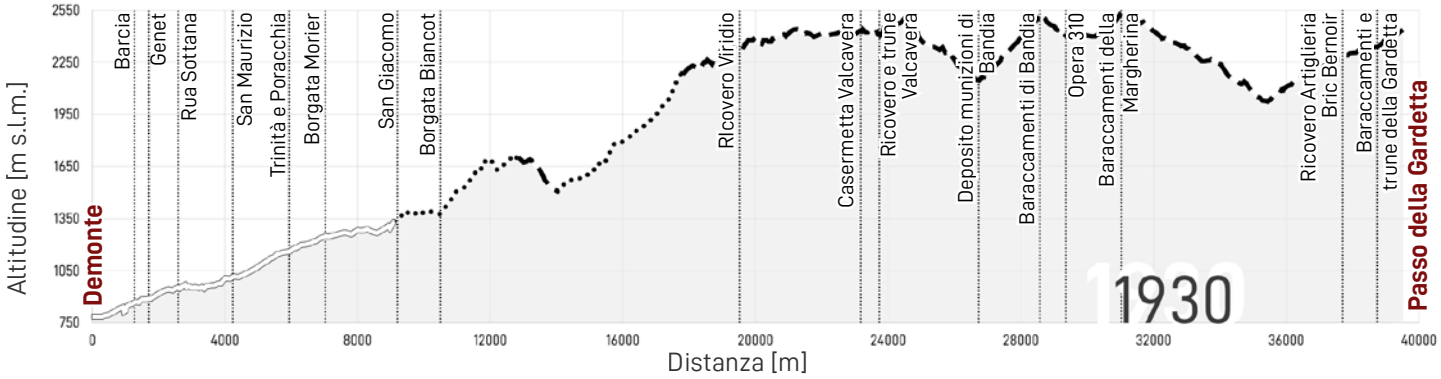


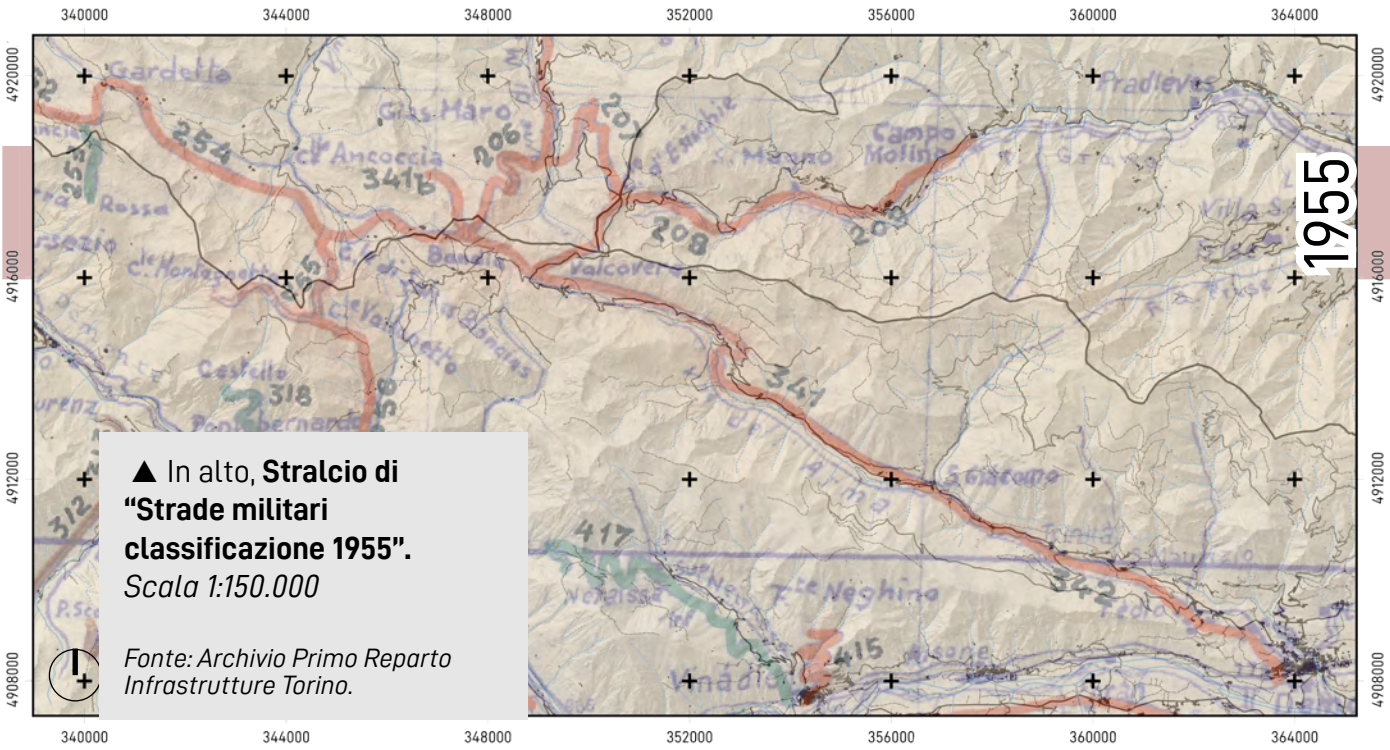
Legenda

Demonte_Passo Gardetta | 1881

- Strada carreggiabile a fondo naturale
- Mulattiera
- Sentiero
- Viabilità 2022
- Edifici

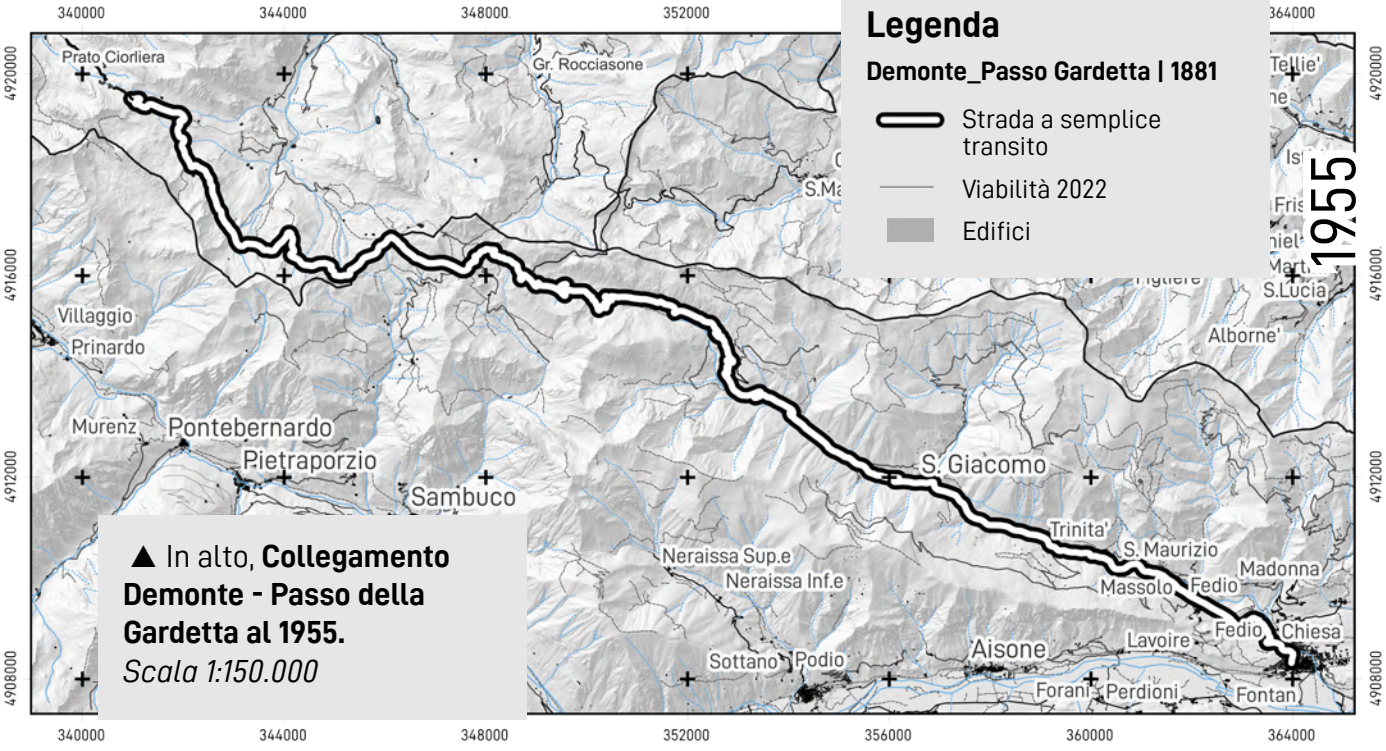
▲ In alto, **Collegamento Demonte - Passo della Gardetta al 1930.**
Scala 1:150.000



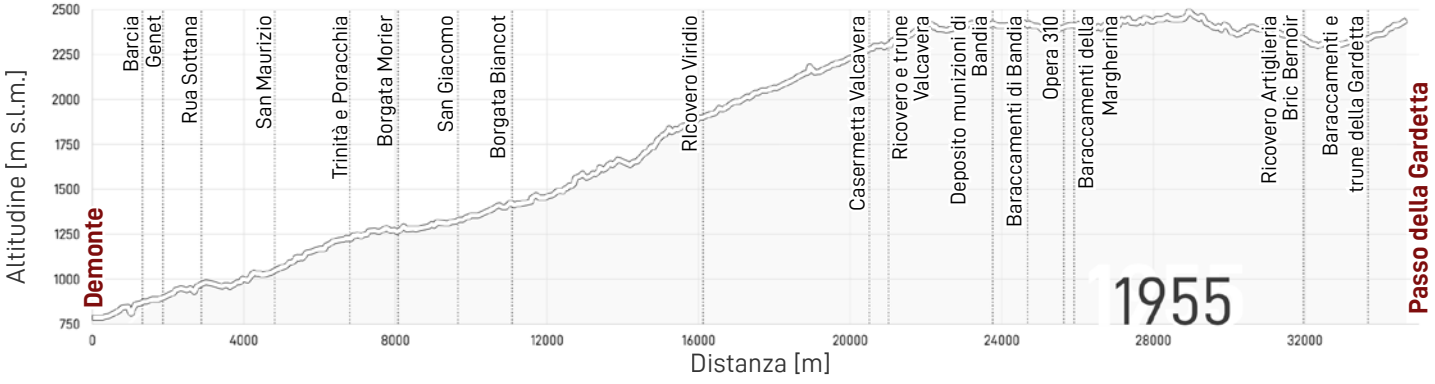


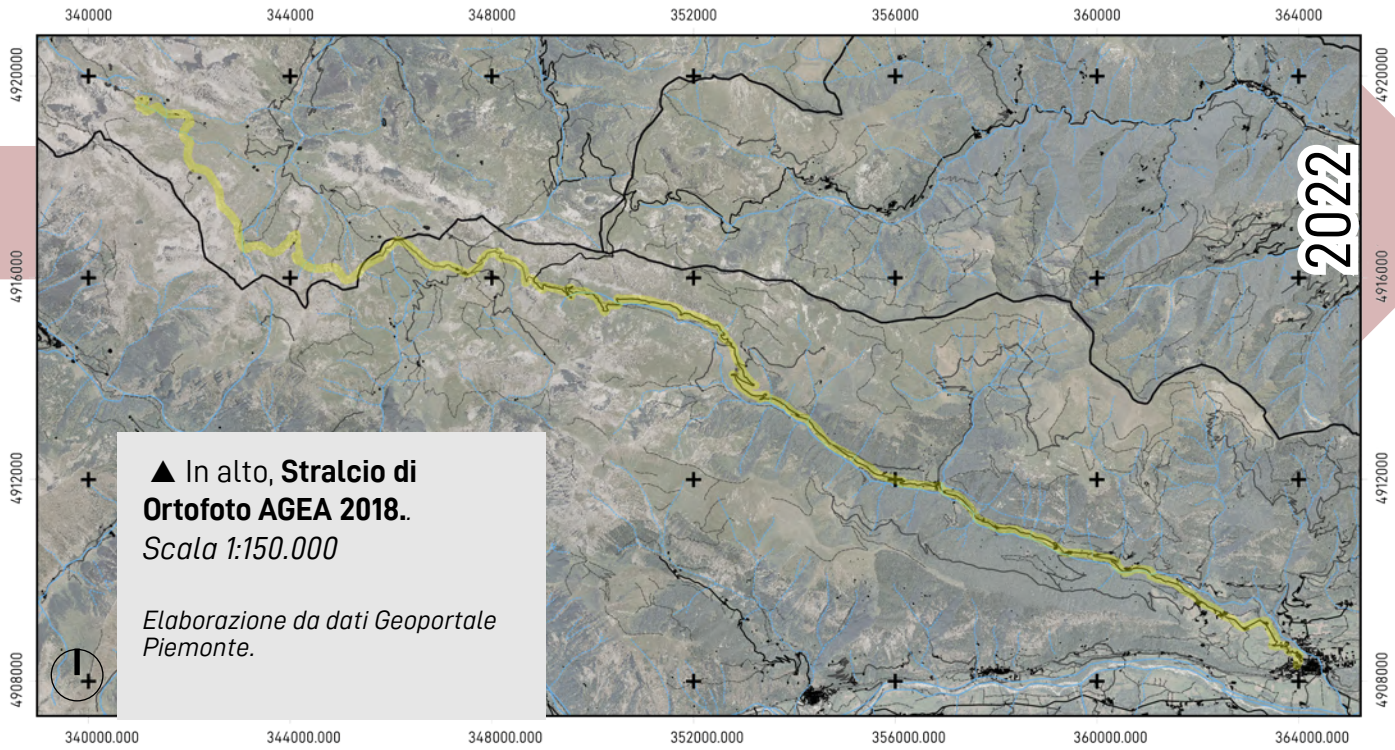
▲ In alto, **Stralcio di "Strade militari classificazione 1955".**
Scala 1:150.000

Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino.



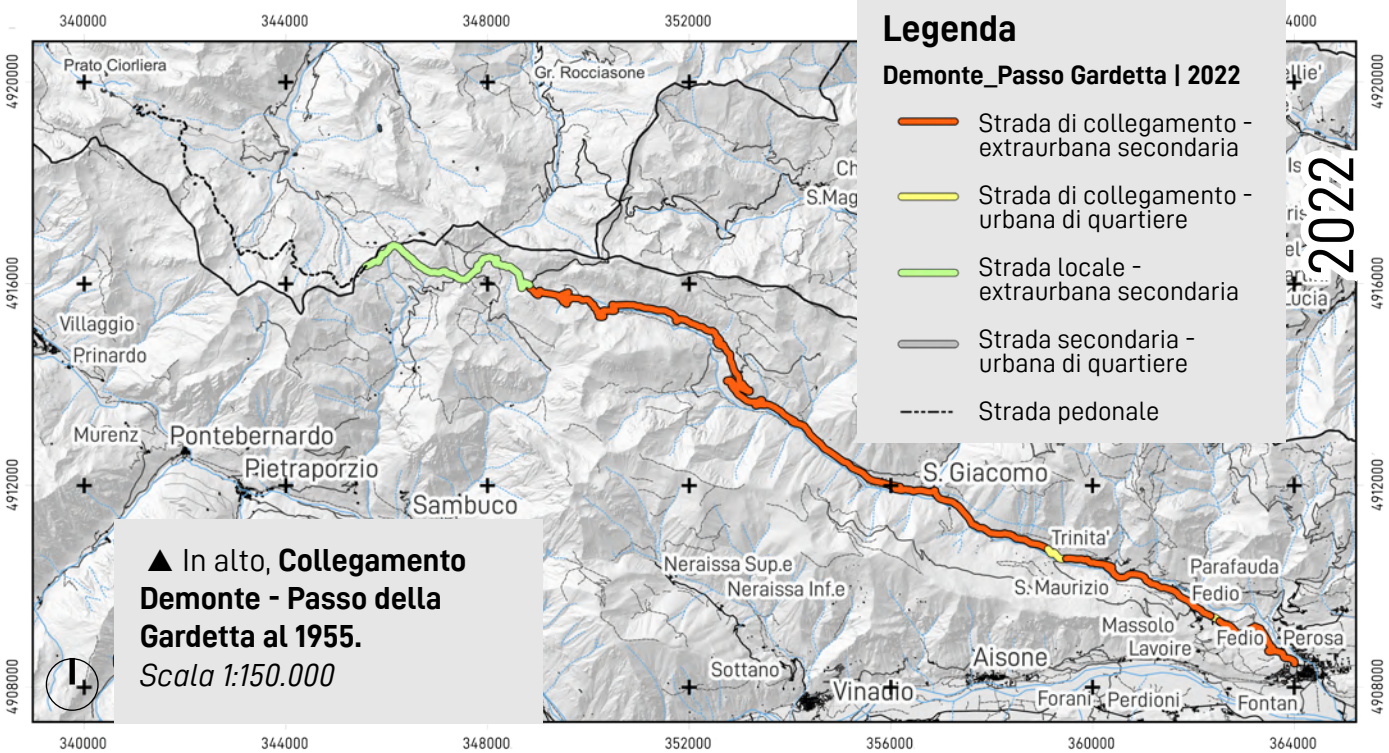
▲ In alto, **Collegamento Demonte - Passo della Gardetta al 1955.**
Scala 1:150.000



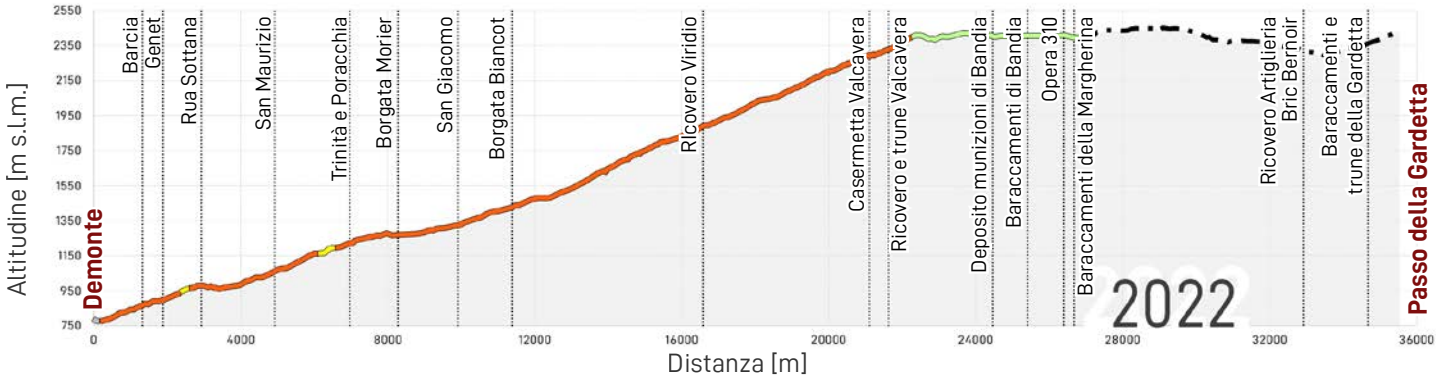


▲ In alto, **Stralcio di Ortofoto AGEA 2018.**.
Scala 1:150.000

Elaborazione da dati Geoportale Piemonte.



▲ In alto, **Collegamento Demonte - Passo della Gardetta al 1955.**
Scala 1:150.000



04

4.7 Strategie e proposte turistiche in atto

Se, come già visto nel capitolo 3, già la Strategia Nazionale Aree Interne e il Piano per lo Sviluppo Locale hanno offerto un punto di partenza per la promozione e la valorizzazione del patrimonio di queste aree, c'è anche da dire che gli attori principali restano comunque il Gal, le Unioni di Valli e, nel loro piccolo, anche i Comuni. Risiede, infatti, proprio nella sinergia tra questi enti il capacità di dare il giusto valore a queste terre.

Ad oggi, in realtà, si lavora su diversi fronti per raggiungere questo obiettivo comune. E', innanzitutto, necessario citare la tradizione e lingua occitana, spesso e volentieri sfruttate come fil rouge per attività culturarli di vario genere volte, da un lato, a diffondere la conoscenza il patrimonio culturale dalle valle e, dall'altro, a ricreare quel senso di unione e appartenenza che la disgregazione di fine Novecento ha via via avviato. Questa tematica, in particolare, trova anche applicazione nel già citato itinerario escursionistico "*Percorsii Occitani*", nato più di vent'anni fa dalla collaborazione tra la Comunità Montana Valle Maira, personalità pubbliche locali e anche i semplici cittadini e commercianti del luogo. L'idea dietro a questo progetto è semplice, come riporta la pagina web ad esso dedicata: *"rendere utilizzabili come sentieri per escursioni le antiche mulattiere della Valle Maira che, in passato, collegavano tra loro le borgate situate sui ripidi versanti delle montagne"*[71]. Prendendo, quindi, come riferimento i grandi itinerari escursionistici europei e la famosa GTA, si è puntato alla promozione di questi sentieri attraverso un circuito dalla lunghezza e difficoltà differente che avrebbe condotto l'escursionista attraverso la Valle Maira, permettendogli di scoprire scorci, luoghi e tradizioni.

Il percorso, in realtà, è costituito da 14 tappe per un totale di 177 km e attraversa tutti i comuni della valle, spingendosi nelle aree più recondite e meno intaccate dalla mano dell'uomo che, proprio per questa ragione, sono caratterizzate di particolare bellezza. Altro tratto interessante di questa proposta turistica, in realtà, è anche la connessione con il

71 Pagina Web Percorsi Occitani in Valle Maira. Disponibile su <percorsioccitani.com/percorsi-occitani-la-storia/>

servizio Sherpabus, un servizio privato di bus e navette che si occupano, tra una tappa e l'altra, del trasporto dei bagagli.[72]

Sempre legato al tema escursionistico, è da citare la



MOT, acronimo che sta per Meja Occitan Trail. Essa consiste in una manifestazione di corsa in alta montagna, estesa per 38 km tra Chiappera di Acceglio e Marmora, attraversando l'altopiano della Gardetta sotto lo sguardo della cima La Meja, da cui ne deriva il nome. Si tratta, tra l'altro, di un percorso approvato dall'ITRA (International Trail Running Association) che, ancora una volta, collabora con Sherpabus per il trasporto dei concorrenti al punto di partenza.[73]

▲ In alto, **Carta "Percorsi Occitani".**
Fonte: Pagina Web Percorsi Occitani in Valle Maira. Disponibile su <https://www.invalmaira.it/itinerari/percorsi%20occitani/Mappa_Percorsi-Occitani.jpg



◀ A sinistra, **Foto tratta dall'edizione 2021 del Meja Occitan Trail.**
Fonte: Pagina Web Maira Occitan Trail. Disponibile su < https://www.mairaoccitantrail.it/gare/mot-38k-meja-occitan-trail/>

72 ibidem.
73 Pagina Web Maira Occitan Trail. Disponibile su < https://www.maira-occitantrail.it/gare/mot-38k-meja-occitan-trail/>



▲ In alto, **Logo e percorso altimetrico Meja Occitan Trail.**
Fonte: Pagina Web Percorsi Occitani in Valle Maira. Disponibile su <https://www.invalmaira.it/itinerari/percorsi%20occitani/Mappa_Percorsi-Occitani.jpg

A queste realtà già consolidate, inotre, si va a sommare il contributo del nuovo progetto "Alta Maira Bikes" presentato dall'unione dei comuni Prazzo, Acceglio, Elva, Canosio e Marmora e vincitore del contributo dell'Operazione 7.5.2 del PSL promosso dal GAL Tradizioni delle Terre Occitane. Questo progetto, deliberato ad marzo di questo anno, ha come scopo la *"valorizzazione del territorio e dell'ecomobilità attraverso il potenziamento dell'offerta cicloturistica dei Comuni dell'Alta Valle Maira"*[74]. Esso, seppur non ancora realizzato, consisterà fondamentalmente nella creazione di un nuovo itinerario di mountain-bike che, attraverso i comuni della valle, congiungerà, attraverso la dorsale Valle Maira/Varaita, la Settecentesca via dei Cannoni con l'area



▲ In alto, **Progetto Valle Maira Card: Passa-pertot card, family card e explorer card.**
Fonte: Pagina Web Valle Maira. Disponibile su <https://www.vallemaira.org/card/>

dell'altopiano della Gardetta.

Un ultimo contributo particolarmente recente e che incrocia i temi dell'escursionismo e del turismo a più ampio respiro è quello del progetto "Valle Maira Card". Esso è costituito da tre tipologie di card, differenti per destinatario e periodo di validita, richiedibili presso le strutture ricettive di valle e utili per la fruizione di attività escursionistiche e culturali a prezzi scontati. Tra queste attività, per esempio, compaiono attività ed esperienze organizzate in collaborazione con accompagnatori e guide locali, ingressi gratuiti al museo Son de Lenga di Dronero e dei biglietti gratuiti per la navetta per l'Altopiano della Gardetta. Si tratta, quindi, di una carta multiuso che concentra in un unica soluzione la possibilità di usufruire di diverse attività gratuite, prenotandole con anticipo e da casa.[75]

74 Verbale di deliberazione della giunta comunale di Prazzo n°10 del 4 marzo 2022.
75 Pagina Web Valle Maira. Disponibile su <https://www.vallemaira.org/

Un punto a favore di questo progetto, inoltre, è legato al fatto che, in realtà, si tratta di un piano sempre in espansione che, col passare degli anni, potrà coinvolgere anche più enti e attività territoriali, che, attraverso la collaborazione a questo programma, godranno di maggiore fama e attrattività.

Probabilmente, sarebbe interessante immaginare una collaborazione con altri musei ed ecomusei della valle o anche la possibilità di prenotare visite nelle borgate che ancora conservano caratteri dell'architettura montana o, ancora, integrare alla rete esistente itinerari che tengano conto delle unicità costituite da piloni votivi e cappelle tipici di queste terre. I temi, in realtà, esistono e sono i più disparati, e non ultimo anche quello militare, vista la ricchezza di resti di manufatti bellici di diverso periodo, si tratta solo di trovare i corretti approcci per valorizzarli; strada su cui, in realtà, la Valle è già indirizzata.

Foto di:
Andrea Galletto - Team DIRECT.
14/07/2021.

05

CAPOSALDO
GARDETTA - OSEROT



05 5.1 Inquadramento storico e territoriale

▶ A destra, **Stralcio di georeferenziazione di "Carta Settore IIII Stura di Demonte e Sottosettore III/B Alta Valle Stura (senza caposaldi 12° e 14°)".**
Scala 1:50.000

Fonte cartografica: Anon., s.d., *"Stura di Demonte e Sottosettore III/B Alta Valle Stura (senza caposaldi 12° e 14°)"*, Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino, senza scala di rappresentazione.

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009 - 2011 (passo 5 m), Edificato 1:10.000 - BDTRE Regione Piemonte, Ambiti amministrativi - Comuni, Idrografia 1:100.000 Regione Piemonte; Shapefile strade militari, file kmz posizione opere Sottosettore IIIB Alta Stura Primo Reparto Infrastrutture Torino.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Legenda

- Opera Caposaldo Gardetta - Oserot
- Altre opere
- Opera Nome dell'opera

Viabilità

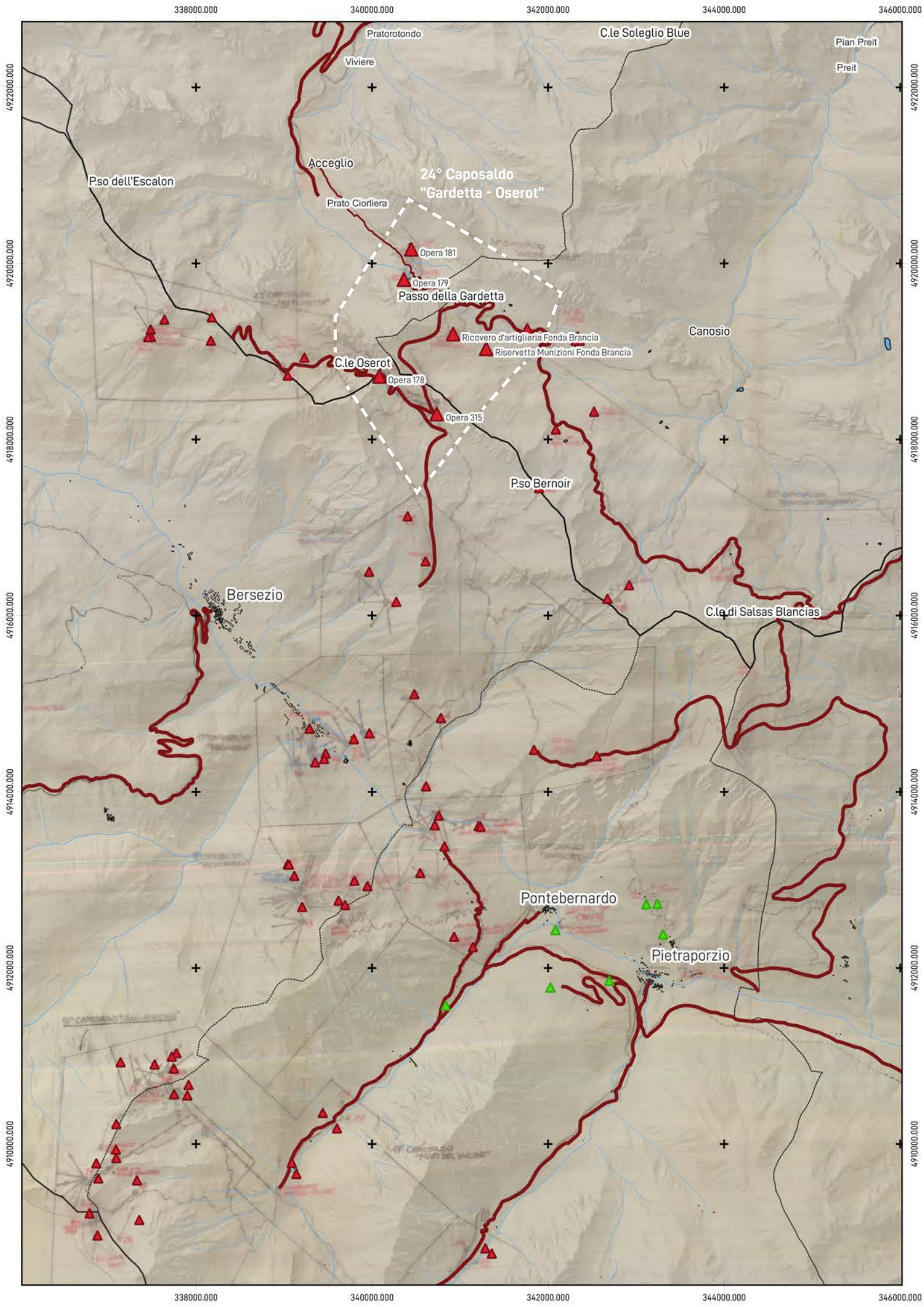
- Strada militare

0 0,5 1 km

Storicamente, le valli piemontesi e, più nello specifico in questo caso, le Valli Stura e Maira, seppur orograficamente separate da alte catene montuose, sono sempre state accomunate dallo stesso destino di valli di confine e frontiera, lavorando in maniera congiunta per contrastare l'accesso di eserciti nemici d'oltralpe da sempre ma, in particolare, sin dal XVIII secolo con il Regno dei Savoia. Infatti, per raggiungere l'obiettivo di un cordone fortificato in grado di resistere a qualunque attacco, era fondamentale riuscire a connettere territori e farli lavorare come se fossero uno, sfidando sia differenze geografiche e morfologiche ma anche di pensiero, nella convinzione che, mai come in queste occasioni, "l'unione facesse la forza".
Già il primo impianto fortificato semipermanente, avamposto al forte di Demonte, e attivo durante la Guerra di Successione Austriaca, vide i comuni dell'alta Valle Maira e l'area dell'Altopiano della Gardetta in una stretta connessione con l'apparato difensivo di Colle del Mulo, a cavallo tra le due valli, e in valle Stura, quello delle Barricate. Nonostante le tristi conclusioni delle battaglie che infervorarono quei luoghi, risulta, comunque, ad oggi, interessante come la strategia franco-ispanica avesse visto lungo, comprendendo che, per espugnare Demonte e Cuneo, fosse necessario attaccare su più fronti e smembrare quel tessuto fortificato, cosìcché entrando in Valle Maira, anche la caduta della Stura fosse certa.[1]

Centosessant'anni dopo, gli stessi luoghi, la stessa sorte ma un conflitto diverso. Con lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale, ancora una volta le valli piemontesi si vedono come le dirette interessate nella costituzione di un apparato difensivo contro il possibile attacco francese, tanto che, come anticipato nel paragrafo 4.2.3, il Vallo Alpino Occidentale si estenderà sulle Alpi piemontesi, lungo tutto il confine con la Francia. Questo vasto confine fortificato, come si vedrà in modo più approfondito nel paragrafo seguente, venne suddiviso in settori e sottosettori, procedendo da ovest verso est, tali da consentire, contemporaneamente

1 Sconfienza R., 2019, Le fortificazioni campali della Val Maira nel XVIII secolo, in «Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti», Nuova serie LXX.


338000.000
340000.000
342000.000
344000.000
346000.000
4922000.000
4920000.000
4918000.000
4916000.000
4914000.000
4912000.000
4910000.000
Pratorotondo
Viviere
C.le Soleglio Blue
Pian Preit
Preit
Acceglio
P.so dell'Escalon
24° Caposaldo
"Gardetta - Oserot"
Prato Ciorliera
Opera 181
Opera 179
Passo della Gardetta
Ricovero d'artiglieria Fonda Brancia
Riservetta Munizioni Fonda Brancia
Canosio
C.le Oserot
Opera 178
Opera 315
P.so Bernoir
Bersezio
C.le di Salsas Blancias
Pontebernardo
Pietraporzio



270 - Opera 181



271 - Opera 180



272 - Opera 179



276 - Ricovero d'artiglieria
Fonda Brancia



277 - Baraccamenti della Gardetta



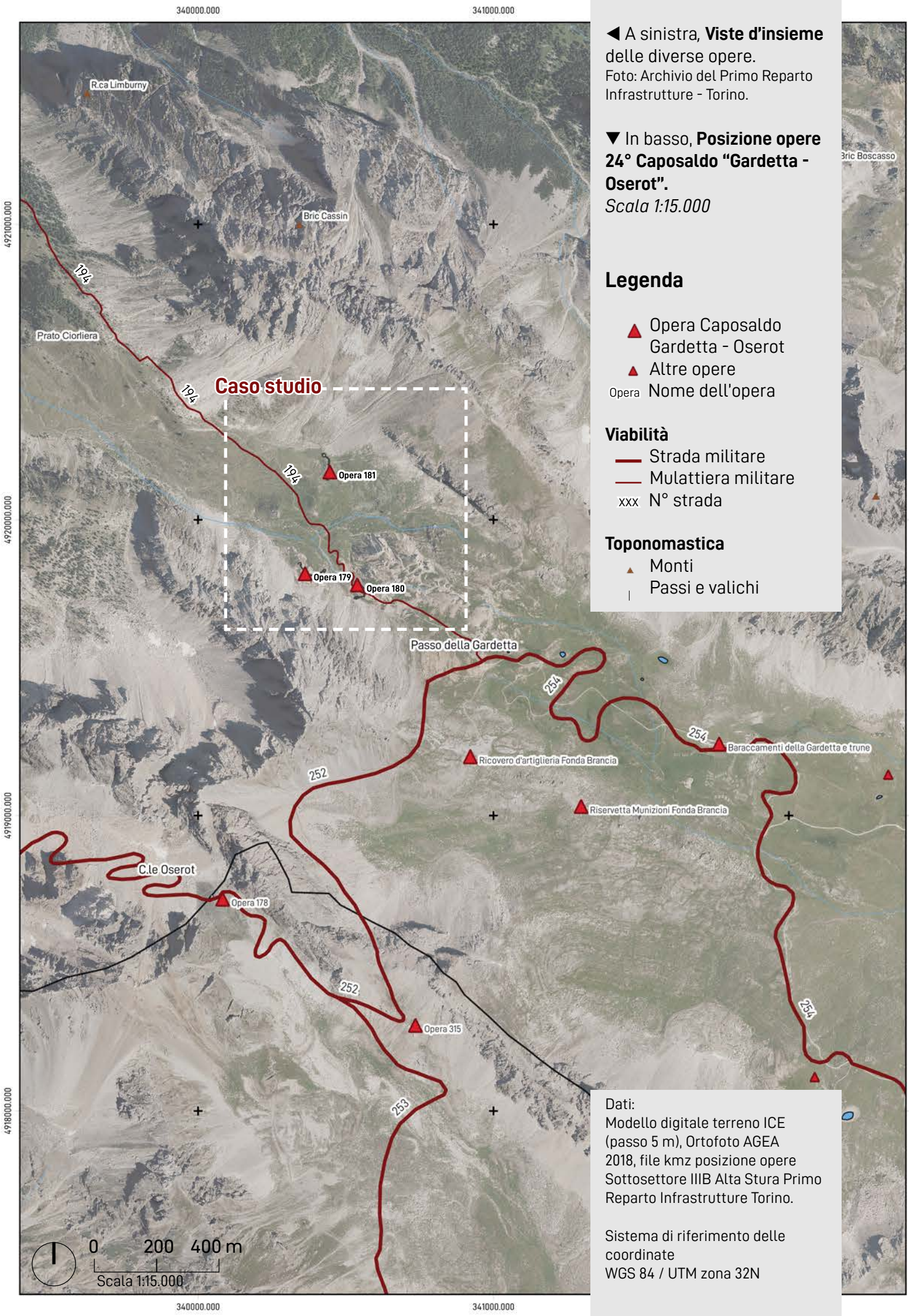
278 - Riservetta munizioni
Fonda Brancia



280 - Opera 178



281 - Opera 315



◀ A sinistra, **Viste d'insieme** delle diverse opere.
Foto: Archivio del Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

▼ In basso, **Posizione opere 24° Caposaldo "Gardetta - Oserot".**
Scala 1:15.000

Legenda

- Opera Caposaldo Gardetta - Oserot
- Altre opere
- Opera — Nome dell'opera

Viabilità

- Strada militare
- Mulattiera militare
- xxx — N° strada

Toponomastica

- Monti
- Passi e valichi

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018, file kmz posizione opere Sottosettore IIIB Alta Stura Primo Reparto Infrastrutture Torino.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

"la comandabilità, l'occupazione e presidio delle strutture realizzate"[2].

L'area dell'Altopiano della Gardetta e della conca di Prato Ciorliero, geograficamente località della Val Maira, si ritrovarono a far parte del 24° Caposaldo "Gardetta – Oserot", nell'ambito del VIII Gruppo "Regione Mulo", sottosettore III/B "Alta Stura" e settore III "Stura", nonostante, proprio per via della posizione, ci si sarebbe potuto aspettare di trovarle sotto il Settore IV "Maira – Po". Ancora una volta, però, questi luoghi, vuoi per via dei collegamenti viari esistenti, vuoi per la morfologia, vuoi per la vicinanza al confine tra le valli, si ritrovarono a svolgere la funzione di legante tra valli diverse, diventando nodo di unione nella lunga catena del Vallo Alpino del Piemonte.
Il Caposaldo "Gardetta-Oserot" costituisce il limite superiore del sottosettore "Alta Stura", assieme al 23° e 25°, e spazza un'area che comprende, oltre ai già citati Gardetta e Prato Ciorliero, anche la porzione più a sud tra il Monte Oserot e il Passo di Rocca Brancia, poco aldilà del confine della Valle Stura. Questo caposaldo "confina" a sud-est con il 25° Caposaldo "Bandia - Servagno", a sud con il 22° Caposaldo "Terra Rossa", ad est con il 23° Caposaldo "Repiatetta" mentre a nord con il IV Settore "Maira – Po".
Del Caposaldo, fanno parte cinque opere, due riservette munizioni, un ricovero artiglieria e un gruppo di baraccamenti, come segue e come già presentato nella mappa alla pagina precedente:

- 270 – Opera 181;
- 271 – Opera 180;
- 272 – Opera 179;
- 276 – Ricovero d'artiglieria di Fonda Brancia;
- 277 – Baraccamenti della Gardetta;
- 278 – Riservetta munizioni della Gardetta;
- 279 – Riservetta munizioni di Fonda Brancia;
- 280 – Opera 178;
- 281 – Opera 315.

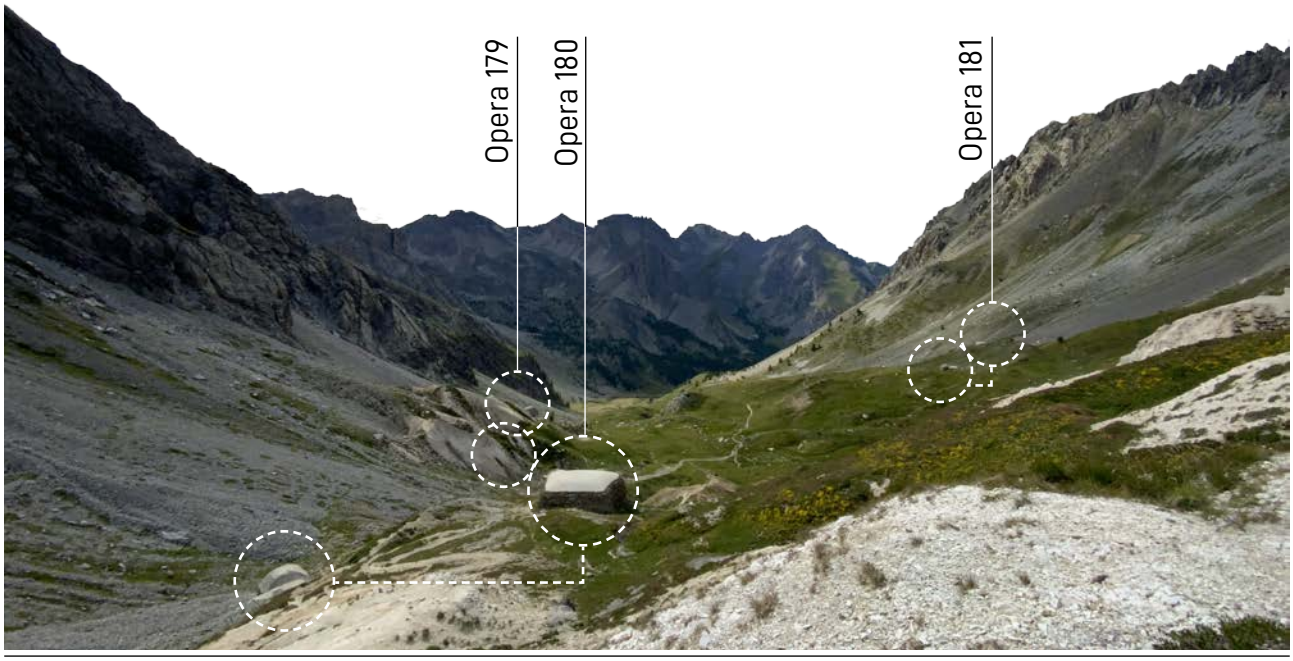
Ognuna delle opere riportate è stata accuratamente schedata[3] dalla Direzione del Genio Militare di Cuneo nel periodo post bellico. Oltre all'assegnazione di un numero di riferimento (il primo nell'elenco, es. 270 per l'Opera 181), ad esse sono associate delle schede con informazioni sulla posizione (definita anche per mezzo di stralcio di cartografia IGM), la denominazione, una parte del mappale catastale del comune di riferimento, una tabella riassumente dati sulla natura e consistenza dell'opera, la sua superficie, il suo valore in lire e l'espropriazione dei terreni oltre che, in coda, se esistenti, le piante di progetto. A questi elementi, negli anni

2 Ascoli M., Russo F., 1999, La difesa dell'arco alpino 1861 – 1940, Roma, Stato Maggiore dell'Esercito – Ufficio Storico, pg. 267
3 Cfr. paragrafo 5.1.3.

successivi e con l'avanzamento degli studi su tali aree e temi, sono state aggiunte scansioni di rilievi effettuati a fine '900 dall'Associazione per lo studio del Vallo Alpino Littorio così come ulteriori informazioni riguardo tipologie di armamento, stato di conservazione del bene e delle foto a colori. Questa mole di dati, confrontati con quelli ottenuti dal rilievo 3D dell'area realizzato dal Team DIRECT e trattati in questa tesi, hanno permesso di evidenziare una serie di fattori: lo stato di degrado delle opere, la disposizione originale degli ambienti rispetto a quelli attualmente esistenti e il contesto nel quale avrebbero dovuto essere costruite, ben differente da quello odierno. In realtà, a partire da questi confronti e sfruttando i dati ottenuti dalla campagna di rilievo metrico, si è anche potuto approfondire maggiormente aspetti come i settori di copertura delle armi o, ancora, identificare le aree soggette a crolli e distacchi. Non ultimo, è stato realizzato un rilievo aggiornato e accurato di queste opere che tenesse conto anche delle condizioni di degrado delle strutture.

Così come avvenuto per le opere, anche la fitta rete di strade militari è stata inventariata[4] e, come anticipato nel paragrafo 4.2.3, in previsione di eventuali usi futuri, è anche stata mantenuta dal Corpo Militare, ceduta al Demanio dello Stato o semplicemente abbandonata. Anche in questo caso, a ciascuna strada militare è stato associato sia un numero di riferimento, legato proprio a questo inventario post-bellico (e differente dal numero assegnato in sede pre-bellica, opportunamente segnalato) sia una scheda contenente il nome della strada, il o i comuni che essa attraversa, la tipologia e la natura del bene, la superficie occupata e il valore in lire oltre che, sempre su stralci di carte IGM, una rappresentazione di massima del tracciato con, eventualmente, anche le opere nelle vicinanze.

4 Vedasi paragrafo 5.1.3.

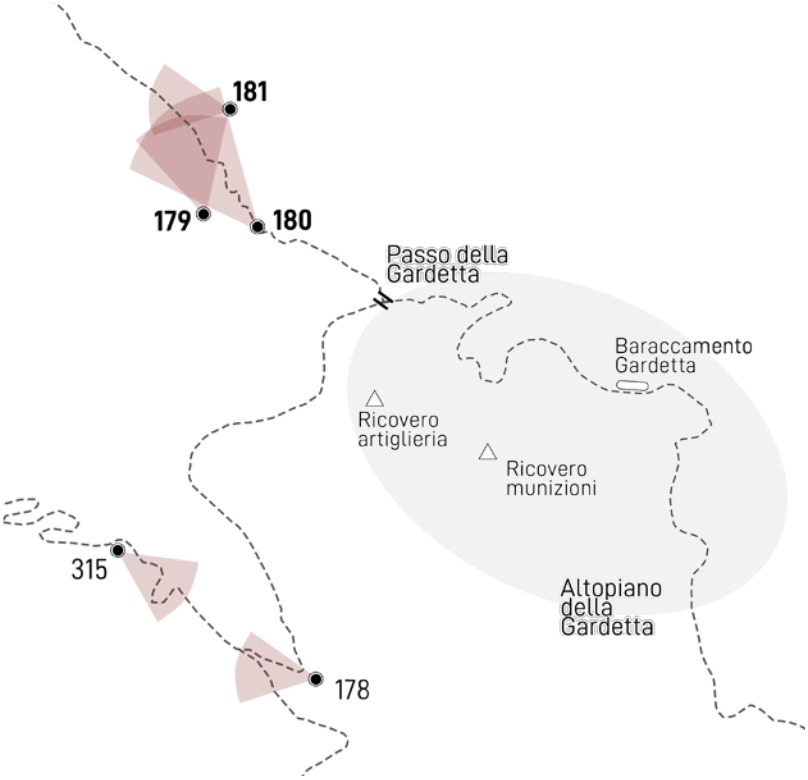


▼ In basso, **Posizione opere 179-180-181 24° Caposaldo "Gardetta - Oserot";** sullo sfondo Prato Ciorliero, alle spalle Passo della Gardetta.

Fonte: Andrea Galletto - Team DIRECT.

▶ A destra, **Schema difensivo 24° Caposaldo Gardetta - Oserot.**
In rosso, settori di copertura delle opere; in grigio, l'area dell'Altopiano della Gardetta; in nero tratteggiato le strade militari.

In particolare, l'area definita dal 24° Caposaldo è attraversata dalle seguenti strade militari, di cui, nello specifico, si è



trattato nel capitolo 4 (cfr. mappa pagina precedente):

- 194 – Acceglio | Gardetta;
- 254 – Passo della Gardetta | Bandia;
- 252 – Passo della Gardetta | Fonda Brancia | Repiatetta;
- 253 – Fonda Bracia | Bassa di Terra Rossa.

Tornando alle opere, quelle oggetto dell'approfondimento di questa tesi saranno le tre presenti all'imbocco di Prato Ciorliero, ovvero le numero 179 – 180 – 181, orientate verso il confine francese e poste a protezione del Passo della Gardetta, situato alle loro spalle. Esse, assieme alla coppia presente tra il Monte Oserot e il Passo di Fonda Brancia si occupavano della difesa e del controllo del 24° Caposaldo Gardetta-Oserot.
La scelta della posizione, tuttavia, non fu casuale: osservando una planimetria dell'intero caposaldo si denota come le 5 opere siano posizionate proprio all'imbocco delle diverse strade militari già citate, che connettevano tra di loro opere e caposaldi. L'opera 178, innanzitutto, si trovava in una posizione in quota da cui era facile controllare buona parte della strada n°252 che giungeva al caposaldo Repiatetta; l'opera 315, invece, era posta all'incrocio tra la strada n°252 e la 253 che conduceva al 22° caposaldo Terra Rossa. Le tre opere 179-180-181, invece, erano dislocate lungo la mulattiera che connetteva la strada militare 194 con la n°254 che, dopo la Bandia, sarebbe poi diventata n°341, diretta a Demonte.
Questa cintura di opere, inoltre, accerchiava e proteggeva quello che forse era il cuore pulsante del caposaldo, l'area dell'altopiano della Gardetta, nei pressi della quale si



◀ A sinistra, vista complessiva del Rifugio della Gardetta, ex baraccamenti.
Fonte: Andrea Galletto - Team DIRECT.



◀ A sinistra, resti di truna sull'Altopiano della Gardetta.
Fonte: Andrea Galletto - Team DIRECT.

concentravano sia i ricoveri di artiglieria e munizioni ma anche i baraccamenti e le trune che garantivano alle postazioni l'approvigionamento sia di uomini che di rifornimenti per le armi.

Per quanto, invece, riguarda lo stato di conservazione di queste opere, probabilmente quelle analizzate in questa tesi risultano come quelle meglio conservate – assieme all'opera 315- e visitabili, seppur con doverosa cautela, mentre le altre o non sono mai state costruite o sono molto danneggiate, tranne il caso dei baraccamenti o ricoveri della Gardetta che fanno da eccezione.
Essi, infatti, sono costituiti da una serie di sette fabbricati a pianta regolare, costruiti a fine '800, destinati rispettivamente a polveriera, ricovero truppa, palazzina di comando, infermeria, scuderia, cucina e latrine a cui, nella piazzola antistante, si sommavano circa 80 trune in pietra a secco, in grado di ospitare, complessivamente, 600 uomini.[5]
Ad oggi, buona parte dei ricoveri, ad eccezione della palazzina di comando, e qualche truna sono stati oggetto di recupero e trasformazione da parte del C.A.I. e sono utilizzati come rifugio, dotato di ristorante, posti letto sia all'interno che nelle trune opportunamente restaurate, e di ampio spazio esterno dove gli escursionisti possono sostare e godere del

5 Corino P.G., 1997, Valle Stura fortificata : alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino, Borgone di Susa, Melli, pg. 75-76.

▶ A destra, **Stralcio di disegni di contabilità per opera 315 con pianta, elab. da Imp. Aristide Marinucci.**
Scala nominale pianta: 1:100

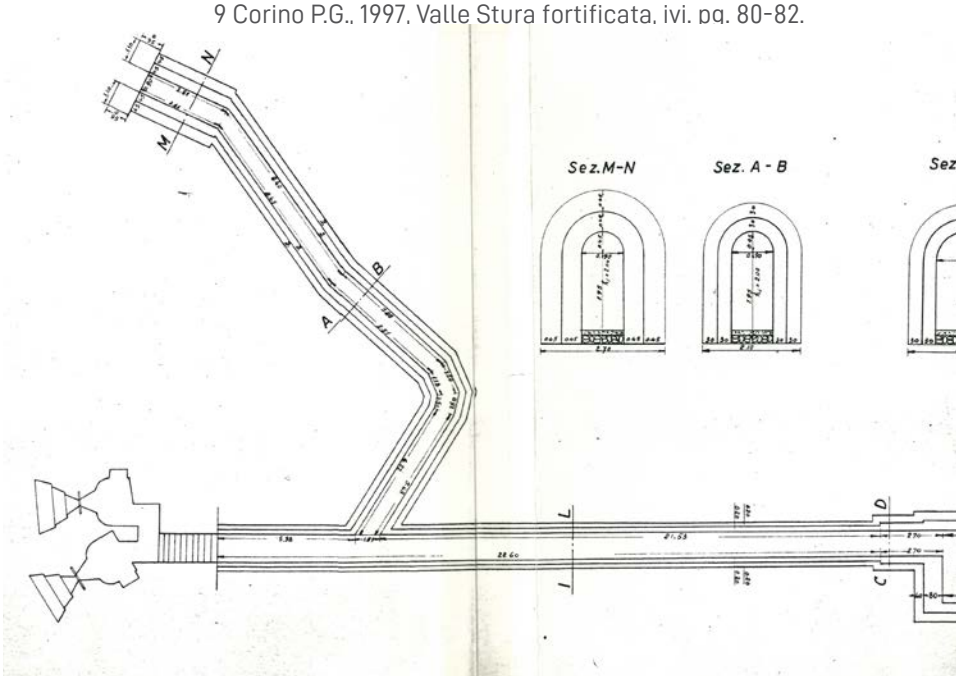
Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino, scheda n° 281 – Opera 315.

▼ In basso, **Stralcio di disegni di contabilità per opera 178 con pianta, elab. da Imp. Aristide Marinucci.**
Scala nominale pianta: 1:100
Scala nominale sezioni: 1:50

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino, scheda n° 280 – Opera 178.

panorama offerto dall'altopiano. La palazzina di comando, invece, costruita in pietra, è praticamente un rudere a cui sono addossate altre strutture temporanee.[6]
Per quanto concerne, invece, le opere 178 e 315, si tratta in entrambi i casi di opere "tipo 15.000"[7], la prima delle quali, oltre ai canonici malloppo[8] con mitragliatrici su piastra piana e caponiera armata, è dotata anche di osservatorio posto ad un livello superiore rispetto a quello dell'intera opera. Inoltre, progettata in lunghezza, avrebbe dovuto ospitare 31 uomini e, traforando la dorsale con una lunga galleria, avrebbe presidiato entrambi i versanti del Colle Oserot. Tuttavia, ad oggi, l'opera risulta inagibile e uno dei due malloppi è completamente crollato e inaccessibile.
L'opera 315, invece, con una pianta curva (tantoché il ricovero non ha una disposizione lineare come nei casi delle altre opere citate), sia esternamente che internamente è in buone condizioni e funge da ottimo esempio sia per la tipologia e disposizione degli ambienti di un'opera tipo sia per lo stato di incompletezza di questi ambienti, in cui arredi e impianti non sono mai stati installati. In generale, comunque, si tratta di opere in caverna con ricoveri costruiti a molti metri sotto la roccia con ambiente di dimensioni relativamente ridotte, tipicamente con volta a botte e costruiti in calcestruzzo, seppur con le limitazioni di materiali dell'epoca.[9]
Invece, delle due riservette munizioni di questo caposaldo, solo quella di Fonda Brancia ha intravisto una fase di costruzione, seppur interrotta lasciando l'opera del tutto incompiuta mentre quella della Gardetta è rimasta solo un progetto su carta. Si sarebbe dovuto trattare di due opere costruite in caverna, in calcestruzzo e pietra, dalla pianta regolare e con volta a botte, profonde circa 6,5 m, larghe 2,5

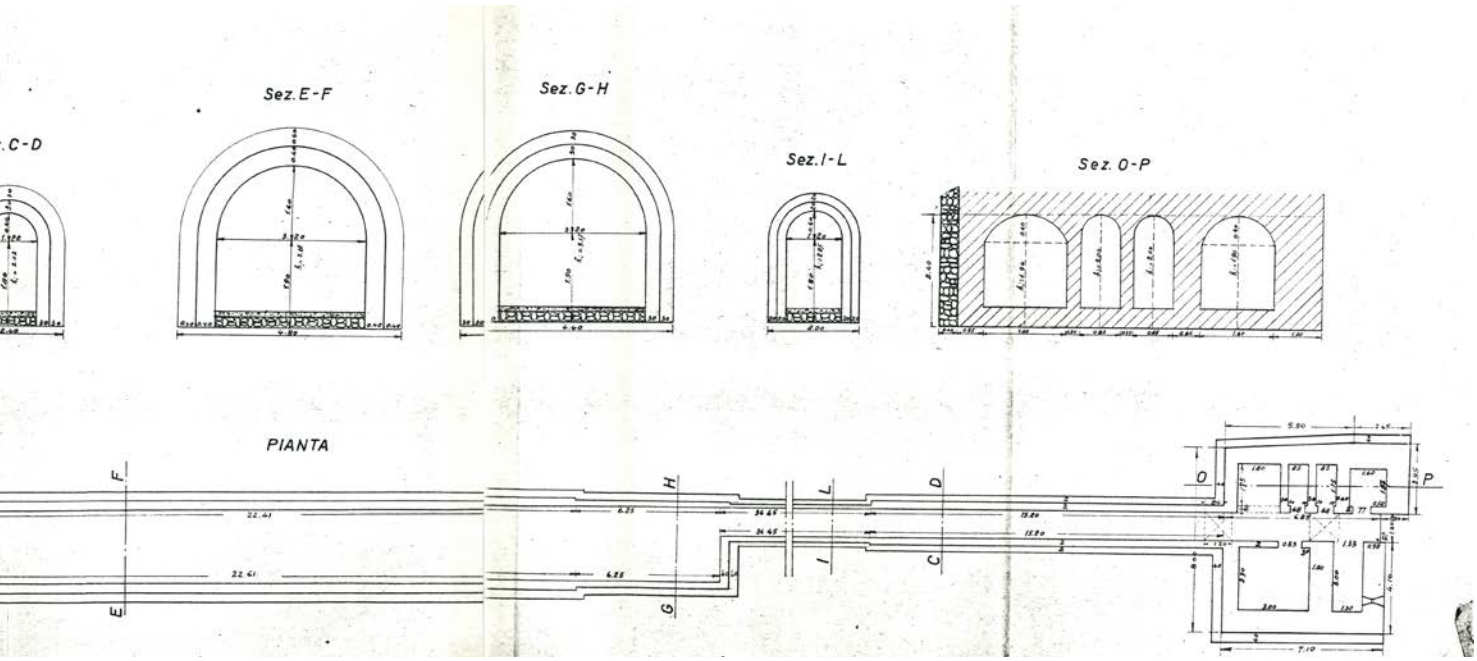
6 Ibidem.
7 Con riferimento alla circolare 15.000 emanata il 31 dicembre 1939.
8 cfr. par. 5.2.
9 Corino P.G., 1997, Valle Stura fortificata, ivi, pg. 80-82.



m e alte, in mezzeria, quasi 3 m.[10]
Infine, il ricovero d'artiglieria di Fonda Brancia, facilmente visibile dal rifugio/ex ricovero della Gardetta, è un fabbricato a pianta rettangolare, con grandi finestrature e adiacente la strada 252 - Passo della Gardetta | Fonda Brancia | Repiatetta) che, almeno esternamente, appare in uno stato di conservazione discreto.[11]

10 Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino, scheda n° 279 – Riservetta munizioni di Fonda Brancia.
11 Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino, scheda n° 276 – Ricovero d'artiglieria di Fonda Brancia.





▶ A destra, **Stralcio di "Classificazione Fascia e settori di copertura" Vallo Alpino Occidentale.**

Fonte: Ascoli M., Russo F., 1999, La difesa dell'arco alpino 1861 – 1940, Roma, Stato Maggiore dell'Esercito – Ufficio Storico, pg. 124.

5.1.1 Settore e sottosettore

Il Regio Decreto Legge n° 833 del 28 Aprile 1937 portò all'istituzione di un nuovo corpo militare, denominato Guardia alla Frontiera o G. a. F., costituito da *"un corpo unitario con unità di fanteria che dovevano far funzionare la massa di mitragliatrici, mortai e pezzi controcarro costituenti l'armamento del gran numero di piccole opere fortificate previste dal nuovo sistema fortificatorio italiano e proprie unità di artiglieria incaricate di gestire le artiglierie della difesa".*[12]

Una volta definito chi avrebbe dovuto presidiare le opere, la questione successiva fu legata alle modalità di inserimento nel territorio e gestione delle stesso da parte del nuovo corpo militare che, rispetto a quelli già esistenti, aveva esigenze differenti e che, quindi, avrebbe avuto bisogno di una struttura organizzativa distinta.

La prima proposta, in realtà, arrivò ancora prima che la G.a.F. nascesse, con l'ordinanamento detto 1934 ad opera del Capo di S.M. Generale Bonzani *"che prevedeva, come sarà anche per i successivi ordinamenti, che l'ossatura fondamentale di questo nuovo Corpo fosse data dai Settori di Copertura cui era devoluta la responsabilità delle unità che presidiavano le opere di una determinata parte della sistemazione difensiva della frontiera."*[13]

Seguendo questo ordinamento, l'intero arco alpino venne suddiviso, partendo da ovest, in 19 Settori di Copertura, contraddistinti da un numero romano, all'interno della cui progressione vennero lasciati degli spazi per l'eventuale inserimento di nuovi settori.

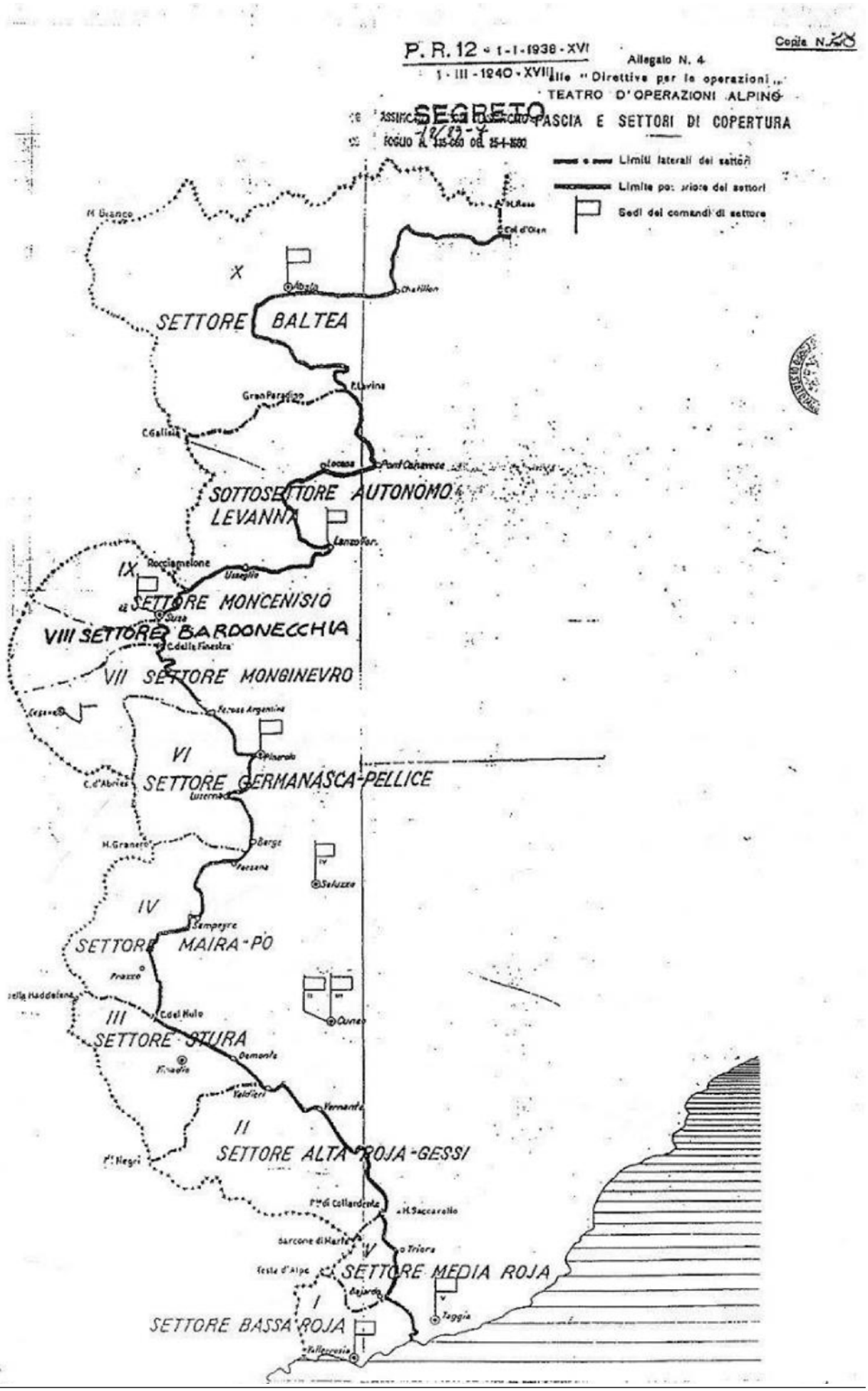
In particolare, il Vallo Alpino Occidentale[14] era costituito da 10 Settori, come segue:

- *I Settore "Bassa Roja",*
- *II Settore "Alta Roja-Gessi",*
- *III Settore "Stura",*
- *IV Settore "Maira-Varaita-Po",*
- *V Settore "Media Roja",*
- *Vi Settore "Germanasca-Pellice",*
- *VII Settore "Monginevro",*
- *VIII Settore "Bardonecchia",*
- *IX Settore "Moncenisio",*
- *X Settore "Baltea".*[15]

Ogni Settore aveva, inoltre, alle sue dipendenze due o più

12 Ascoli M., Russo F., 1999, op. cit. pg. 265.
13 ivi. pg. 267.
14 Il Vallo Alpino era costituito da tre porzioni, differenziate per posizione e confine:
- Vallo Alpino Occidentale, confinante con la Francia;
- Vallo Alpino Settentrionale, con Svizzera e Austria, che all'epoca era parte della Germania;
- Vallo Alpino Orientale, con la Jugoslavia.

15 Pagina web Vallo Alpino, disponibile su <http://valloalpino.altervista.org/bunker/strls-01.htm>


P. R. 12 - 1-1-1938 - XVI
1-III-1940-XVIII
Allegato N. 4
alle "Direttive per le operazioni ..."
TEATRO D'OPERAZIONI ALPINO
SEGRETO
FASCIA E SETTORI DI COPERTURA
Limiti laterali dei settori
Limite posteriore dei settori
Sedi dei comandi di settore
X
SETTORE BALTEA
SOTTOSETTORE AUTONOMO LEVANNA
IX
SETTORE MONCENISIO
VIII SETTORE BARDONECCHIA
VII SETTORE MONGINEVRO
VI
SETTORE GERMANASCA-PELLICE
IV
SETTORE MAIRA-PO
III
SETTORE STURA
II
SETTORE ALTA ROJA-GESSI
V
SETTORE MEDIA ROJA
I
SETTORE BASSA ROJA

Sottosettori, a loro volta costituiti da Gruppi di caposaldi e Caposaldi[16], a formare, nel complesso, una fitta rete di comando, in grado di gestire l'intero territorio, distribuendo i compiti e le aree di controllo.

Come già anticipato nei capitoli precedenti, l'area di interesse di questa tesi, seppur geograficamente localizzata in Valle Maira, in realtà faceva parte del III Settore "Stura", il quale, a sua volta, era suddiviso in due Sottosettori III/A "Collalunga – S. Salvatore" e III/B "Alta Stura", in cui ricade l'Altopiano della Gardetta.
Il sottosettore III/B, con sede di comando a Sambuco, era a sua volta suddiviso in due Gruppi di caposaldi e 14 Caposaldi, come segue:

- IV° Gruppo Capisaldi "Fondo Stura-Sant'Anna";
    - 12° Caposaldo Baraccone,
    - 13° Caposaldo Baraccone,
    - 14° Caposaldo Vinadio,
    - 15° Caposaldo Piz,
    - 16° Caposaldo Stau-Panieris,
    - 17° Caposaldo Prati del Vallone,
    - 18° Caposaldo Becco Rosso,
    - 19° Caposaldo Preinardo,
    - 20° Caposaldo Barricate,
    - 21° Caposaldo Servagno,
    - 22° Caposaldo Terra Rossa,
    - 23° Caposaldo Repiatetta,
- V° Gruppo Capisaldi "Regione Mulo";
    - 24° Caposaldo Gardetta-Oserot (Opere 178-179-180-181-315),
    - 25° Caposaldo Bandia Servagno.[17]

16 Corino P.G., 1997, Valle Stura fortificata op. cit. pg. 206-207.
17 Ibidem.

5.1.2 Le circolari

Come già visto nel capitolo 4, ogni elemento del sistema fortificato italiano, sia le opere in caverna che le strade militari, sono state oggetto di un'attenta codifica da parte del Ministero della Guerra che, poi, divulgava le linee guida attraverso le cosidette circolari già citate. Si trattava, sostanzialmente, di documenti costituiti perlopiù da numerose pagine di testo contenenti informazioni riguardo alle tipologie di opere, alla nomenclatura, alla modalità di costruzione fino a dettagli costruttivi, spesso seguiti da una serie di allegati grafici con rappresentazioni in scala di un'opera tipo in pianta e alzato o di un suo particolare.
Di seguito, verranno riportati stralci delle circolari utili agli scopi di questa tesi e spesso utilizzate per comprendere come avrebbero dovuto essere, almeno ipoteticamente, alcune porzioni incomplete delle opere analizzate o, più in generale, un impianto in caverna o, ancora, in particolare rispetto al capitolo 4, le tipologie di strade e le loro caratteristiche.

Ogni Circolare sarà analizzata attraverso una scheda con dati legati alla sua datazione, numero e tema generale e degli stralci tratti da scansioni d'epoca mentre il testo completo sarà riportato in appendice.

CIRCOLARE 200[18]

Titolo	Circolare 200
Datazione	Roma, 6 gennaio 1931 - anno IX
Ente	Ministero della Guerra Comando del Corpo di Stato Maggiore Ufficio Operazioni
N°	N° 200 di prot. Riservato Annessa una busta con cinque allegati
Oggetto	Direttive per le organizzazione difensiva permanente in montagna

18 D'Ascia R., 2002, Storia dell'Arma del Genio - Dalla fine della Prima Guerra Mondiale alla vigilia della campagna in Africa orientale (1918-1935), Vol. VI, Roma, Stato Maggiore dell'Esercito, pg.354-376.

CIRCOLARE N. 200 IN DATA 6 GENNAIO 1931

RISERVATO

Roma, 6 gennaio 1931 - anno IX

MINISTERO DELLA GUERRA

COMANDO DEL CORPO DI STATO MAGGIORE

UFFICIO OPERAZIONI

Sezione 1ª

N. 200 di prot. Riservato

Annessa una busta con cinque allegati.

OGGETTO:

Direttive per la organizzazione difensiva permanente in montagna.

Ai Comandi designati d'Armata di: Torino - Firenze - Bologna;
Ai Comandi dei Corpi d'armata di: Torino - Alessandria - Udine - Trieste;
All' Ispettorato dell' arma di artiglieria;
All' Ispettorato dell' arma del genio;

e, per conoscenza:

Al Gabinetto del Ministro - Ufficio Coordinamento;
All'Ufficio di S. E. il Capo di Stato Maggiore Generale;
Al Comando designato d'Armata di Napoli;
Alla Direzione generale di artiglieria;
Alla Direzione generale del genio;
Al Comando della Scuola di guerra;
Al Comando della Scuola di applicazione di fanteria;
Al Comando della Scuola di applicazione di artiglieria e genio.

1° - Le presenti direttive si riferiscono a zone montane caratterizzate da:

a) terreno scoperto, tale da consentire esteso e libero campo di vista e di tiro;

b) possibilità di postazioni di batterie nemiche, a distanza di tiro di precisione, contro elementi della difesa.

2° - La fisionomia complessiva di un sistema difensivo fortificato, a sbarramento di tali zone, deve essere, nelle sue linee generali, quella stessa di una normale sistemazione difensiva campale.

La sua ossatura principale, costituita da opere permanenti costruite sin dal tempo di pace, dovrà essere completata, in periodo di tensione diplomatica od all'apertura delle ostilità, con opere campali.

3° - Nel complesso il sistema difensivo-fortificato comprenderà:

— A —

Una posizione di resistenza, appoggiata sui fianchi a zone di difficile praticabilità, che deve immaginarsi divisa in due parti parallele al suo andamento.

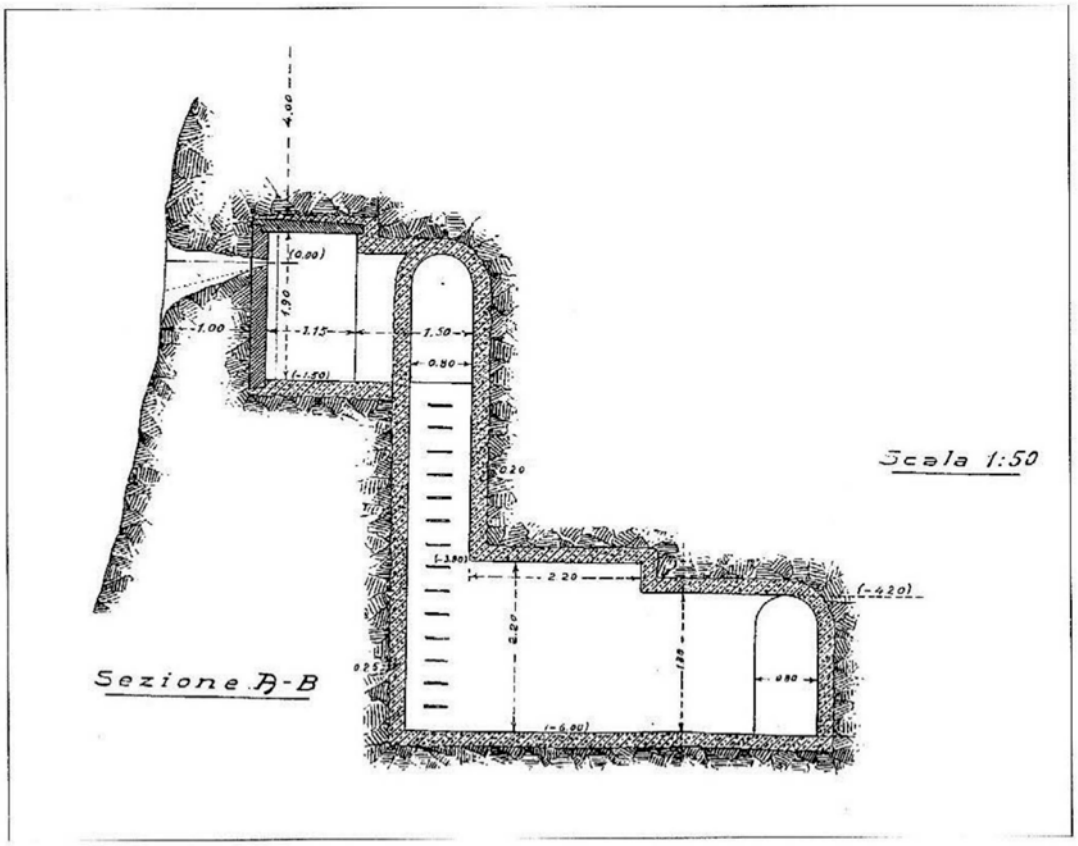
Sulla parte anteriore, profonda da 300 a 400 metri, s'intende stroncare l'attacco nemico esclusivamente col fuoco o, quanto meno, sottoporlo ad intensa azione logoratrice. Essa deve perciò essere battuta colla massima intensità dal fuoco organizzato di tutte le armi della difesa ed in modo principale dai tiri incrociati dei centri di resistenza costruiti nella parte stessa.

La disposizione di questi, sul terreno, deve assicurare il reciproco appoggio dei centri di resistenza contigui ed evitare soluzioni di continuità nelle zone battute.

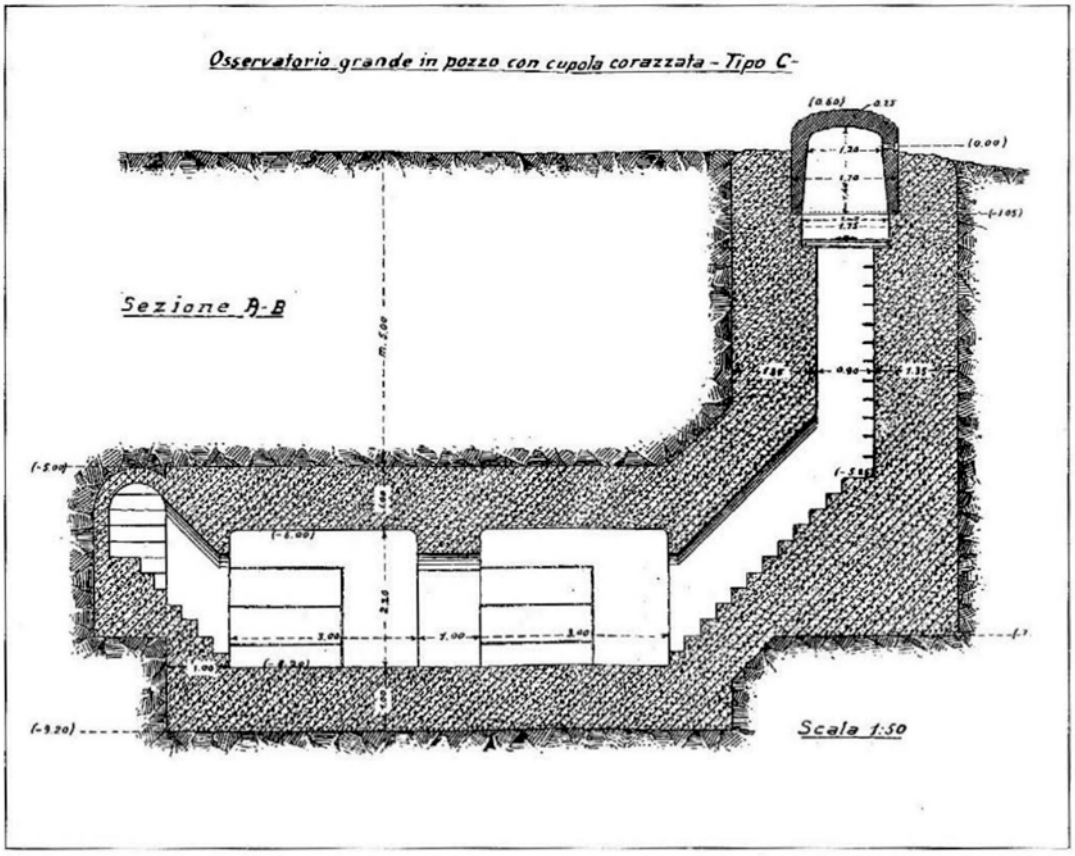
Ogni centro dovrà, perciò, essere costruito in modo da poter agire, con piena efficienza, anche dopo il tiro di preparazione cui sarà sottoposto dal nemico e da rendere praticamente vano ogni suo tentativo di ridurre al silenzio le mitragliatrici che lo armano o di impossessarsene.

Dovrà quindi essere di minime dimensioni ed alla prova di tutti i calibri, il che consiglia di rinunziare, in massima, a torrette corazzate girevoli e di ricorrere, invece, a caverne o casamatte in calcestruzzo.

Queste dovranno avere feritoie ristrette al minimo e sottratte, per quanto possibile, ai tiri di imbocco nemici, il che consiglia di organizzare ogni centro, esclusivamente, per tiri di fianco e di rovescio ogni qualvolta la conformazione del terreno consenta al nemico di postare, ad efficace distanza di tiro, armi per l'imbocco delle feritoie ad azione frontale. Anche quando possano convenire tiri ad azione frontale, l'azione principale spetta sempre ai tiri di fianco e di rovescio, per le necessità suaccennate di ottenere un fitto incrocio di fuochi lungo la parte anteriore della posizione di resistenza e di appoggiare i centri contigui.



Osservatorio piccolo tipo B in caverna blindata - sezione. Allegato n. 5 alla circolare 200 - Tav. 4



Osservatorio grande in pozzo tipo C con cupola corazzata - sezione. Allegato n. 5 alla circolare 200 - Tav. 6

CIRCOLARE 7.000[1]

Titolo	Circolare 7.000
Datazione	Roma, 3 ottobre 1938 - anno XVI
Ente	Ministero della Guerra Comando del Corpo di Stato Maggiore Ufficio Operazioni
N°	N° 7.000 di prot. Riservato
Oggetto	Direttive per le organizzazione difensiva

1 op. cit. pg. 381-383.

CIRCOLARE N. 7000 IN DATA 3 OTTOBRE 1938
"DIRETTIVE PER L'ORGANIZZAZIONE DIFENSIVA"

Ministero della Guerra

COMANDO DEL CORPO DI STATO MAGGIORE
UFFICIO OPERAZIONI I - SEZIONE 1ª

SEGRETO

N° 7000 di prot. Roma, li 3 ottobre 1938 - A. XVI

OGGETTO: Direttive per l'organizzazione difensiva.-

AI COMANDI DI CORPO D'ARMATA DI FRONTIERA - T U T T I -
e, per conoscenza:
AI COMANDI DESIGNATI D'ARMATA - T U T T I -
ALL'ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO - S E D E -
ALLA DIREZIONE GENERALE DEL GENIO - S E D E -

I.- L'organizzazione difensiva delle nostre frontiere terrestri sta per raggiungere, nel suo complesso, un notevole grado di efficienza.-

Le limitazioni di carattere finanziario e la opportunità di provvedere prima ai grandi caposaldi(complessi e quindi costosi)hanno però finito con l'affidare la soluzione del problema ad un numero ridotto di opere, il che ha conferito alle sistemazioni difensive l'aspetto di una sottile linea.-

E' anzitutto necessario provvedere a dare profondità al sistema.-

II.- La profondità si deve ottenere con due rimedi:

a)- trasformare le attuali linee di copertura, là dove il nemico possa sviluppare notevole sforzo, in striscie di profondità varie a seconda del terreno e delle possibilità di attacco del nemico;

b)- organizzando sulle direttrici principali, a distanza dalle linee di copertura, degli sbarramenti arretrati destinati ad entrare in funzione essenzialmente contro elementi celeri, nel caso che la linea di copertura fosse caduta per sorpresa iniziale o grande concentramento di mezzi.-

CIRCOLARE 15.000[1]

Titolo	Circolare 15.000
Datazione	Roma, 31 dicembre 1939 - anno XVIII
Ente	Ministero della Guerra Comando del Corpo di Stato Maggiore Ufficio Operazioni
N°	N° 15.000 di prot. Riservato Allegati: uno
Oggetto	Direttive per le organizzazione difensiva permanente in montagna

Roma, 31 dicembre 1939 – XVIII
MINISTERO DELLA GUERRA
COMANDO DEL CORPO DI STATO MAGGIORE

UFFICIO OPERAZIONI

N.15.000 di prot. Segreto
Allegati: uno

OGGETTO: Fortificazione permanente alle frontiere alpine

Con riserva di impartire quanto prima disposizioni completive per le singole frontiere, espongo sinteticamente i criteri cui si deve ispirare la nostra fortificazione permanente alla frontiera alpina. Questo affinché tali criteri vengano sin d'ora applicati nei lavori allo studio, in progetto, e – per quanto possibile – in quelli in corso di esecuzione o già ultimati.

1° SISTEMI FORTIFICATI
- *In corrispondenza delle frontiere francese, germanica e jugoslava saranno costruiti più sistemi fortificati successivi. Andamento generale: determinato da questo S.M.*
- *Per la frontiera svizzera: riserva di ordini.*

2° COSTITUZIONE DEI SINGOLI SISTEMI
In ogni sistema, in relazione al diverso grado di "operabilità" del terreno nei suoi vari tratti, si avranno sistemazioni a caratteristiche diverse, e precisamente:
- *Sistemazioni tipo A: a cavallo direttrici permettenti attacco a massa;*
- *Sistemazioni tipo B: a cavallo direttrici permettenti attacco di singole colonne;*
- *Sistemazioni tipo C: cavallo direttrici permettenti attacco di piccoli reparti;*

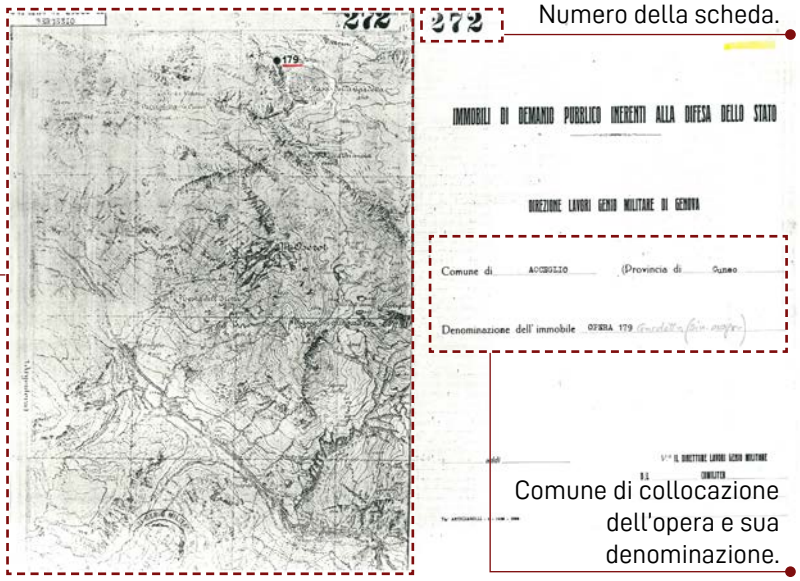
1 Bagnaschio D., Corino P.G., 2001, Alta Roja Fortificata, Melli Borgone, 189-193..

5.1.3 Documenti d'archivio e schedatura

• **DOCUMENTO TIPO - INVENTARIO OPERE**
(es. scheda n° 272 - Opera 179).

▶ A destra, **Foglio 1 con intestazione scheda e riferimenti del bene.**

Stralcio di carta I.G.M. in scala 1:25.000 con collocazione dell'opera.

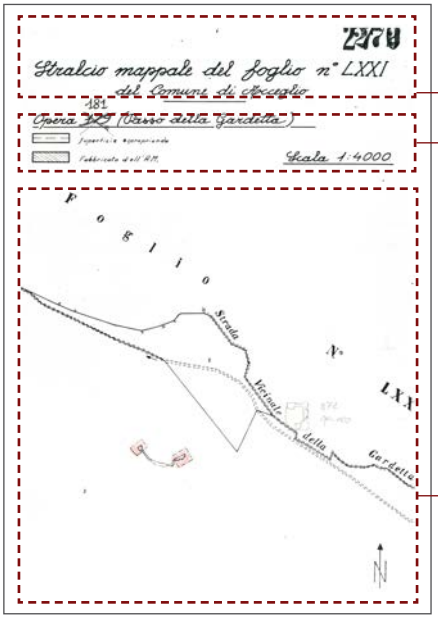


Numero della scheda.

Comune di collocazione dell'opera e sua denominazione.

▶ A destra, **Foglio 2 con Stralcio mappale del foglio catastale del comune di riferimento.**

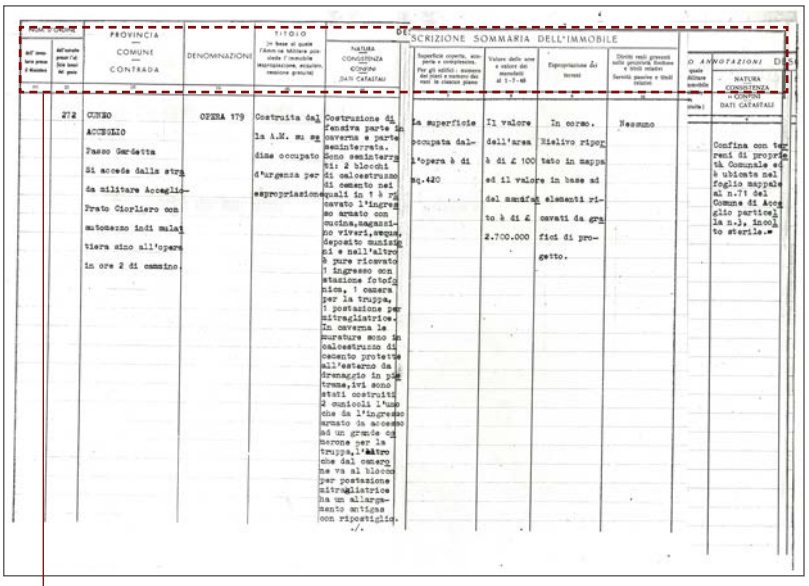
Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.



Dati catastali e, in alto a destra, numero della scheda.

Indicazione fabbricato e superficie espropriata/ da espropriare.

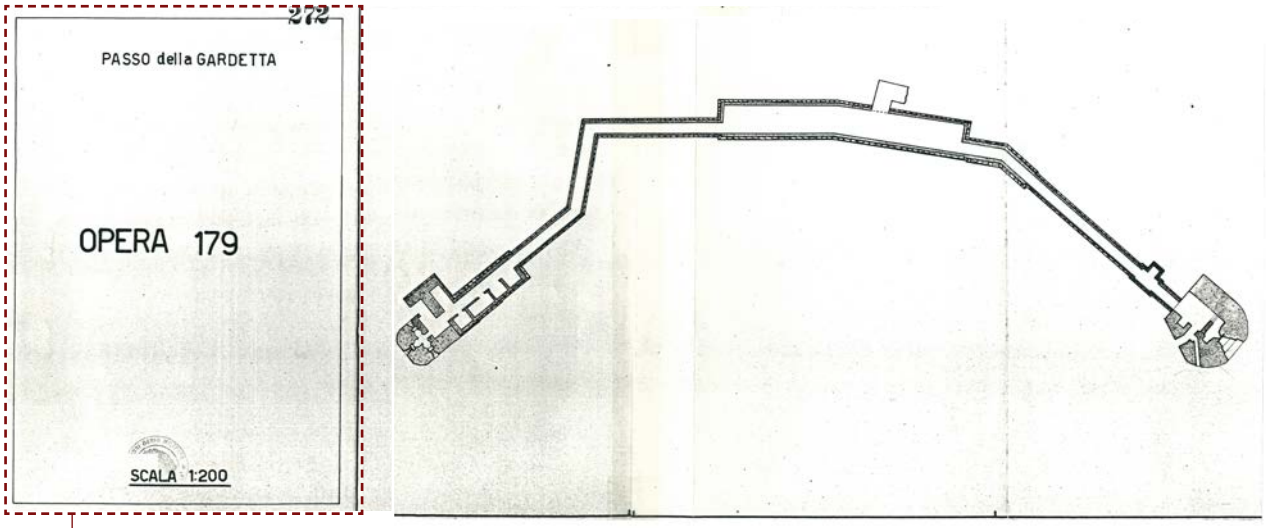
Stralcio del mappale con posizione dell'opera e della strada più vicina. Orientamento con nord in basso a destra.



	PROVINCIA — COMUNE — CONTRADA	DENOMINAZIONE	TITOLO	NATURA E CONSISTENZA — DATI CATASTALI	DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'IMMOBILE				ANNOTAZIONI — NATURA E CONSISTENZA — DATI CATASTALI
272	CUNEO ACCEGLIO Passo Gardetta Si accede dalla stra da militare Accaglio- Prato Ciorliero con automezzo indi mula tiera sino all'opera in ore 2 di cammino.	OPERA 179	Costruita dal la A.M. su su dina occupato d'urgenza per espropriazione	Costruzione di caverna e parte seminterrata. Sono seminterra ti: 2 blocchi di calcestruzzo di cemento nei quali in 1 è ri cavato l'ingres so armato con cucina,magazzi no viveri,acqua, deposito munizio ni e nell'altro è pure ricavato l'ingresso con stazione fotoelet trica, 1 camera per la truppa, 1 postazione per mitragliatrice. In caverna le murature sono di calcestruzzo di cemento protette all'esterno da drenaggio in pie trame,ivi sono stati costruiti 2 cunicoli l'uno che da l'ingresso armato di accesso ad un grande ca merone per la truppa,l'altro che dal camero ne va al blocco per postazione mitragliatrice ha un allarga- mento antigas con ripostiglio.	La superficie occupata dal- l'opera è di mq.420	Il valore dell'area è di £ 100 ed il valore del manufat to è di £ 2.700.000	In corso. Rilievo ripor tato in mappa elementi ri- cavati da pro- getto.	Nessuno	Confina con ter reni di proprie tà Comunale ed è ubicata nel foglio mappale al n.71 del Comune di Acce glio partice la n.3, inco to sterile.»

◀ A sinistra, **Foglio 3 con informazioni sul bene e la sua posizione.**

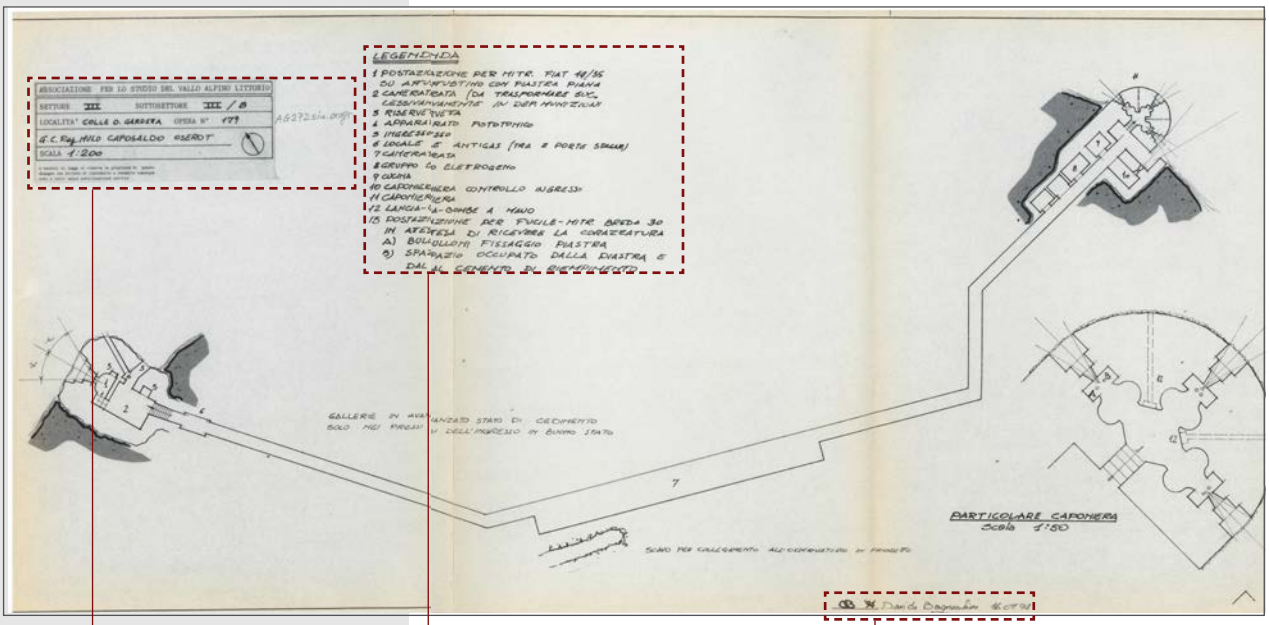
Tabella con informazioni su n° d'ordine schede, Provincia, Comune, Contrada, denominazione, titolo, natura del bene, descrizione dell'immobile e suo valore in lire, annotazioni.



Informazioni dell'opera: in alto a destra n° ordine, al centro collocazione, nome opera e scala del disegno.

▲ In alto, **Foglio 4 con pianta di progetto dell'opera.**

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.



Informazioni ente realizzatore del rilievo, riferimenti settore/ sottosettore, scala e orientamento disegno.

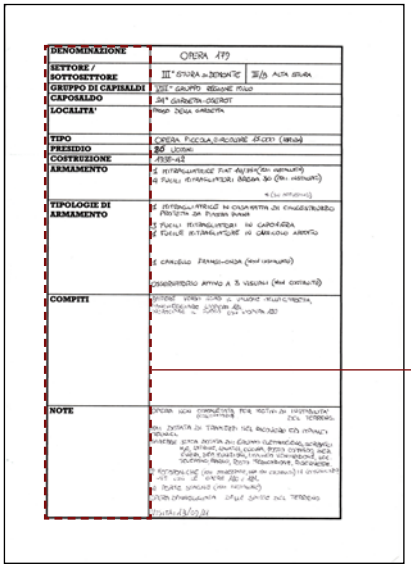
Nomenclatura degli ambienti con riferimento numerico in pianta.

Informazioni esecutore rilievo e data.

▲ In alto, **Foglio 5 con rilievo aggiornato eseguito a inizio anni ‘90.**

▶ A destra, **Esterna alla scheda dell’opera, tabella con informazioni sul bene da ricognizione del 2011 a opera di tesisti.**

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.



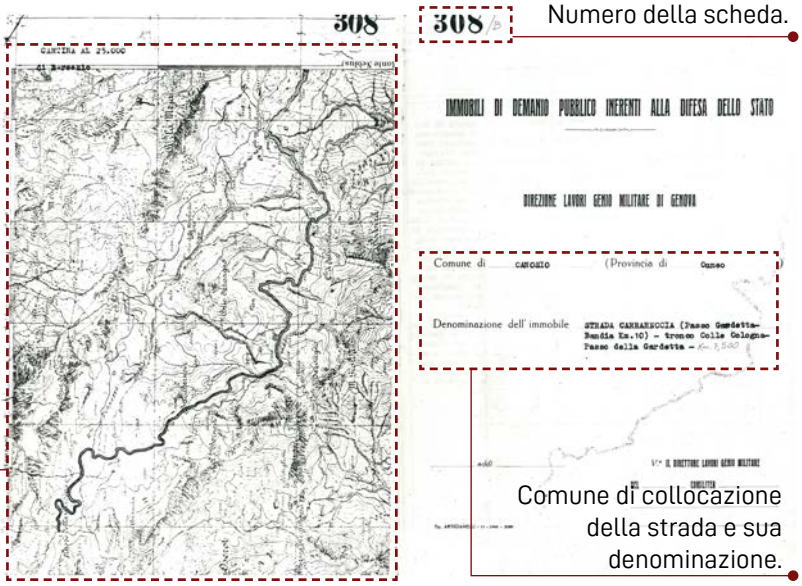
Informazioni dell'opera con annotazioni aggiuntive rispetto allo stato di conservazione e di visitabilità.

Nella tabella che segue sono riportati, per ogni scheda riferita al 24° Caposaldo Gardetta - Oserot, la numerazione post-bellica e pre-bellica del bene (e relativa denominazione), localizzazione amministrative e catastale e, infine, se presenti disegni d'archivio relativi all'impianto originale ed eventuali rilievi aggiornati più recenti (anni '90 del 1900).

n° d'ordine	n° opera e denominazione	Comune	Foglio catastale	Realizzazione	Disegni storici	Rilievo aggiornato
270	Opera 181 - Passo della Gardetta	Acceglio	LXX	Sì	No	Sì
271	Opera 180 - Passo della Gardetta	Acceglio	LXX	Sì	Sì	Sì
272	Opera 179 - Passo della Gardetta	Acceglio	LXXI	Sì	Sì	Sì
276	Ricovero artiglieria Fonda Brancia	Canosio	XVIII	Sì	Sì	No
277	Ricoveri Passo della Gardetta	Canosio	XVIII	Sì	Sì	No
278	Riservetta munizioni Passo della Gardetta	Canosio	XVIII	No	No	No
279	Riservetta munizioni Fonda Brancia	Canosio	XVIII	Inizio scavo	Sì	No
270	Opera 178 Colle Oserot	Bersezio	VII	Sì	Sì	No
281	Opera 315 Passo Rocca Brancia	Bersezio	VII	Sì	Sì	No

- **ELEMENTI DOCUMENTO TIPO INVENTARIO STRADE**
(es. scheda n° 308 A/B - Strada 254 | Passo della Gardetta - Bandia).

▶ A destra, **Foglio 1 con intestazione scheda e riferimenti del bene.**



Numero della scheda.

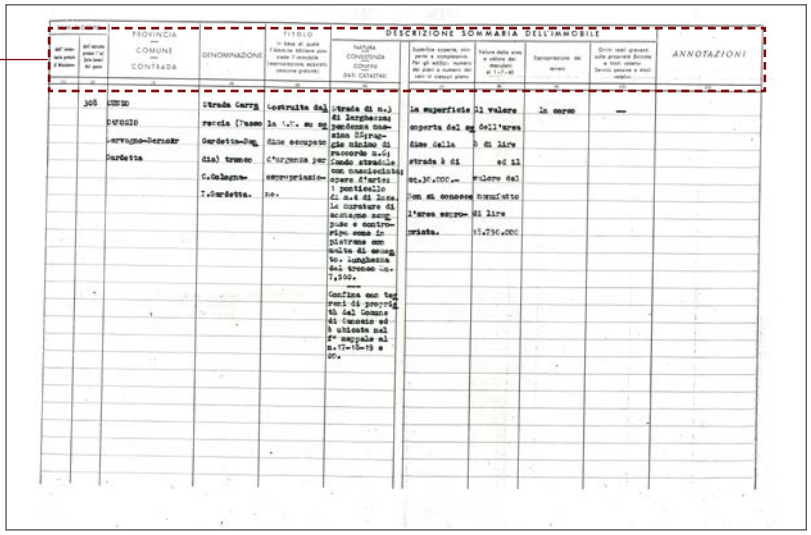
Stralcio di carta I.G.M. in scala 1:25.000 con tracciamento della strada.

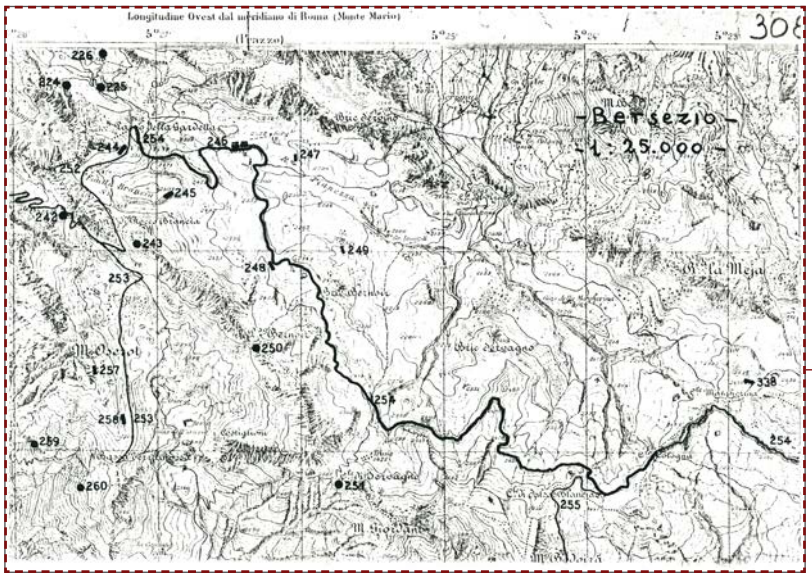
Comune di collocazione della strada e sua denominazione.

▶ A destra, **Foglio 2 con informazioni sul bene e la sua posizione.**

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.

Tabella con informazioni su n° d'ordine schede,
Provincia, Comune, Contrada, denominazione,
titolo, natura del bene,
descrizione dell'immobile e suo valore in lire,
annotazioni.





◀ A sinistra, **Foglio 3 con tracciamento della strada.**

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.

Stralcio di carta I.G.M. con tracciamento della strada e delle opere e strade circostanti. In alto a destra, n° d'ordine della scheda.

Nella tabella che segue sono riportati, per ogni scheda riferita al 24° Caposaldo Gardetta - Oserot, la numerazione post-bellica e pre-bellica del bene (e relativa denominazione), e localizzazione del bene.

n° d'ordine	n° opera e denominazione	Comune
54	194 - Acceglio | Gardetta	Acceglio
275	252 - Passo della Gardetta | Fonda Brancia | Repiatetta	Bersezio
303	253 - Fonda Brancia | Bassa di Terra Rossa	Bersezio
308 A/B	254 - Passo della Gardetta | Bandia	Canosio

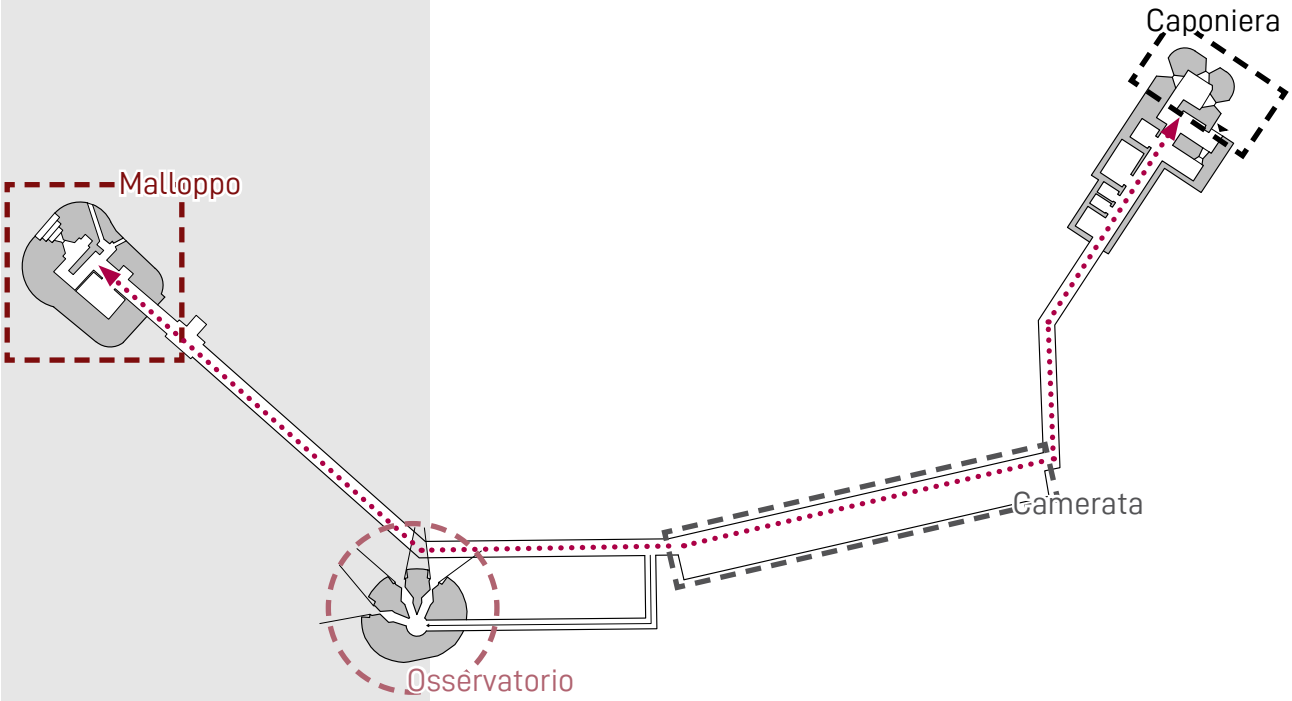
05

5.2 Un'opera in caverna del Vallo Alpino

tratto da Corino P.G. L'opera in caverna del Vallo Alpino, Melli – Borgone,

▼ In basso, **Schema di opera tipo.**
Rappresentazione fuori scala.

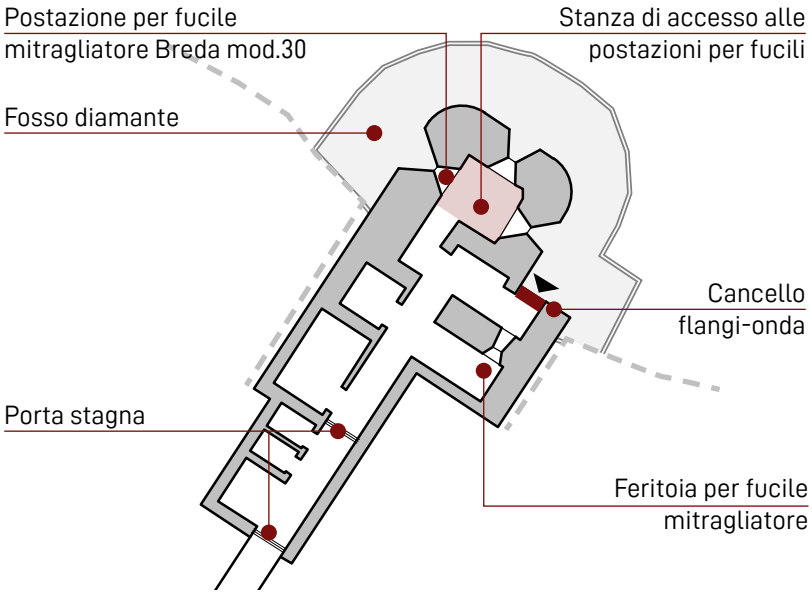
Nonostante le numerose opere del Vallo Alpino appaiano diverse – e a volte lo siano anche, almeno in alcune porzioni – in realtà derivano tutte da quelle direttive e disposizioni emanate dal Ministero della Guerra, attraverso le Circolari già citate nel paragrafo 5.1.2. Seppur, infatti, esse abbiano fornito gli elementi base per la progettazione, in realtà è stato il territorio scelto per costruire l'opera a guidarne la sua progettazione esecutiva, definendone limiti, varianti rispetto alle direttive originali e modifiche in fase di costruzione.
In generale, però, modifiche a parte, è possibile ritrovare in ciascuna opera tutta una serie di elementi comuni, che, seppur diversi nella forma e nelle dimensioni, restano comunque fedeli alle linee guida ministeriali.



Ogni opera, infatti, è costituita da:
• malloppo ovvero "l'elemento di un'opera in caverna o in calcestruzzo dove erano ubicate le postazioni d'arma, osservatori o gli ingressi";

• caponiera ovvero "l'elemento difensivo sporgente da un muro di scarpa destinato a difendere le opere con tiro radente";
• camerata ovvero un grande ambiente che faceva da dormitorio per le truppe:
• corridoi di collegamento;
• eventuale osservatorio che costituiva un malloppo a sé, come si vede nello schema precedente.

Innanzitutto, la posizione dell'ingresso delle opere era studiata in modo da prevenire i tiri diretti e, per tale motivo, si preferiva posizionarlo o sul rovescio dell'impianto o in aree coperte da ostacoli naturali anche se, molto spesso, era la morfologia dei luoghi a guidarne la scelta, optando per delle soluzioni differenti in ambito di protezione.
Come riporta P. Corino in *"L'opera in caverna del vallo alpino" è "la tipologia di ingresso [...] uno di quegli elementi che permettono di datare un'opera"*[19]. Le opere di "nuova generazione", infatti, si differenziano da quelle costruite nei primi anni '30 per via sia della presenza di un ingresso dotato di feritoia che avrebbe dovuto ospitare un fucile mitragliatore a protezione e controllo dell'accesso, sia per via della presenza

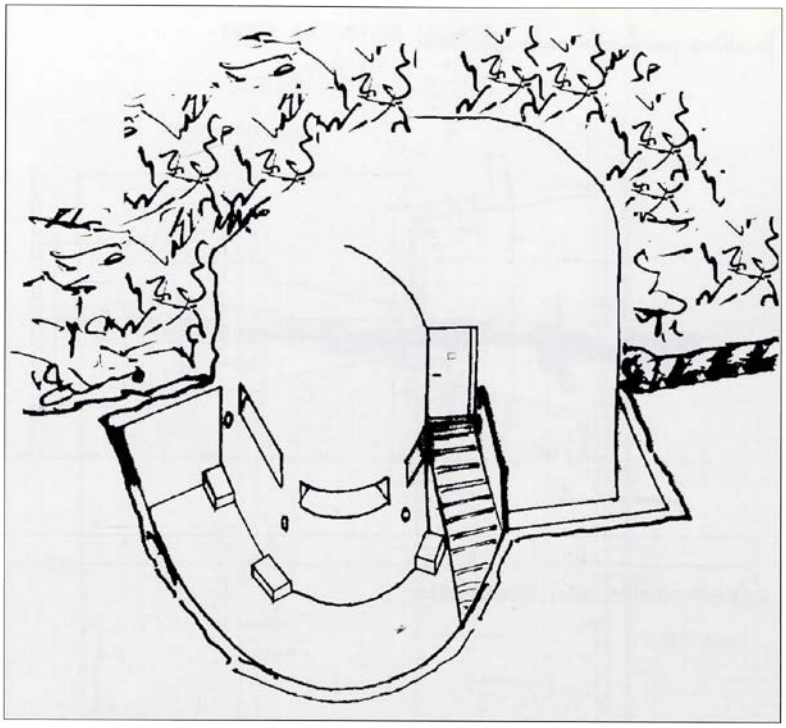


◀ A sinistra, **Schema di caponiera tipo.** *Rappresentazione fuori scala.*

di una vera e propria caponiera.
Essa, infatti, costituisce un componente aggiuntivo nella progettazione dell'ingresso, introdotto nel 1939 in seguito alla Circolare 15000, che prevedeva, accanto all'entrata, una massa sporgente il cui scopo era, ancora una volta, la difesa dell'accesso all'opera.
La caponiera era costituita da diverse feritoie che avrebbero dovuto battere l'area circostante l'ingresso ed esse erano raggiungibili, dall'interno, attraverso una stanza centrale che - dal corridoio - si apriva verso i diversi vani d'arma. Ogni vano sarebbe dovuto essere armato con fucili mitragliatori Breda

19 P.G. Corino, 1995, L'opera in caverna del Vallo Alpino, Melli – Borgone, pg. 44-45.

modello 30 e protetto da piastre di corazzatura particolari.
Come precisa lo stesso Corino, gli interventi successivi a questa circolare vennero avviati attorno al 1940-1942 e non si hanno documenti che testimonino l'installazione di queste armi o delle piastre, come verrà anche confermato dall'analisi delle due caponiere (una era inaccessibile) delle opere della Gardetta (Cap. 6), che hanno solo la predisposizione delle staffe per l'installazione di tali piastre.
L'ingresso, inoltre, avrebbe dovuto essere dotato di cancello flangi-onda, realizzato in forma di inferriata e che avrebbe permesso il controllo dello stesso attraverso la feritoia



▶ A destra, **Vista prospettica di una caponiera** opera 15.000.

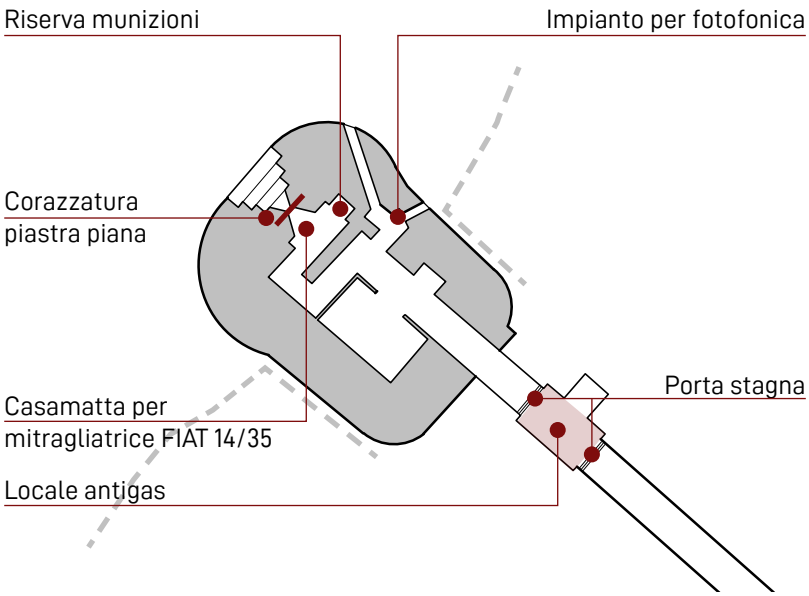
Tratto da Corino P.G., 1995, *"L'opera in caverna del vallo alpino"*, 1°ed. Borgone di Susa: Melli, pg.45.

interna.
Una protezione esterna aggiuntiva era il fosso diamante che avrebbe dovuto circondare la caponiera. Esso avrebbe dovuto avere una profondità di circa 1,50-2,00 m e aveva lo scopo sia di raccogliere le macerie dei bombardamenti che di impedire al nemico di avvicinarsi alle difese, ulteriormente protette anche dalle caditoie della caponiera da cui, all'evenienza, si sarebbero fatte rotolare le bombe a mano.

Avanzando nell'opera, il cunicolo era sbarrato e separato dall'ingresso da una porta antisoffio stagna ovvero una porta metallica a doppia camera con lamiere da 3-4 mm con spioncino e bloccaggio della serratura in sei punti che avrebbe dovuto garantire la tenuta stagna dell'infisso.
La porzione centrale dell'opera è costituita dalla camerata o camerone dove avrebbero dovuto vivere e rimanere in efficienza, anche sotto attacco, gli uomini del presidio.
In funzione della dimensione dell'opera - piccola, media, grande – la Circolare 15.000 stabiliva che questo ambiente potesse essere ridotto ad un semplice ricovero o, se più

ampio, fosse suddiviso in locali distinti per ogni esigenza: da riserve per munizioni e parti di ricambio delle armi a locali per il comando, per gli ufficiali, fino a tutta una serie di ambienti di servizio (es. Lavatoio, latrine, riscaldamento, ventilazione, etc) tali da garantire una lunga vivibilità all'opera anche in caso si attacco prolungato.

Proseguendo lungo il corridoio e, separato dal resto dell'opera da due porte anti gas, si raggiunge il malloppo, ovvero l'area in cui erano situate le postazioni per i pezzi di artiglieria, utilizzati dagli uomini del presidio per controllare e difendere

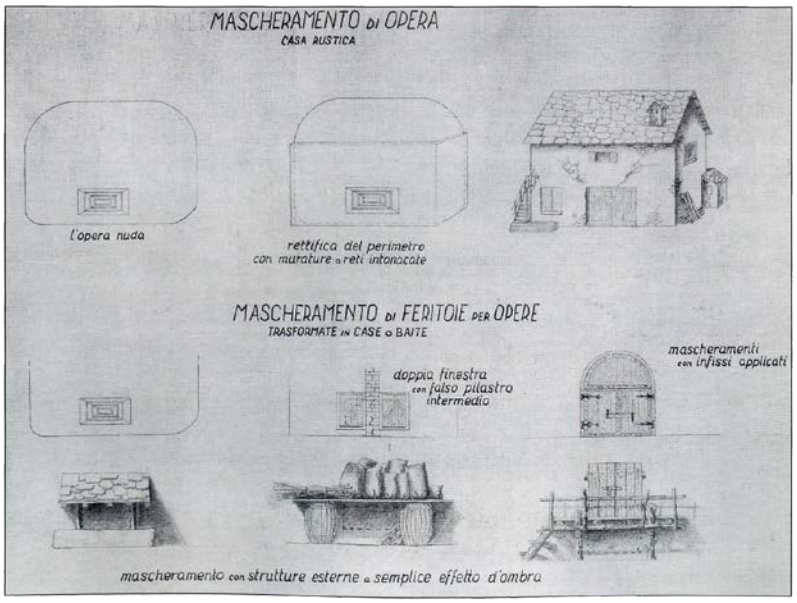


◀ A sinistra, **Schema di malloppo tipo.**
Rappresentazione fuori scala.

il settore di riferimento.
Ogni malloppo era armato in maniera differente, definita dal progetto redatto dal Genio Militare, trattandosi perlopiù di mitragliatrici FIAT modello 14/35 (le più comuni) e pezzi anticarro di diverso calibro in funzione della tipologia di opera. Queste armi erano ospitate in casematte che potevano essere o metalliche o, più comunemente, vista la povertà di materiali e la difficoltà di traporto in ambiente montano, in calcestruzzo o in caverna.
Le casematte in calcestruzzo, come quelle presenti a Gardetta, sono molto emergenti rispetto al piano di campagna a causa proprio del notevole spessore che esse dovevano possedere per poter garantire una buona resistenza ai calibri nemici ed erano preferite a quelle in caverna nel caso in cui le falde del terreno non fossero compatte o di buona qualità. Una certa importanza, inoltre, era rivestita dal mascheramento che veniva effettuato nei modi più disparati e in funzione dell'ambiente circostante, come si vede nell'immagine che segue, che presenta il mascheramento di opere trasformate esternamente in case o baite.
Nel caso, invece, di opere collocate in area montana, come quelle studiate in questa sede, esse venivano ricoperte da rocce e pietre di varie dimensioni per mimetizzarle con l'ambiente roccioso circostante.

▶ A destra, Tipo di **mascheramento.**

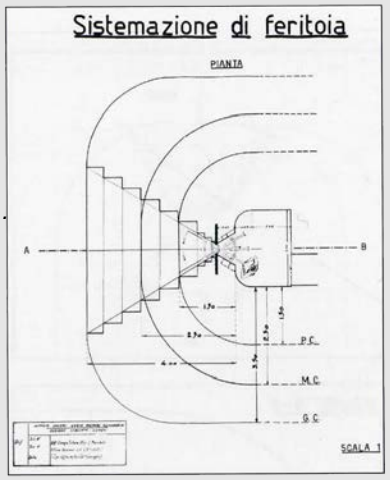
Tratto da P.G., 1995,*"L'opera in caverna del vallo alpino"*, op. cit. pg. 35.



▼ In basso a sinistra, Schema di **sistemazione di feritoia** con riferimento allo spessore di calcestruzzo necessario per resistere a differenti calibri.

▼ In basso, **Spessori necessari per resistere a differenti calibri** in funzione della tipologia di materiale di realizzazione dell'opera.

Tratto da ivi. pg. 34.



L'uso del calcestruzzo nel Vallo Alpino Occidentale fu massivo per via della facilità di trasporto ma anche per la capacità di reagire all'esplosione e urto dei proietti limitando il danno alla sola area colpita. L'armatura metallica, invece, era vista come un elemento controverso e, spesso, proprio per scarsità di metallo, non veniva inserita seppur avrebbe evitato il distacco di materiale in seguito ai colpi ricevuti dall'opera. In conclusione, come si deduce anche dallo schema e tabella che segue, la protezione di un'opera dipendeva strettamente

tipologia del materiale		Resistenza a schegge e armi da fanteria	piccolo calibro	medio calibro	grande calibro
Terra ordinaria	m		8	14	20
Roccia tenera	»		5	8	15
Roccia semidura (calcarea, dolomitica)	»		4	6	10
Roccia dura (basalto, granito, porfido)	»		2	4	6
Calcestruzzo ordinario	»	0,75	1,5	2,5	4 (14)

dalla quantità e spessore della massa coprente.
Inoltre, per aumentare ancora la resistenza della struttura venivano attuati una serie di accorgimenti già a partire dalla progettazione dell'impianto, ovvero:

- l'arrotondamento delle superfici esterne in modo da evitare rimbalzi e deviazioni dei proiettili;
- la riduzione al minimo delle luci dei locali interni (max. 3,50-3,00 m);
- il rinfonzo delle volte degli ambienti più sollecitati con travi in ferro a doppia T;
- la progettazione di opere in calcestruzzo di almeno 200 mc in grado di assorbire con la loro massa le sollecitazioni esterne;

- l'attenzione al collegamento al calcestruzzo delle parti metalliche in modo che potessero scaricare anch'esse le eventuali sollecitazioni dinamiche.

I punti più critici erano rappresentati dagli elementi attivi ovvero le postazioni d'arma: le bocche da fuoco erano pensate di dimensioni ridotte in maniera compatibile con l'ampiezza di tiro dell'arma e, per avere un'ulteriore protezione dal pericolo dei tiri d'imbocco, vennero dotate tipicamente di piastre di corazzatura metalliche e, meno comunemente, di casematte e torrette metalliche a minimo spessore frontale.
Le casematte venivano distinte in funzione della tipologia di corazzatura installata:

- casematte con feritoia piana;
- casematte con feritoia in tre parti;
- casematte con feritoia scudata;
- casematte metalliche;
- casematte con torretta corazzata.

La tipologia più comune, installata anche presso le opere della Gardetta, è quella con piastra piana constituita da una piastra d'acciaio dallo spessore di 70 mm e di 800 kg, ammorsata nel getto di calcestruzzo della porzione frontale della casamatta e, a volte, rinforzata da delle putrelle. Questa soluzione era pensata per resistere a piccoli calibri ed era facilmente adattabile all'installazione di armi differenti che venivano agganciate attraverso i relativi affustini come vedremo in seguito.

Un'altra importante attrezzatura installata nel malloppo era l'apparato fotofonico che permetteva e garantiva collegamenti esterni con le altre opere dove gli impianti telefonici e radio, per ragioni differenti, erano carenti.
Il sistema telefotofonico si basava sul principio di trasformazione della voce in segnali luminosi che venivano captati da una cellula fotoemittente al cesio, ritrasformati in variazioni di corrente e poi vibrazioni sonore. Elemento fondamentale, chiaramente, era che i due punti emittente e ricevente fossero tra loro visibili.
Ogni impianto funzionava sia come ricevitore che come emettitore ed era situato o nel maloppo d'arma o nei blocchi d'ingresso o, più raramente, in ambienti a sé stanti.

Infine, il malloppo dell'osservatorio costituiva "*nella cecità del sottosuolo l'unico occhio delle opere in caverna*"[20] e aveva l'obiettivo di fornire sia una buona osservazione dell'area circostante l'opera che controllare il settore di tiro delle varie postazioni d'armi. Interessante è notare che, per garantire continuità di servizio, si ipotizzasse la realizzazione di più di un osservatorio per ogni opera, indipendenti tra di loro e con scopi diversi ma, nella realtà, per diverse ragioni, l'impianto era limitato ad un unico osservatorio, se e quando si riuscisse a terminarne la costruzione.

20 op. cit. pg. 64.

In generale, comunque, gli osservatori, così come le casematte, potevano essere sia in calcestruzzo che in torretta metallica e, anche in questo caso, la seconda modalità era preferita per via delle dimensioni ridotte e la facilità di mascheramento anche se, la mancata consegna di torrette metalliche, fece optare spesso e volentieri per la prima opzione.
Questi malloppi erano simili in tutto e per tutto a quelli delle postazioni d'arma ma, anche in questo caso, era la piastra frontale a fare la differenza. Si trattava, infatti, di una piastra in acciaio fuso al cromo-nichel di 2270 kg, dotata di una feritoia con scudo girevole sviluppato in modo da poter ospitare differenti strumentazioni ottiche (cannocchiale d'assedio, goniometro e binocolo prismatico). La piastra in questione offriva un settore orizzontale di osservazione di circa 80° mentre verticale di 45°.
Un ultimo dettaglio interessante degli osservatori, infine, è la definizione di "osservatori attivi". Questa deriva dal fatto che i malloppi in questione non avrebbero svolto solo la funzione "passiva" di controllo ma anche, all'occorrenza, quella "attiva" di difesa, trasformando le feritoie in vere e proprie postazioni d'arma. [21]

21 op. cit.

5.3 Le tre opere di sbarramento

"Non una sola opera è efficiente, abitabile; quando non mancano gli impianti di aerazione e di illuminazione, manca la nafta per il loro funzionamento"[22]. Attraverso queste parole Nuto Revelli, nel 1971, descrisse la condizione in cui versavano le opere del sistema fortificato alpino al 1940, lo stesso che, almeno a livello teorico, avrebbe dovuto essere un apparato all'avanguardia, di ultima generazione e imbattibile; la realtà era ben diversa.



▲ In alto a sinistra, **Vista del malloppo dell'opera 180.**
Fonte: Andrea Galletto - Team DIRECT.







◀ A sinistra, **Interni dell'opera 180.**
A sinistra, scala di accesso alla camerata; a destra corridoio; in basso postazione d'arma del malloppo.
Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.

22 N. Revelli, 1971, L'ultimo fronte, Torino, pg. 29.

In tal senso, le tre opere situate nei pressi dell'altopiano della Gardetta possono essere considerate come esemplificative. Esse, a più di ottant'anni dalla costruzione e dismissione, si mostrano spoglie, prive di qualsiasi accenno di impianti e a malapena dotate di piastre di corazzatura che, per via dell'andamento della guerra, non hanno mai neppure visto armi né tantomeno uomini. Le opere progettate negli anni '30, infatti, non video mai un completamento e, a distanza di anni, in seguito alla fase di dismissione post bellica, permangono in questo stato di incompletezza, lo stesso in cui vennero lasciate quando le squadre di operai andarono via, abbandonando sacchi di cemento ad indurire all'esterno dei fabbricati.
Visitarli, almeno nelle parti interrate, non è facile e sono necessarie una certa cautela e prudenza. La struttura muraria, ovvero l'unica parte effettivamente costruita, è piuttosto spessa e vede i segni del tempo. Se, infatti, i malloppi e le caponiere, arroccati sui fianchi dei versanti e posizionati all'esterno, sono in buono stato, lo stesso non si può dire di corridoi, scale e delle camerate, tutte aree che si trovano a diverse profondità nella dolomia cariata di Prato Ciorliero.
Proprio la tipologia di roccia così come la pendenza dei versanti furono dei fattori determinanti nella progettazione delle opere, nell'elaborazione di varianti[23] e, soprattutto, per le condizioni di degrado delle porzioni interrate delle opere che, nel corso degli anni, sono state caratterizzate da tutta una serie di crolli e fratture. Questi ultimi, in particolare, hanno visto nel calcestruzzo di cui sono costituite le opere un elemento poco resistente e per nulla in grado di opporsi alle spinte del terreno che, più di una volta, ha forzato gli spessi setti murari, riversando detriti e rocce in corridoi e camerate, come verrà approfondito nei capitoli 6 e 7.
Molto spesso i lunghi corridoi sono deformati dalla spinta orizzontale dei versanti, le volte a botte crepate mentre i

▼ In basso, **Vista postazione per fucile mitragliatore in caponiera - Opera 179.** Nel riquadro, perni per agganciare la corazzatura.

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.

▼ In basso a destra, **Vista postazione per mitragliatrice in malloppo - Opera 179.** Nel riquadro, esempio di piastra piana metallica esistente, annegata nella struttura il calcestruzzo.

Fonte: Archivio 1° Reparto Infrastrutture Torino.





23 P.G. Corino, Valle Stura Fortificata, op. cit. pg. 78-80.

cameroni, spesso e volentieri, non sono neppure raggiungibili, per via delle ingombranti masse di roccia ad ostacolare l'accesso.
Gli unici elementi metallici ritrovati in queste zone sono annegati nel calcestruzzo e si tratta delle poche piastre piane di corazzatura per le postazioni armate di mitragliatrice o, ancora, i perni per le corazzature da fucile mitragliatore nelle caponiere. Il resto è solo uno spoglio scheletro, che mostra i segni del passaggio di neve, acqua e fango e che resta e resiste, a testimonianza della storia che fu.

Per poter, invece, avere una chiara idea di queste opere, occorre fare un passo indietro e cercare di ricostruire retrospettivamente come effettivamente avrebbero dovuto essere, a lavori ultimati.
Le tre opere della Gardetta vennero inizialmente progettate seguendo le direttive della Circolare 7.000 ma, ben presto, l'emanazione della Circolare 15.000, che abrogava quella precedente, portò a tutta una serie di modifiche. Per queste ragioni, quindi, le tre opere possono essere definite "ibride" ovvero nate come impianto tipo 7.000 per poi divenire di tipo 15.000. Si tratta, sempre in riferimento a tale circolare, di due opere piccole (181 – 179) e un'opera media (180), una delle quali (179) dotata di osservatorio attivo.
Come anticipato nel paragrafo precedente, la precisa datazione può avvenire facendo riferimento ad alcuni particolari costruttivi dell'ingresso, ovvero la presenza di ingresso armato con feritoia per fucile mitragliatore e la presenza di caponiera. Essendo, proprio caponiere e malloppi le porzioni meglio conservate, è facile riscontrare l'esistenza di questo elemento sporgente rispetto alla massa del versante ed è ancora più semplice localizzare la feritoia dell'ingresso, posta frontalmente alla porta e subito evidente a chiunque si trovi ad accedere all'opera. Come riporta



◀ A sinistra, **Vista della caponiera opera 179.**
Fonte: Valentina Santoro

Corino, quindi, la costruzione di queste opere è da riferire al

periodo successivo la Circolare 15.000 (che aveva introdotto l'elemento della caponiera), attorno al 1939.[24]

Dall'esterno, i tre manufatti non sono sempre facilmente individuabili, ad eccezione del malloppo dell'opera 180 di dimensioni particolarmente importanti e posizionato centralmente all'asse di Prato Ciorliero. La mimetizzazione di questi elementi, comunque, per via dell'ambiente in cui essi si trovavano, era attuata affogando nel calcestruzzo delle facciate rocce e pietre di varie dimensioni, nel tentativo di camuffare le opere con le vaste porzioni rocciose presenti nella zona. Nonostante ciò, comunque, le ampie feritoie delle armi risultano ben evidenti e puntate sulla mulattiera che attraversa l'avvallamento di Prato Ciorliero.
Delle tre, l'unica opera interamente percorribile è la 181 ed è anche l'unica che permette, visitandola, di comprendere e risalire alla geometria delle altre.

Tutte, infatti, seppur con delle ovvie differenze, sono costituite da caponiera, tipicamente posizionata in un'area poco visibile, sul rovescio del versante, da malloppo più o meno armato e lunghi corridoi interrati che, oltre a mettere in collegamento questi due elementi tra loro, li connettono anche alle ampie camerate. Nel caso particolare dell'opera 179, invece, dalla camerata era in progetto anche un accesso, con rampa di scale, all'osservatorio attivo, posto a quota ben più elevata e in grado di osservare e controllare, da quell'altezza, l'intera area.



▶ A destra, Resti di sacchi di cemento induriti nei pressi dell'opera 180**.**

Fonte: Valentina Santoro.

Questo, tuttavia, non verrà mai costruito poiché, al momento dello scavo del cunicolo di collegamento, i lavori vennero bloccati, probabilmente per l'instabilità del terreno e, ad oggi, restano solo i progetti e le sue – ipotizzate – varianti oltre ai sacchi di cemento che sarebbero serviti per la sua costruzione, abbandonati in quota ad indurirsi.[25]

Come si vedrà nel capitolo 6, l'attuale dislocazione degli ambienti interni delle opere non sempre è congruente con quella progettata ma, anzi, spesso e volentieri essa

24 op. cit.
25 op. cit.

hanno subito delle trasformazioni, probabilmente derivate dall'instabilità del terreno. Esse, inoltre, prevedevano tutta una serie di impianti di aerazione, di illuminazione oltre che di comunicazione che, come si deduce ancora una volta dalla struttura muraria, si sarebbe basata su impianto fotofonico, in grado di collegare visivamente le tre opere tra loro. Anche in questo caso, un confronto tra piante di progetto e stato di fatto, ha permesso di trovare delle discrepanze legate alla mancata costruzione di una porzione di questo apparato; infatti, l'opera 179 avrebbe dovuto essere dotata di doppio impianto fotofonico, ciascuno dei quali rivolto verso le altre due opere mentre, di essi, solo uno è stato effettivamente realizzato (quello verso l'opera 181) mentre l'altro, ad oggi, è sostituito da una porta d'ingresso del malloppo.

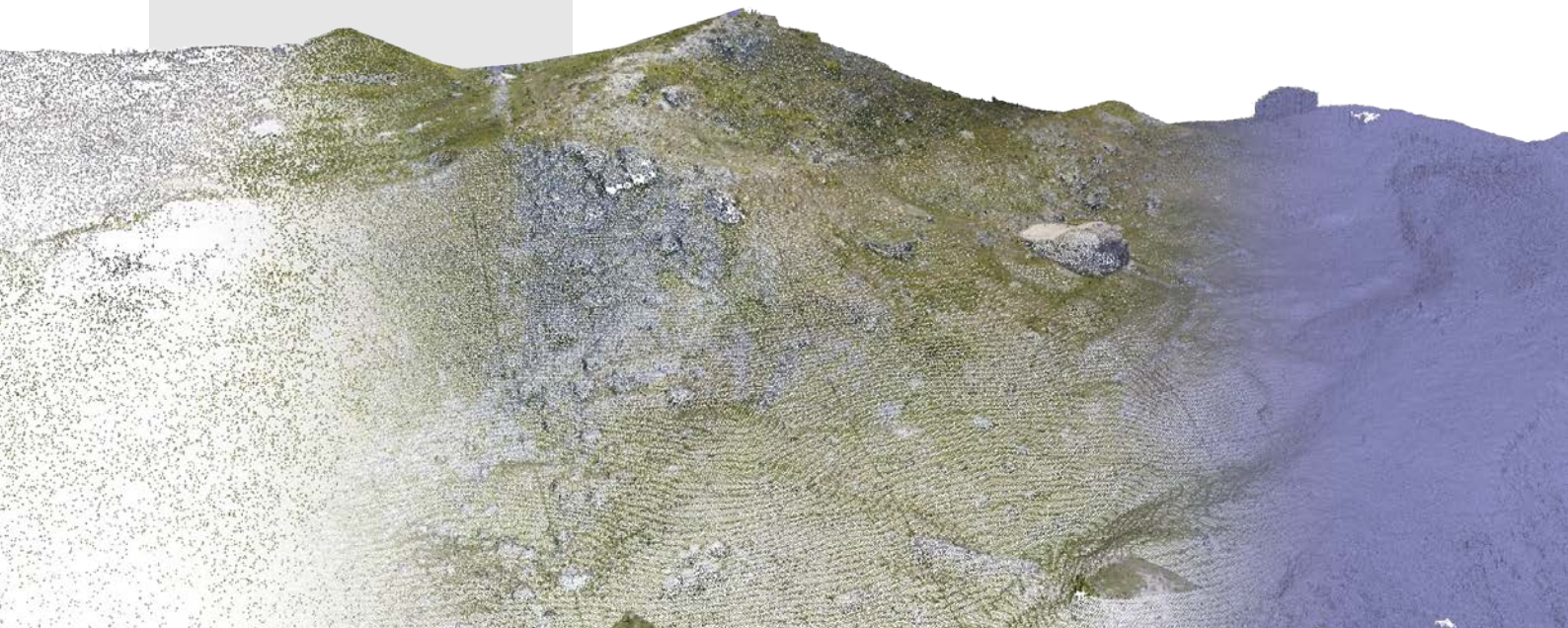
Per quanto, invece, riguarda l'armamento di queste fortificazioni, per ricostruire quella che avrebbe dovuto essere la situazione in guerra si può solo lavorare per deduzione, incrociando le fonti bibliografiche, le circolari del Ministro della Guerra con ciò che resta nelle postazioni (mai) armate. Le caponiere, innanzitutto, sarebbero state armate da fucili mitragliatori in grado di attuare una copertura ravvicinata a protezione dell'ingresso ma anche di condotti per bombe a mano. I malloppi, invece, erano tipicamente dotati di mitragliatrici tranne per il caso dell'opera 180, quella più grande, fornita anche di un pezzo anticarro. Queste armi, a gittata maggiore rispetto ai semplici fucili, avevano lo scopo di coprire con il loro fuoco incrociato l'intera porzione di accesso all'altopiano della Gardetta, come si vedrà nell'analisi effettuata nel capitolo 6. Tuttavia, come sappiamo, non furono mai installate così come non lo furono neppure tutte le porte stagne di separazione degli ambienti o, ancora, i vari condotti di aerazione per i serventi che, altrimenti, sarebbero stati intossicati dai gas liberati dagli spari.

In generale, le tre opere, seppur parzialmente visitabili e in un discreto stato di conservazione, sono situate in un'area particolarmente frequentata da turisti ed escursionisti, il che le rende oggetto di frequenti visite oltre che elementi interessanti e atipici in un ambiente montano, poco antropizzato. Queste, insieme alle altre opere e ai resti dei vasconi per la raccolta delle acque presenti poco oltre il Passo della Gardetta e nei pressi del Monte Oserot, si ergono a testimoni di un periodo storico in cui quell'area vide un immane afflusso di uomini, mezzi, bestie. Non una storia di guerra che, come sappiamo, non toccò mai questa zona, ma, bensì, una storia di uomini, di grandi obiettivi e di grandi sforzi per costruire, a quote elevate e in climi non proprio favorevoli, un pezzo di quello che sarebbe dovuto essere un moderno fronte fortificato, ispirato alla famosa linea Maginot francese.

Prodotti da elaborazione fotogrammetrica da UAV.
Generato ed esportato da Agisoft Metashape.

06

IL RILIEVO DELLE OPERE



06

6.1 Le operazioni di rilievo metrico 3D

Quando si parla di rilievo metrico 3D si fa riferimento a quella serie di procedimenti e processi volti a definire la forma, quindi le caratteristiche morfologiche, di uno spazio o oggetto architettonico e a quantificare i suoi attributi dimensionali. Esso, in particolare, prevede l'integrazione di strumenti e discipline diverse tra cui la topografia, la fotogrammetria e il laser scanning, con lo scopo di otterene un'accurata descrizione dell'oggetto da rilevare a scale di approfondimento diversificate.[1]

La campagna di rilievo metrico 3D, realizzata nell'estate 2021 nell'area dell'altopiano della Gardetta, ha seguito esattamente tali principi, incrociando l'applicazione di diverse tecnologie per otterene un rilievo accurato dell'area stessa e di una serie di manufatti architettonici lì presenti. Come già anticipato[2], questa campagna di rilievo, portata avanti da docenti, ricercatori e studenti, membri del Team DIRECT, ha visto il contributo della topografia, della fotogrammetria da UAV e del laser scanning, con tre diversi obiettivi:

- Un rilievo fotogrammetrico dell'intero piano della Gardetta;
- Un rilievo 3D delle fortificazioni connesse alle strade militari presenti nell'area;
- Un rilievo 3D aereo e terrestre della casa villagio Curt, una soluzione abitativa tradizionale tipica della valle Maira[3], nel Comune di Canosio.[4]

Nei paragrafi che seguiranno, in particolare, saranno analizzati in modo più approfondito le strategie, gli strumenti e i workflow operativi che hanno portato all'elaborazione di una serie di prodotti metrici a valore aggiunto poi utilizzati nelle restituzioni grafiche dei diversi elementi rilevati[5].

1 Aicardi I., Boccardo P., Chiabrando F., Donadio E., Lingua A., Maschio P., Noardo, F., Spanò, A, 2015, Modelli 3D multisensore per l'acropoli segusina. Segusium.

2 cfr. cap. 2.

3 Oggetto di un'altra tesi di Laurea Magistrale. Cfr. Gonzalez Rodriguez N. E., Shah J. P., Caleca A., 2022, Metodi geomatici per il patrimonio costruito e valorizzazione di Canosio. Riqualificazione Casa Corte proponendo un alloggio di emergenza = Geomatic methods for the built heritage and valorization of Canosio. Redeveloping Casa Corte by proposing an emergency housing.

4 Team DIRECT, 2021, Relazione finale attività luglio 2021.

5 cfr. cap. 6.3.

6.1.1 Il rilievo topografico della rete di inquadramento

Il contributo topografico dato al rilievo metrico è dato dalla definizione di una rete di vertici materializzati a terra (rete topografica) che, opportunamente misurata, permetterà di generare un sistema di riferimento unico che permetterà di georeferire i prodotti metrici a valore aggiunto e, inoltre, consentirà di contenere la propagazione dell'errore e di verificarne l'accuratezza metrica.
Come già definito nel capitolo 2, in realtà, prima di procedere con il rilievo topografico e, più in generale, con il rilievo metrico, è preliminarmente necessaria una fase di progettazione del rilievo. Essa avrà lo scopo di determinate che precisione e livello di dettaglio si intenderà ottenere, in funzione delle operazioni che si andranno ad effettuare durante la campagna, e quindi su quali parametri intervenire affinchè tali aspetti siano raggiunti.

Nel caso dell'altopiano della Gardetta sl'area da rilevare è relativamente vasta, estesa per circa 3 km verso sud-est e un altro paio verso nord-ovest, nella conca di Prato Ciorliero. Per questa ragione, la distribuzione e misurazione dei vertici è stata probabilmente la fase più lunga dell'intera campagna, che ha visto impegnate diverse squadre in distinte aree del pianoro. Queste, infatti, si sono occupate del posizionamento dei markers, sia in materiale plastico che realizzati per mezzo di bombolette spray, prestando particolare attenzione nella distribuzione sull'intera area, in modo da coprirla nella maniera più omogenea possibile.

Dell'ingente numero di markers impiegati per il rilievo dell'intero altopiano, 13 (più due vertici) sono stati materializzati nell'area estesa dal Passo della Gardetta fino all'opera 181, a circa tre quarti della lunghezza della valletta di Prato Ciorliero. In particolare, i primi due markers (100 e 101) assieme ai vertici 1000 e 2000 sono stati posizionati all'altezza del Passo e, nello specifico, sui due versanti che lo delimitano, come illustrato nella carta che segue.

Il posizionamento dei markers in questa zona è avvenuto durante il primo giorno della campagna di rilievo così come la loro misurazione, avvenuta in due momenti distinti: una prima fase dedicata alla misurazione dei due vertici della rete con metodo statico[6] e una successiva di determinazione delle coordinate dei markers, attraverso metodo RTK, in cui un operatore posizionava il ricevitore montato su palina su ogni singolo punto[7].

6 cfr. par. 2.2.1
7 cfr. par. 2.2.1

▼ In basso, **Nuvola sparsa di punti con evidenziati i markers e, ingrandito, un esempio di markers usato durante la campagna.** Prodotto generato ed estratto da Agisoft Metashape Pro.

La misurazione di punti di controllo nel medesimo sistema di riferimento ha consentito la georeferenziazione di tutti i dati acquisiti con le diverse metodologie di rilievo metrico 3D applicate durante la campagna di acquisizione, e conseguentemente dei diversi prodotti metrici che sono stati elaborati in un momento successivo. Durante il rilievo fotogrammetrico da UAV i markers misurati, posizionati a terra, sono stati opportunamente ripresi dalla camera montata sul velivolo e, quindi, risultano presenti nei fotogrammi. Nel caso, invece, del rilievo LiDAR, i markers più vicini alle opere sono stati utilizzati come punto di partenza e di fine per il circuito di presa dello scanner mobile oltre che come punto utile per georeferenziare la derivante nuvola di punti.

Tuttavia, analizzando a posteriori la rete topografica d'appoggio e le criticità che si sono riscontrate in fase di elaborazione dati, sarebbe stata necessaria una più omogenea distribuzione dei markers nell'area tra le tre opere militari. In realtà, in generale, la conca di Prato Ciorliero, alle altitudine ormai note, non si configurava come particolarmente adatta a misure con tecnica satellitare, ed infatti alcune criticità di ricezione segnale erano state riscontrate già in fase di acquisizione. Inoltre la scarsità di punti naturali riconoscibili al di là delle strutture legate alle opere militari, aveva determinato in fase di acquisizione un distribuzione dei punti di controllo non proprio ottimale. In particolare, se tra le opere 179 e 180 vi è una certa densità di markers, invece, nei pressi dell'opera 181 è stato misurato un solo punto.



6.1.2 Il rilievo fotogrammetrico da UAV

Durante la campagna di rilievo presso la Gardetta sono state utilizzate diverse tecniche di acquisizione, in particolare per quanto riguarda la fotogrammetria da UAV. Essa ha avuto come obiettivo principale quello di realizzare un rilievo esteso dell'intera area, eseguito un numero elevato di voli di acquisizione.

In particolare, nell'area delle opere militari di Prato Ciorliero, sono stati realizzati in totale tre voli, in giornate diverse e con sistemi UAV e camere differenti.
Durante la prima giornata, infatti, sono stati effettuati i due voli con drone DJI Mavic Pro, il quale ha permesso di acquisire fotogrammi nel range visibile dello spettro elettromagnetico. Il terzo volo, invece, è stato realizzato il terzo e ultimo giorno della campagna, con condizioni metereologiche sfavorevoli, per mezzo di drone Phantom 4 pro RTK multispectral che, come lascia intendere il nome, ha permesso, invece, di ottenere fotogrammi multispettrali sia nella porzione di spettro elettromagnetico visibile che nel Red Edge e nel Near Infrared. Proprio il meteo e le condizioni al contorno hanno avuto una certa influenza sui tre voli. Infatti, i fotogrammi acquisiti il primo giorno, a metà pomeriggio, sono caratterizzati da condizioni di illuminazione particolarmente buone al contrario di quanto accaduto con quelli relativi all'ultimo volo, realizzato di prima mattina ma con cielo coperto.

Gli UAV hanno coperto, approssimativamente, la stessa area ma con quote di volo differenti: i primi due si sono attestati a circa 40 m mentre il terzo a circa 100m. C'è, comunque, da specificare che il volo multispettrale, rispetto ai due precedenti, è stato realizzato in maniera molto più veloce e speditiva, senza predisporre un pannello di calibrazione radiometrica, per ottimizzare i tempi di volo e concludere il rilievo prima di un ulteriore peggioramento delle condizioni metereologiche sull'area da rilevare.

A parte queste differenze, comunque, è stato seguito il medesimo flusso di lavoro per quanto riguarda tutti e tre i voli. Le strategie e i workflow operativi adottati saranno riportati nei paragrafi successivi e nel capitolo 7, dedicato all'elaborazione e all'analisi dei dati multispettrali.

/ Acquisizione

Durante la fase di acquisizione sono stati utilizzati i due droni pilotati, attraverso radiocomando, da un operatore posizionato nall'interno dell'area da rilevare. In particolare, nel caso dei primi due voli era situato nello spiazzo antistante la caponiera

dell'opera 179 mentre nel terzo nell'area erbosa poco più in alto, alle spalle dell'opera 181. Sono state realizzate diverse strisciate[8] con prese perlopiù nadirali mentre, nei pressi delle opere, sono state anche effettuate prese inclinate. La guida per mezzo di radiocomando è stata scelta rispetto alla modalità automatica per via della morfologia del luogo in cui si sarebbero effettuati i voli. Il ricevitore GPS integrato nell'UAV, infatti, in una vallata circondata da rilievi come quella in esame, avrebbe avuto una ridotta finestra di ricezione del segnale dei satelliti tale da incidere sulla stima della posizione del drone, causando deviazioni dalla rotta programmata ed eventuali collisioni.

I fotogrammi così ottenuti sono stati elaborati con lo scopo di realizzare dei prodotti metrici a valore aggiunto dai quali derivare sia le restituzioni grafiche architettoniche dei manufatti rilevati sia le successive analisi. Questi processi verranno descritti nel paragrafo 6.2.



▶ A destra, **Esempi di fotogrammi realizzati da DJI Mavic Pro 1 sulle opere 179 (in alto) e 180 (in basso).** Nella prima immagine, in alto a sinistra si può notare il pilota dell'UAV mentre, nei pressi dell'opera, gli operatori in fase di acquisizione della scansione LiDAR con ZEB Revo.

Fonte: Team DIRECT.

8 Cfr. par. 2.2.2

6.1.3 Il rilievo attraverso MMS

Come anticipato, il terzo strumento utilizzato, lo ZEB Revo RT di Geoslam[9], è un sistema di tipo Mobile Mapping System basato su tecnologia laser scanning mobile basata su algoritmi di tipo SLAM.
Tale strumento ha permesso di rilevare sia gli spazi interni che quelli esterni delle tre opere militari della Gardetta.

Lo strumento viene utilizzato connesso ad un tablet che consente la visualizzazione in tempo reale delle superfici acquisite durante la fase di rilievo, e dei risultati ottenuti, una volta conclusa l'acquisizione. Queste due caratteristiche dello ZEB sono state fondamentali durante il rilievo poiché il riscontro in tempo reale di eventuali errori e derive nelle nuvole così acquisite, ha fatto sì che le operazioni di mapping potessero essere ripetute senza dover ritornare in situ in un secondo momento.

La mappatura è stata suddivisa in una serie di fasi che possono essere sintetizzate come segue:
1. Sopralluogo dell'opera e programmazione del "percorso" di mapping da seguire;
2. Mapping vero e proprio, attraverso *ZEB Revo RT* movimentato da operatore;
3. Check e verifica dei risultati ottenuti;
4. Eventuale acquisizione aggiuntiva in caso di errori riscontrati in quella precedente.

Viste le caratteristiche del dispositivo[10] e quelle dei manufatti in analisi, il rilievo di tali opere ha necessitato di un'accurata fase di progettazione.

Innanzitutto, c'è da specificare che ogni opera è composta da due blocchi esterni (caponiera e malloppo), collegati tra loro e con la camerata centrale per mezzo di lunghe gallerie. Per buona parte, la struttura è localizzata a diversi metri di profondità nella roccia e, specialmente negli ambienti interrati, è possibile riscontrare crolli e dissesti tali da impedirne, talvolta, anche la percorribilità. In generale, da porta a porta, la lunghezza media di un'opera è approssimativamente di 100m lineari, dei quali buona parte sono costituiti da gallerie con volta a botte, la cui geometria regolare talvolta rappresenta una criticità per la corretta acquisizione di una scansione. A causa del funzionamento dell'algoritmo SLAM, infatti, basato sul riconoscimento in tempo reale di features dell'ambiente circostante per triangolare la propria posizione nello spazio 3D, la scansione tenderà ad andare a buon fine laddove le caratteristiche delle superfici rilevate sono tali da essere riconosciute in maniera univoca (ad esempio in presenza di

9 https://geoslam.com/solutions/zeb-revo-rt/
10 Cfr. par. 2.2.3

rocce, detriti, crolli e, in generale, superifici irregolari), mentre potrebbe fallire in corrispondenza di elementi modulari o di geometrie regolari.Per avere il miglior ricoprimento possibile, sia in interno che esterno, con l'esclusione delle aree non raggiungibili, si è deciso di effettuare per ogni opera due scansioni interne – talvolta, a causa della presenza di errori o derive interne alla scansione stessa, anche più di due – e una scansione esterna, della durata ed estensione maggiore. Quest'ultima, in particolare, comprendente entrambi i blocchi e una porzione di area limitrofa (anche in questo caso, per via di alcuni errori, è stato opportuno eripetere alcune scansioni).

Questa serie di nuvole interne, poi, sarebbero state registrate e orientate sfruttando la nuvola esterna, ma, nonostante questi accorgimenti, sono stati comunque riscontrati una serie di problemi durante il rilievo, che possono essere riassunti come segue:

- Lo scanner e l'unità di raccolta e processamento dati (tablet) erano collegati tra loro per mezzo di rete wireless la cui intensità era tenuta sotto controllo dall'operatore attraverso un'icona che segnalava la riduzione di segnale mediante cambi di colore (verde, giallo, rosso); Com'era prevedibile, spostandosi sempre più sotto terra e nelle gallerie più profonde, il segnale andava via via peggiorando, tanto da dover interrompere la scansione e tornare indietro verso il punto di partenza;
- La presenza di lunghi corridoi e gallerie con geometria regolare e continua, e quindi sprovvisti di features geometriche facilmente riconoscibili dall'algoritmo SLAM; questa criticità sarebbe stata facilmente risolvibile in loco - o almeno sarebbe stata limitata - posizionando



▶ A destra, **Preparazione attrazzatura per scansione LiDAR; particolare di connessione tra *ZEB Revo RT* e tablet di elaborazione dati.**
Fonte: Valentina Santoro, Team DIRECT.

oggetti nei vari ambienti, da utilizzare come riferimento per le scansioni e, in effetti, si è tentato di procedere in tal senso posizionando nei corridoi degli oggetti per cercare, per quanto possibile, di variare la geometria regolare degli spazi da rilevare. Tuttavia questa strategia non si è rivelata del tutto efficace;
- Scansioni dalla lunga durata (più di venti minuti) e particolarmente pesanti da elaborare per il software con quella tipologia di connessione.

Tutte le scansioni sono state acquisite utilizzando uno dei marker vicini alle opere come punto di partenza e arrivo per i circuiti di mapping sia interni che esterni; scelta che, tra l'altro, avrebbe dovuto aiutare la georeferenziazione delle nuvole ottenute. Infatti, come già evidenziato nei capitoli precedente, questo strumento non è dotato di ricevitore GNSS quindi tutte le nuvole di punti realizzate sono orientate in un sistema di riferimento locale e indipendente l'uno dall'altro, ragione per cui sarà necessario sia registrale tra loro che rototraslarle in un sistema di riferimento univoco.

▼ In basso, **Operatori in fase di mappatura dell'esterno dell'opera 180 con *ZEB Revo RT.***
Fonte: Valentina Santoro, Team DIRECT.



06

6.2 L'elaborazione dei modelli 3D

Se il paragrafo precedente ha descritto tutti gli step legati al processo di acquisizione dati attraverso le diverse tecniche e strumenti utilizzati, il seguente, invece, esaminerà in maniera approfondita tutte le fasi legate all'elaborazione di tali dati e i risultati derivati da ciò.

Ogni paragrafo, in particolare, sarà dedicato ad una metodologia precisa, a partire dal primo che esaminerà i principali aspetti legati al processo fotogrammetrico, mediante il quale verranno generate nuvole dense di punti e dei relativi prodotti metrici.

Il successivo, invece, verterà sui processi di elaborazione delle nuvole di punti acquisite da scanner ZEB e, soprattutto, le modalità attraverso cui, partendo da più scansioni, se ne sia ottenuta una unica per ogni opera.

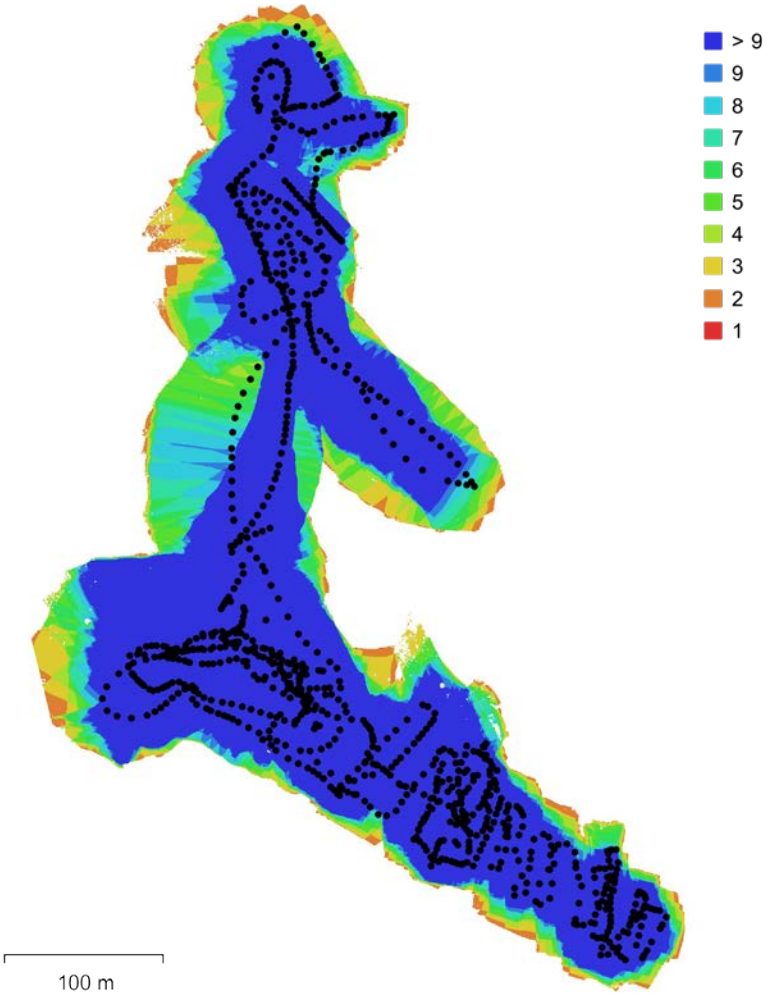
Il terzo paragrafo analizzerà la procedura che è stata seguita con l'obiettivo di integrare e registrare tra loro le nuvole di punti da laser scanner e la nuvola fotogrammetrica dell'intera area.

Infine, gli ultimi due, invece, tratteranno in modo approfondito i prodotti metrici realizzati, valutando in maniera critica i risultati ottenuti e le criticità riscontrate. In funzione di queste considerazioni, saranno esaminate anche le modalità attraverso cui sono state realizzate le restituzioni grafiche architettoniche presentate nel capitolo seguente.

In particolare, a parte l'analisi delle tecniche utilizzate e degli output ottenuti, verranno specificate per ogni disegno le metodologie e le fonti che hanno permesso di ottenere quella determinata rappresentazione architettonica finale.

6.2.1 Elaborazione delle acquisizioni fotogrammetriche

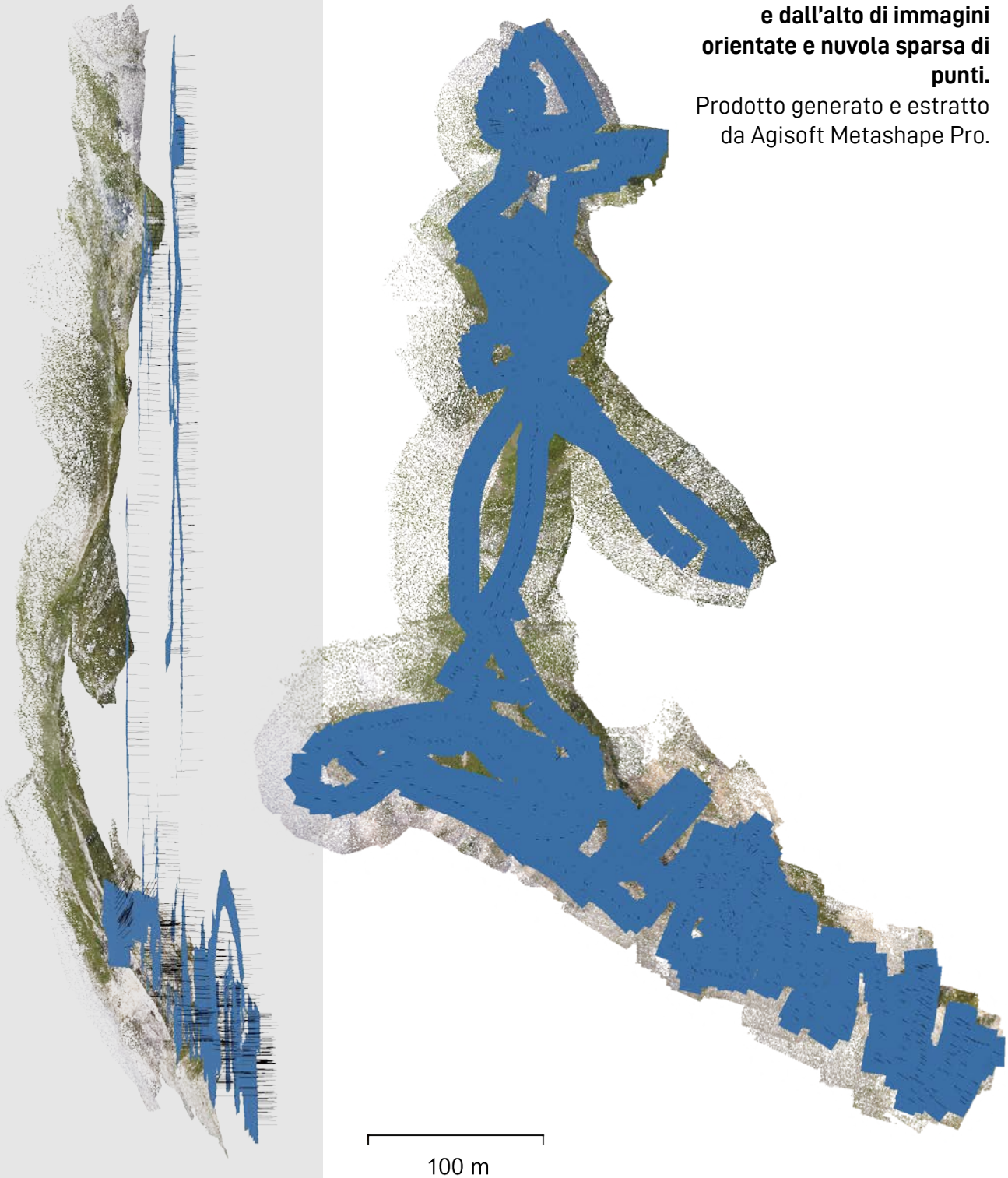
In questa sede saranno analizzati i procedimenti di elaborazione dei dati ottenuti dalle acquisizioni fotogrammetiche con sistema UAV. In particolare, in questo paragrafo si farà solo riferimento al workflow operativo messo in atto nel caso dei fotogrammi acquisiti nel campo del visibile, mentre l'elaborazione delle immagini multispettrali sarà trattata in un capitolo appositamente dedicato.[11]
Questa fase prevede l'uso di Agisoft Metashape Pro, software stand-alone che esegue l'elaborazione fotogrammetrica di immagini digitali e genera dati spaziali 3D da utilizzare in diversi campi: dalla documentazione del patrimonio culturale alla produzione di effetti visivi, per analisi in ambiente GIS o, ancora, per misurazioni indirette.[12] Questa piattaforma, inoltre, può elaborare sia immagini di tipo "true color"[13] che multispettrali, ragione per cuiè stato utilizzato per il processing di questo tipo di dati, come verrà approfondito nel capitolo successivo.[14]



◀ A sinistra, **Ricoprimento reciproco dei fotogrammi.**

Fonte: Rapporto Elaborazione estratto da Agisoft Metashape Pro.

11 Cfr. cap. 7.
12 Pagina Web Agisoft Metashape Pro. Disponibile su <https://www.agisoft.com/>
13 cfr. cap. 7.
14 Cfr. cap. 7.



▼ In basso, **Vista laterale e dall'alto di immagini orientate e nuvola sparsa di punti.** Prodotto generato e estratto da Agisoft Metashape Pro.

Proprio su questo software, infatti, per dare inizio alla fase di elaborazione, sono state caricate immagine ottenute dall'acquisizione con sistema UAV.
Quelle realizzate dal primo volo[15], in particolare, sono 993 e sono state importate nella loro totalità dopo aver preventivamente cancellato le informazioni legate alle coordinate. Quest'operazione è stata necessaria in quanto

15 L'unico che ha sorvolato l'area per intero. Il secondo volo, invece, ha ripreso solo porzioni attorno alle opere.

▼ In basso, **Nuvola densa di punti.**
Prodotto generato e estratto da Agisoft Metashape Pro.



la precisione del ricevitore integrato in questo genere di droni è caratterizzato da precisioni strumentali molto basse (dell'ordine dei metri) e pertanto inadatta ad essere utilizzata per scalare e georeferenziare il modello. A partire da queste è stato, poi, avviato il processo di orientamento dei fotogrammi che ha da subito restituito un primo risultato legato all'allineamento di 968 camere su 993. Questo è stato dovuto al fatto che i fotogrammi non correttamente orientati erano stati realizzati con prese inclinate nei pressi delle

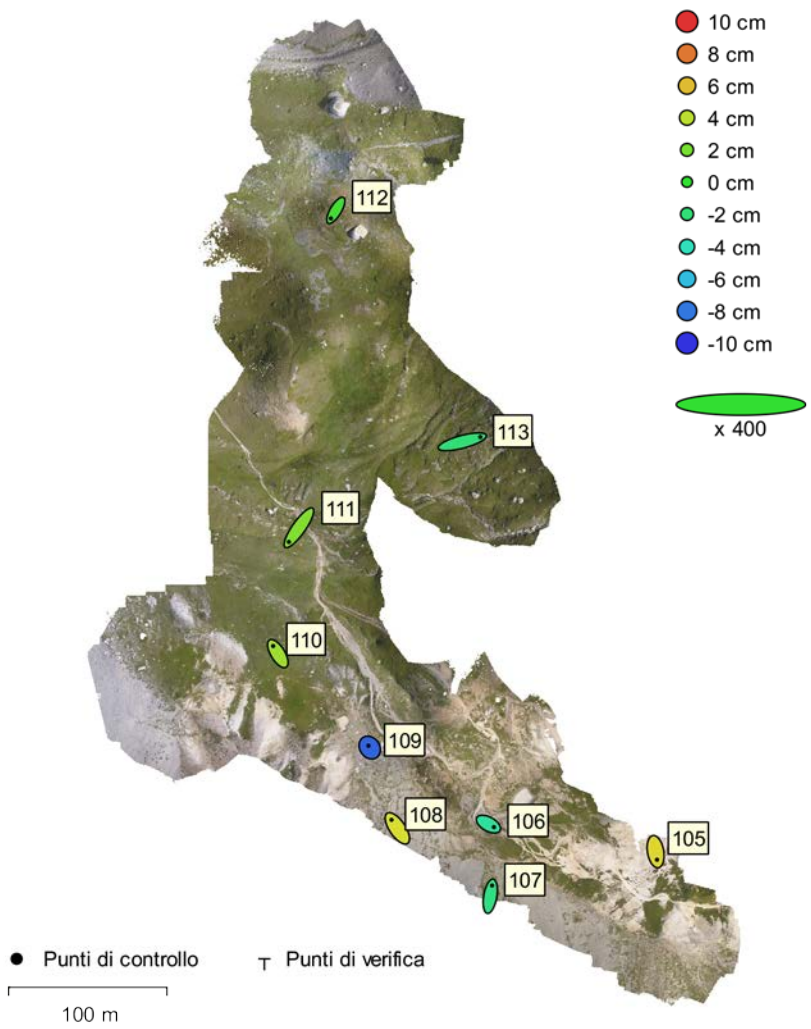
▶ A destra, **Localizzazione Ground Control Points e stima dei rispettivi errori.** I colori fanno riferimento all'errore dell'asse Z, la forma dell'ellisse agli errori degli assi X e Y.

Fonte: Rapporto Elaborazione estratto da Agisoft Metashape Pro.

▼ In basso, **Tabella riassuntiva CPs e errori quadratici medi.**
X - verso Est,
Y - verso Nord,
Z - Altitudine

Tabella GCPs e errori quadratici medi per ogni GPS inserito.
X - verso Est,
Y - verso Nord,
Z - Altitudine

Fonte: Rapporto Elaborazione estratto da Agisoft Metashape Pro.



Conteggio	errore X (cm)	errore Y (cm)	errore Z (cm)	errore XY (cm)	Totale (cm)
9	2.45579	2.62123	4.19344	3.5919	5.52147

Etichetta	errore X (cm)	errore Y (cm)	errore Z (cm)	Totale (cm)	Immagine (pix)
105	0.437534	-2.57327	5.26608	5.87748	3.971 (7)
106	1.74963	-0.965587	-3.10158	3.68963	3.574 (25)
107	0.582584	3.39848	-2.32254	4.15732	1.508 (10)
108	-1.84517	2.7092	4.8329	5.83964	3.751 (17)
109	-0.412458	0.578002	-8.55671	8.58612	2.582 (42)
110	-1.48048	2.42587	3.08633	4.19548	2.242 (40)
111	-3.17879	-4.50556	2.31663	5.98093	1.963 (21)
112	-1.54687	-2.57143	0.44271	3.03333	3.407 (38)
113	5.69401	1.50428	-1.96382	6.20816	2.499 (10)
Totale	**2.45579**	**2.62123**	**4.19344**	**5.52147**	**2.893**



▼ In basso, **Ortofoto generata da nuvola densa di punti.**
Prodotto generato ed estratto da Agisoft Metashape Pro.

opere o erano sovraesposti, ragioni per cui avrebbero dovuto essere preventivamente esclusi.
La nuvola sparsa di punti è stata generata con precisione "High"[16], valore scelto nella finestra di input del programma.
La nuvola risultante è costituita da 1.521.238 punti ed è stata generata in circa cinquanta minuti.

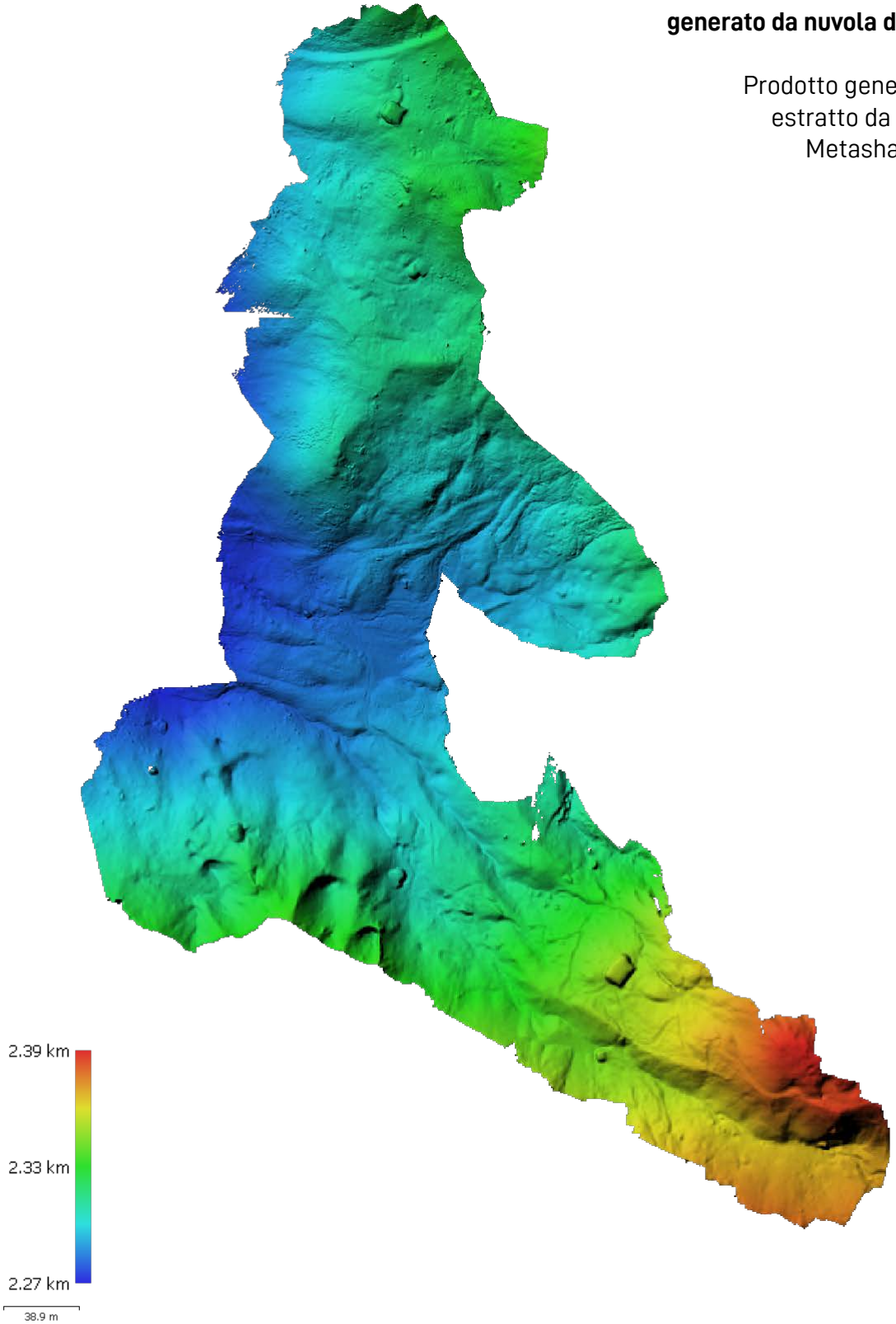
16 Parametro con cui il software elabora le immagini: highest - 2 volte la risoluzione originale; high - risoluzione originale; medium - 1/2 risoluzione originale; low - 1/4 risoluzione originale; lowest - 1/8 risoluzione originale.

Per quanto, invece, concerne la nuvola densa sono stati effettuati due tentativi di generazione: un primo a qualità media per verificare che il risultato fosse buono e, poi, una nuvola definita con qualità alta e modalità filtro aggressivo.
Le generazione di quest'ultima ha previsto tre ore e mezza di lavoro da parte del software per un risultato costituito da 264.229.462 punti e un peso complessivo del file di quasi 4 GB.

Nello stato in cui è stata generata, la nuvola densa è orientata in un sistema di riferimento generico, definito dal software, per cui il prossimo step sarà quello di georeferenziare la nuvola nel sistema di riferimento scelto per l'intero progetto e anche utilizzato nell'applicativo GIS, ovvero l'EPSG: 32632 – WGS 84 / UTM zone 32N. Questo avverrà sfruttando la rete topografica preventivamente realizzata, i cui marker sono visualizzabili nei fotogrammi ripresi da UAV.

Per fare ciò, è stato importato nel software il file CSV contenente le coordinate dei Ground Control Points localizzati in situ e visualizzati nel programma in forma tabellare. Ognuno di essi è stato collimato nei fotogrammi.
Il GPS collimati sono 9 punti, rispetto al totale di 12 markers della rete topografica. L'errore medio, invece, di tale georeferenziazione è pari a circa 5,5 cm, con i punti 109 e 111 con riportanti gli errori medi più elevati, soprattutto sull'asse Z per il primo dei due, come riportano le tabelle a lato.

La nuvola densa così georeferenziata è, quindi, pronta per essere utilizzata come fonte per l'elaborazione di altri prodotti metrici a valore aggiunto. In particolare, in questa sede, sono stati realizzati sia un DSM (*Digital Surface Model*) che l'ortofoto a colori ma anche un modello 3D ad alta qualità, costituito da più di 43.000.000 facce.
DEM e ortofoto, opportunamente importati in ambiente GIS, forniranno la base per la rappresentazione del contesto delle tre opere e, insieme alla nuvola densa, saranno utilizzati per le georeferenziazione delle singole nuvole ottenute da metodo laser scanner mobile, come si vedrà nei prossimi paragrafi.



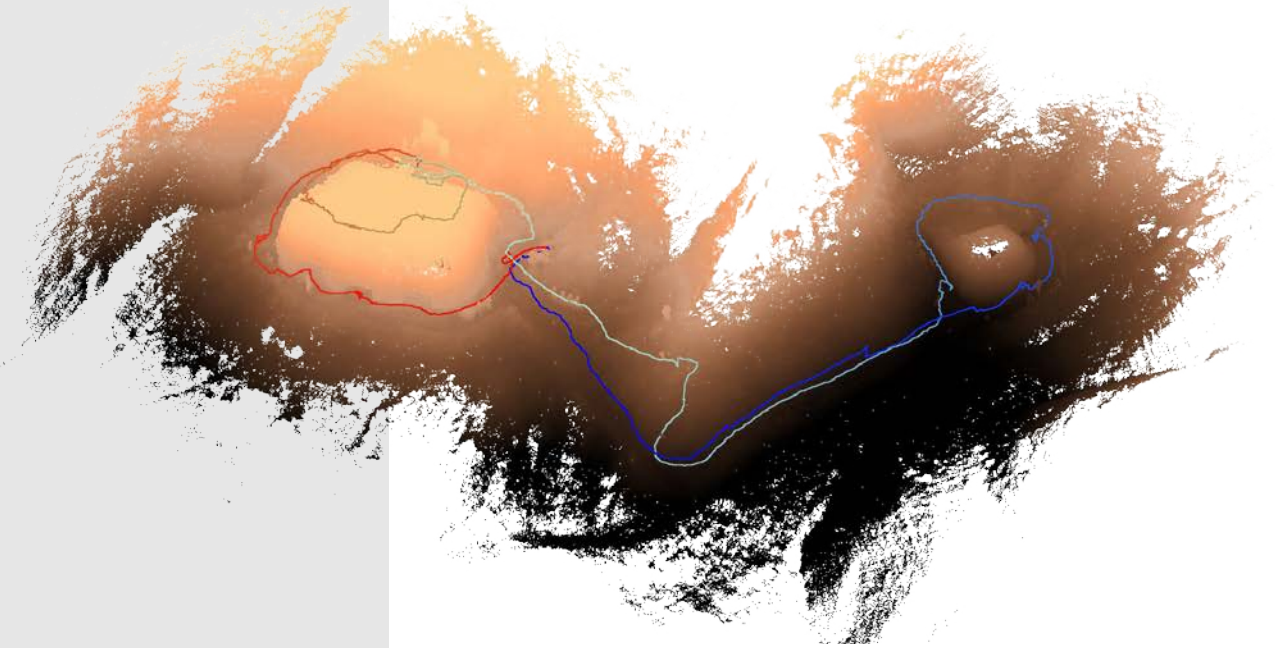
▼ In basso, **DSM generato da nuvola densa di punti.** Prodotto generato ed estratto da Agisoft Metashape Pro.

6.2.2 Elaborazione delle nuvole Zeb

Durante la fase di acquisizione sono state ottenute, per ciascuna scansione effettuata, una nuvola di punti del manufatto in questione (file .laz) e una nuvola contenente il tracciato chiuso seguito dall'operatore in fase di mapping (file .ply). In totale, sono state ottenute 10 coppie di nuvole, suddivise come segue:

- 2021-07-14_Bunker_1 e 2021_07_2014_Bunker_2 per l'opera 180, rispettivamente la prima è la nuvola degli ambienti interni e la seconda dell'esterno;
- 2021-07-14_Bunker_3, 2021_07_2014_Bunker_4, 2021-07-14_Bunker_5 e 2021_07_2014_Bunker_5-2, 2021-07-15_Bunker_10 relative all'opera 179 ma, delle quattro, la penultima è caratterizzata dall'assenza di disallineamenti o derive;
- 2021_07_2015_Bunker_11, 2021-07-15_Bunker_12 e 2021_07_2015_Bunker_14, infine, erano riferiti all'opera 181 e di questi i primi due riferiti alla caponiera e il quarto al malloppo.

Lo scopo di questo processo di elaborazione è quello di registrare le varie nuvole di ciascuna opera in un medesimo sistema (locale) di coordinate. Tuttavia, le scansioni sopraelencate, soprattutto quelle relative alle ultime due



▼ In basso, **Scansione esterno opera 180 con, a colori, traiettoria operatore in fase di mapping.**
Il colore della traiettoria indica il tempo progressivo di acquisizione.

Prodotto esportato da 3DReshaper.

opere, sono nuvole perlopiù incomplete e con una serie di errori, derive e sovrapposizioni di più scansioni. Per queste ragioni, infatti, prima di essere effettivamente utilizzabili, avranno bisogno di una fase piuttosto accurata di pulitura e segmentazione, come si vedrà in seguito.

Quanto segue è stato elaborato per mezzo di 3Dreshaper, un software dedicato alla gestione di nuvole di punti di qualsiasi tipo e destinate ad un'ampia gamma di applicazioni.[17]

17 Pagina Web Leica Geosystems & Hexagon. Disponibile su <https://

Una prima fase di elaborazione è costituita da da un premilinare processo di pulizia per cancellare i punti non necessari e i vari outliers, ovvero punti topologicamente errati che possono essere generati, per esempio, a causa della presenza di persone in movimento durante la scansione.
Questa fase è, probabilmente, quella che richiede un maggior coinvolgimento manuale da parte dell'operatore ed è stata effettuata su tutte le 10 nuvole ottenute dalle scansioni.
E' un passaggio, in generale, fondamentale ma che diventa imprescindibile nel caso delle nuvole con scansioni sovrapposte, in cui la pulizia potrà aiutare a riconoscere le varie componenti e decidere quale sia quella da tenere e quale da eliminare.
Proprio questo step aggiuntivo, infatti, è stato effettuato nel caso delle nuvole delle opere 179 e 181 da cui, dopo un lungo lavoro di pulizia, segmentazione e confronto con le piante d'archivio, sono state estratte una serie di nuvole di dimensioni inferiori a quelle di partenza e riferite alle singole porzioni delle opere (es. caponiera con esterno, corridoio con locali ingresso, malloppo, camerata, etc.).

Una volta, quindi, ottenute delle scansioni definite e prive di deformazioni e irregolarità, si è proceduto con la loro registraziona, volta a rototraslare le varie scansioni (di ciascuna opera) nel medesimo sistema di riferimento locale. Questa operazione è particolarmente onerosa per l'operatore in quanto la regolarità degli ambienti interni e la rugosità delle pareti esterne delle opere costituiscono, in questa fase, un ostacolo. Una prima registrazione, infatti, è realizzata tramite la funzione "Allineamento migliore di N punti" che permette di scegliere una nuvola che fungerà da riferimento per la registrazione della seconda. Questo allineamento avverrà tramite la scelta, effettuata da parte dell'operatore, di almeno tre punti omologhi tra le due scansioni. Alla fine del processo, il software riporta gli errori (RMSE) di ciascun punto rispetto all'omologo appartenente alla nuvola usata come riferimento. In generale, per avere un allineamento accurato il valore che definisce la distanza tra i punti deve essere piuttosto basso e nell'ordine di pochi centimetri, almeno per quanto concerne gli scopi di questa tesi. In realtà, la definizione di questo ragne dipende proprio dagli scopi prefissati e dalla scala del rilievo che, a sua volta, ha una propria precisione e tolleranza. Ovviamente, questo è quanto atteso a livello teorico. In ambito pratico e, soprattutto nelle elaborazioni eseguite nell'ambito di questa tesi, i risultati sono stati lievemente diversi, soprattutto per via delle criticità derivate dalla scansioni iniziali.[18]

leica-geosystems.com/it-it/products/laser-scanners/software/3dre-shaper>
18 Cfr. par. 6.1.3.

/ Opera 179

Tra le tre, probabilmente, questa è stata l'opera sulle cui nuvole si è intervenuti in maniera maggiore. Le quattro scansioni di partenza sono le seguenti:

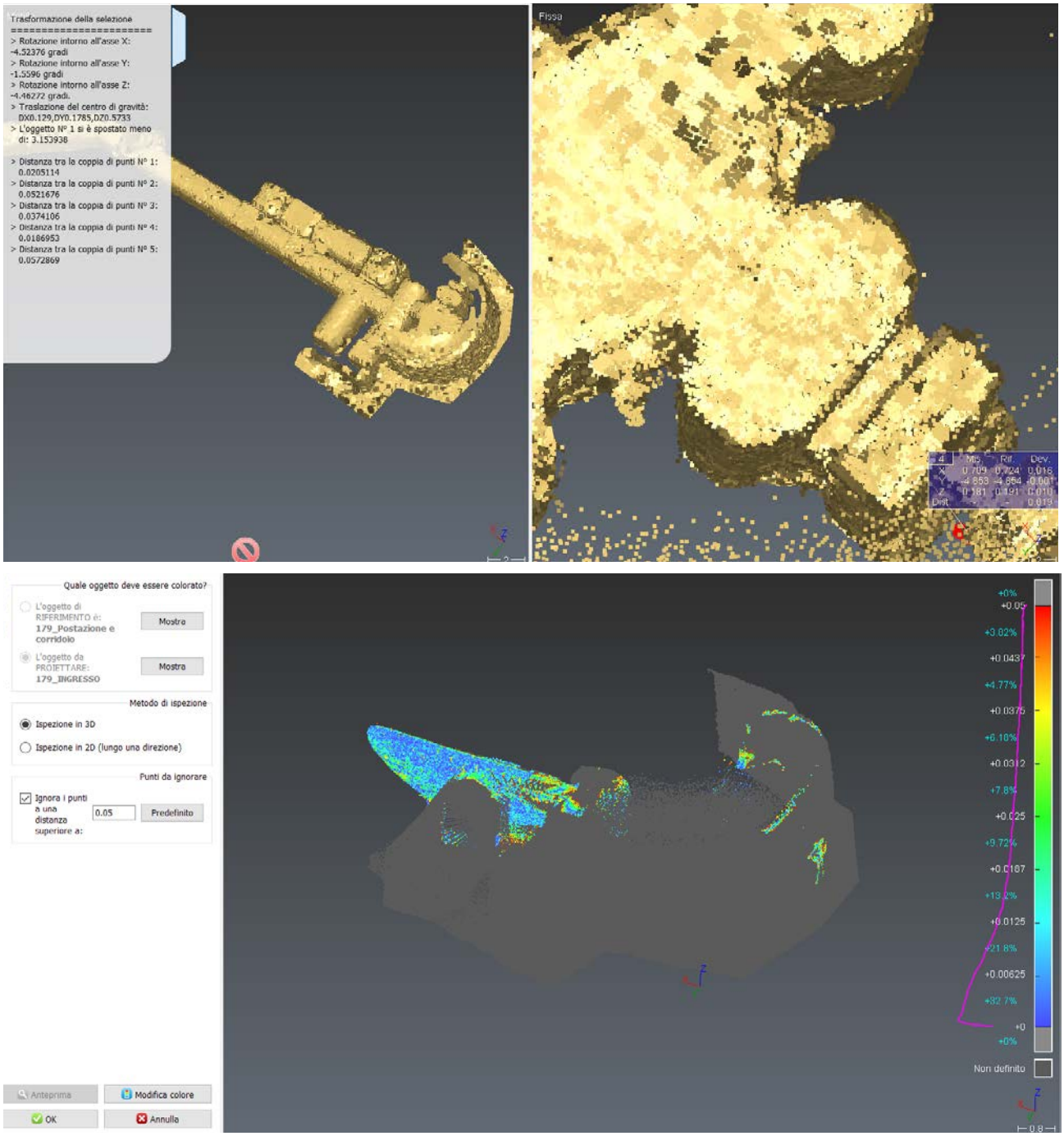
- una nuvola per l'esterno con malloppo e caponiera;
- una con solo l'esterno completo della caponiera, compresa la copertura;
- una con porzione di ingresso e postazioni e una porzione ridotta dell'esterno della caponiera;
- una quarta con solo gli interni comprensivi di corridoio, locali interni, postazioni e parte dell'ingresso.

Un primo allineamento è stato effettuato tra le due ultime scansioni, utilizzando i pochi punti in comune trovati. Purtroppo entrambe le nuvole sono derivate da scansioni caratterizzate da numerose anomalie (disallineamenti, derive, ecc.) da cui è stato possibile utilizzare molto poco, ragione per cui i punti in comune con i quali è stato possibile eseguire la registrazione sono appena 5..

Come si denota dallo screen da software a lato, la distanza tra i cinque punti varia dai 2 cm ai 6 cm con una distribuzione dei punti sulle varie postazioni della caponiera e nei pressi dell'ingresso ed è stato, comunque, il tentativo di allineamento meglio riuscito.
Nonostante ciò, comunque, è stata effettuata un'ulteriore verifica delle distanze confrontando le due nuvole appena allineate e andando ad evidenziare, attraverso una tematizzazione a falsi colori, quale fosse la distribuzione delle distanze.



▲ In alto, **Schema unione scansioni opera 179.**
Prodotto esportato da 3DReshaper e rielaborato su Photoshop 2022.

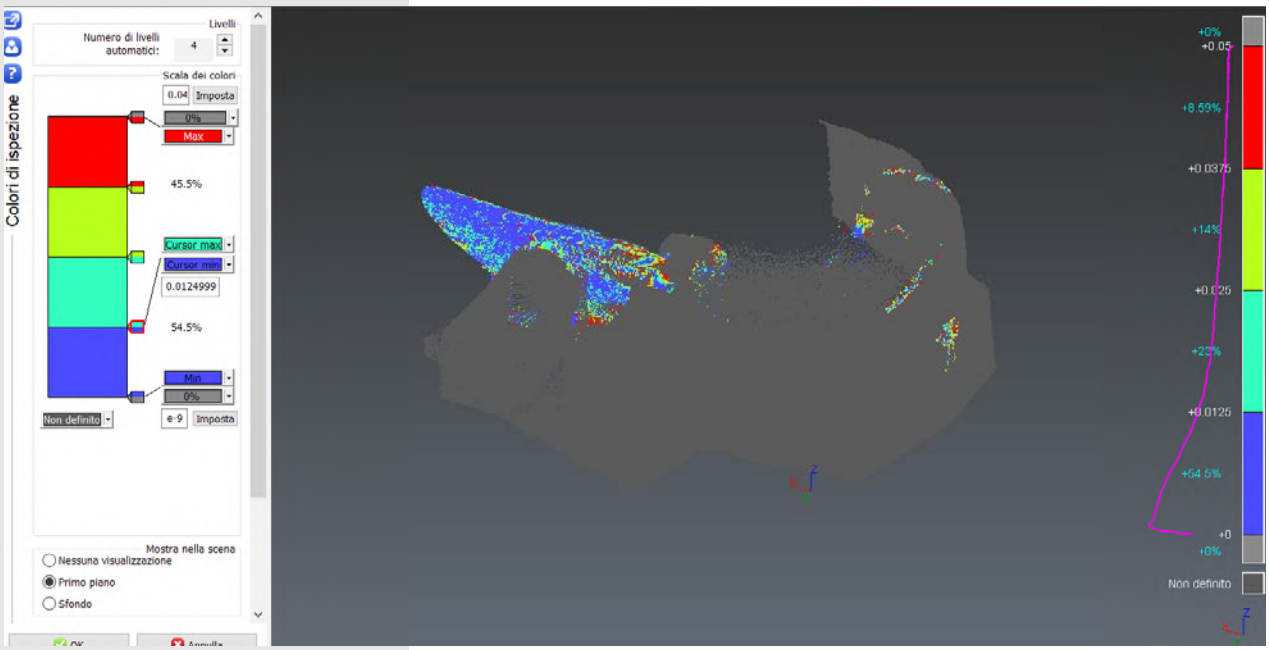


▲ In alto, **Allineamento nuvole caponiera opera 179 e, in basso, mappa falsi colori delle distanze tra i punti delle due nuvole allineate.**

Screenshot realizzati da 3DReshaper.

In giallo e rosso sono rappresentati i punti con distanza vicina o pari a 5 cm mentre in blu/azzurro quelli con distanza inferiore mentre la curva viola rappresenta la distribuzione percentuale di punti riferiti a quel determinato intervallo. Come appare in questo caso, una percentuale rilevante di punti ha una distanza piuttosto inferiore ai 5 cm. Modificando le modalità di rappresentazione e quindi gli intervalli della scala, appare comunque evidente che buona parte dei punti analizzati abbia una distanza compresa 1 cm e un valore prossimo a 0 che è un buon risultato, anche considerando il punto di partenza.

Il secondo allineamento, invece, è stato realizzato a partire

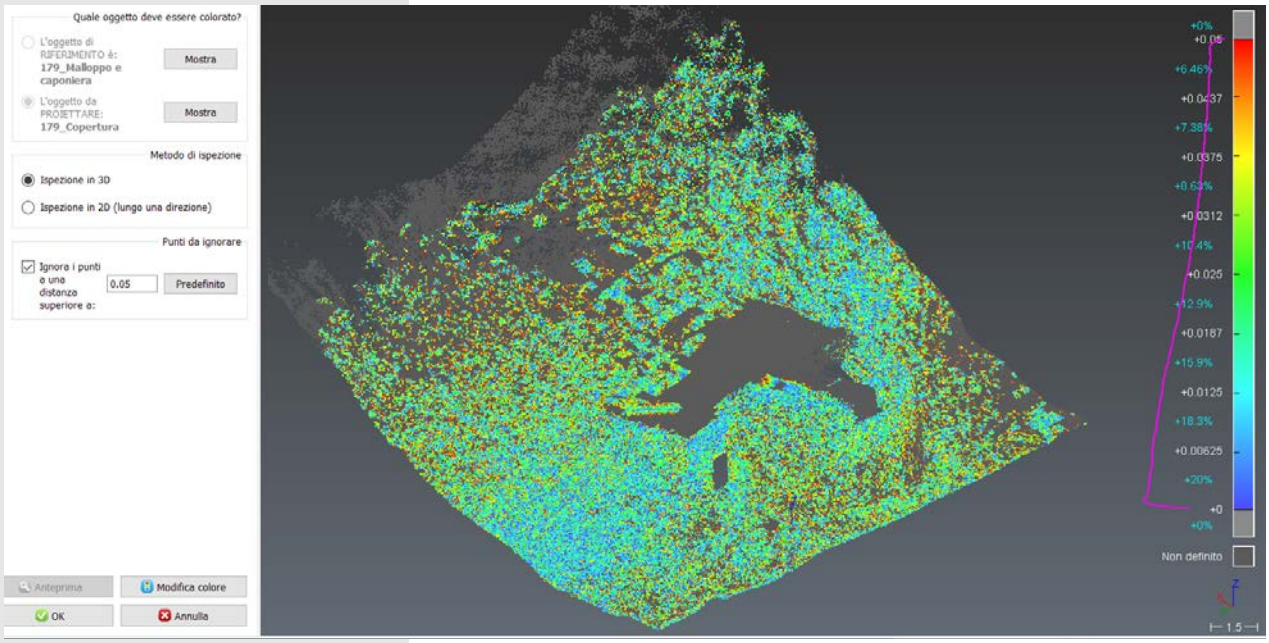


▲ In alto, **Mappa falsi colori ad intervalli modificati delle distanze tra i punti delle due nuvole allineate.**

Screenshot realizzati da 3DReshaper.3DReshaper.

dalla nuvola appena ottenuta e la seconda del precedente elenco. Il procedimento seguito, anche in termini di verifiche effettuate, è stato fondamentalmente lo stesso, per cui si riporta solo la schermata di verifica finale.

Lo stesso è anche avvenuto nel caso del terzo ed ultimo allineamento tra questa quanto ottenuto dallo step precedente e la nuvola complessiva dell'esterno.



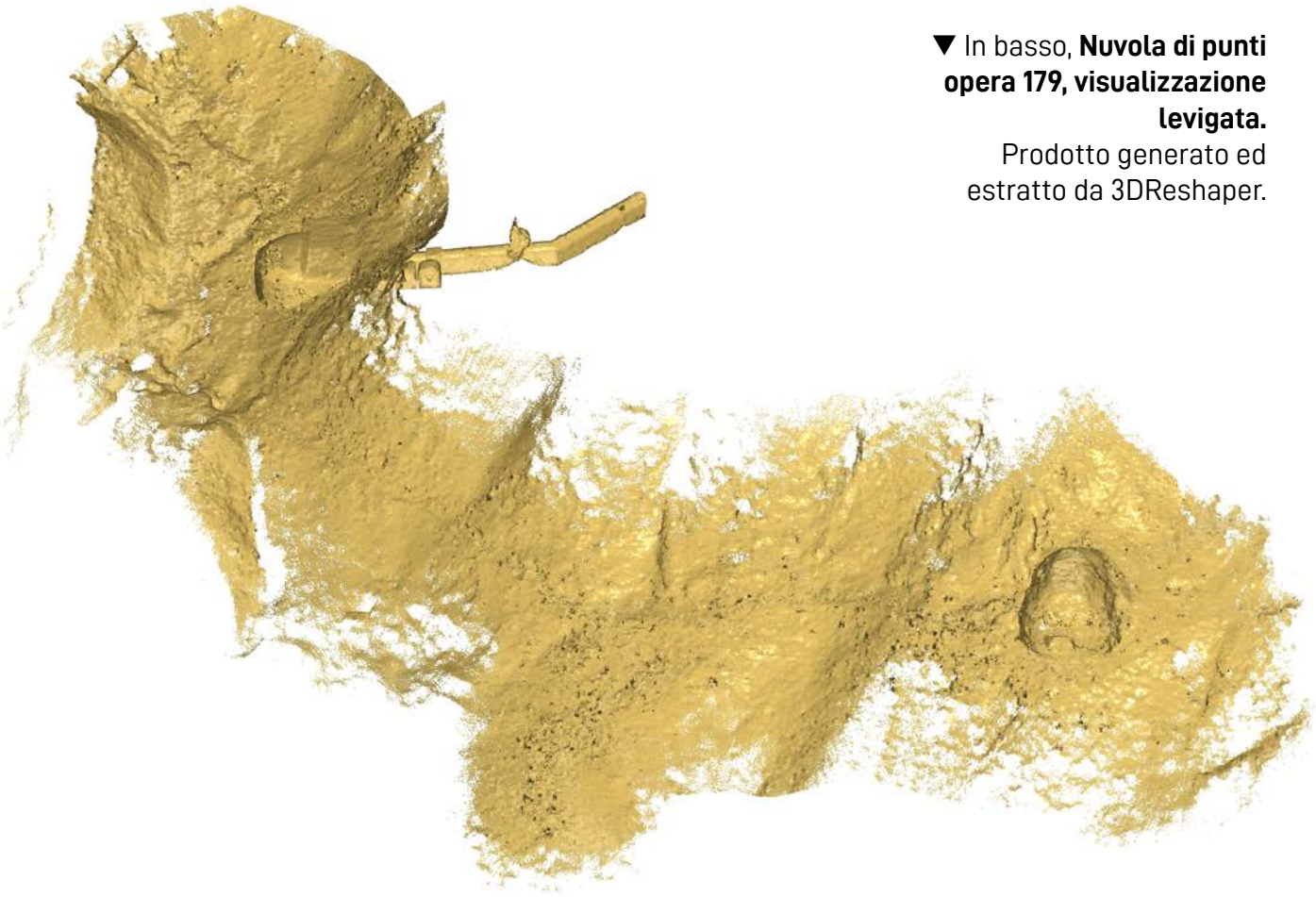
▲ In alto, **Mappa falsi colori delle distanze tra i punti della nuvola dell'esterno e l'unione delle tre precedenti.**

Screenshot realizzati da 3DReshaper.3DReshaper.

Nel caso di questa opera, tuttavia, non si è riusciti ad avere una nuvola completa anche dell'interno e quindi non è stato possibile "chiudere il cerchio" tra interno ed esterno e valutare eventuali derive o errori delle scansioni.



▼ In basso, **Nuvola di punti opera 179, visualizzazione true color.** Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.

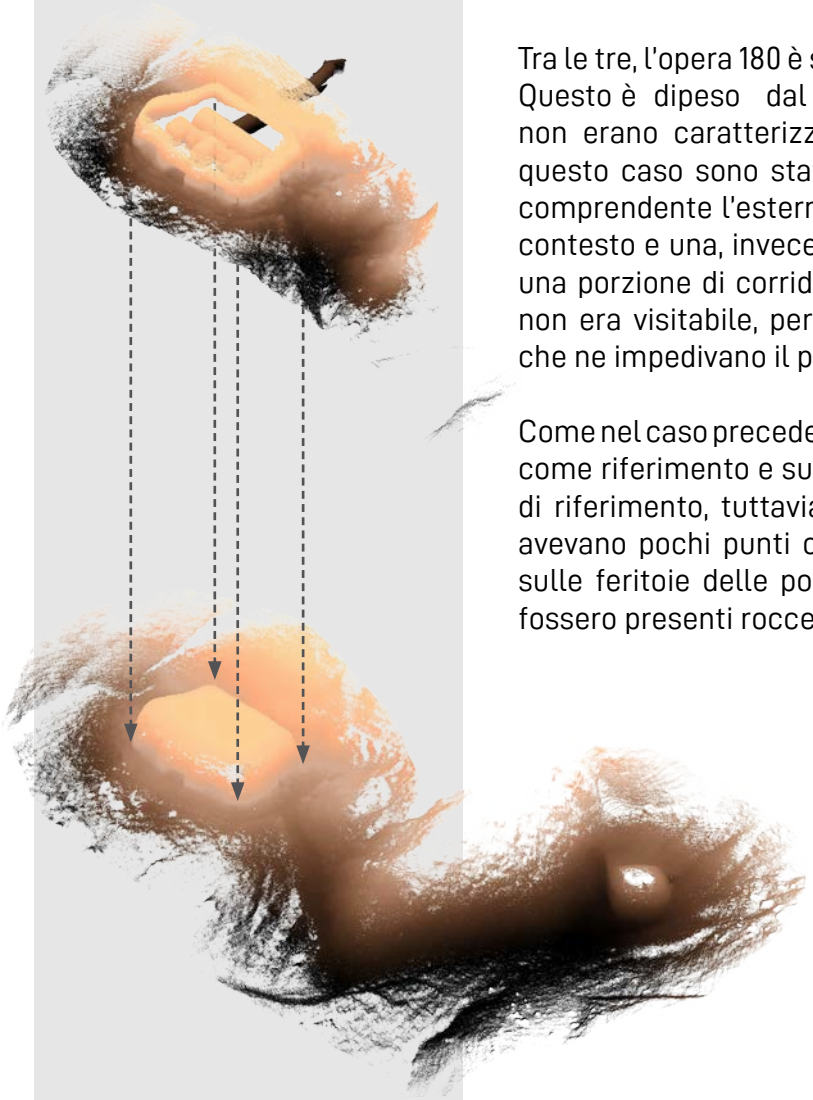


▼ In basso, **Nuvola di punti opera 179, visualizzazione levigata.** Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.

/ Opera 180

Tra le tre, l'opera 180 è stata quella più semplice da registrare. Questo è dipeso dal fatto che le due scansioni di partenza non erano caratterizzate da particolari errori o derive. In questo caso sono state registrate una nuvola complessiva comprendente l'esterno di malloppo e caponiera e parte del contesto e una, invece, con solo gli interni del malloppo e di una porzione di corridoio. Il resto della struttura, purtroppo, non era visitabile, per una serie di crolli e danneggiamenti che ne impedivano il passaggio.

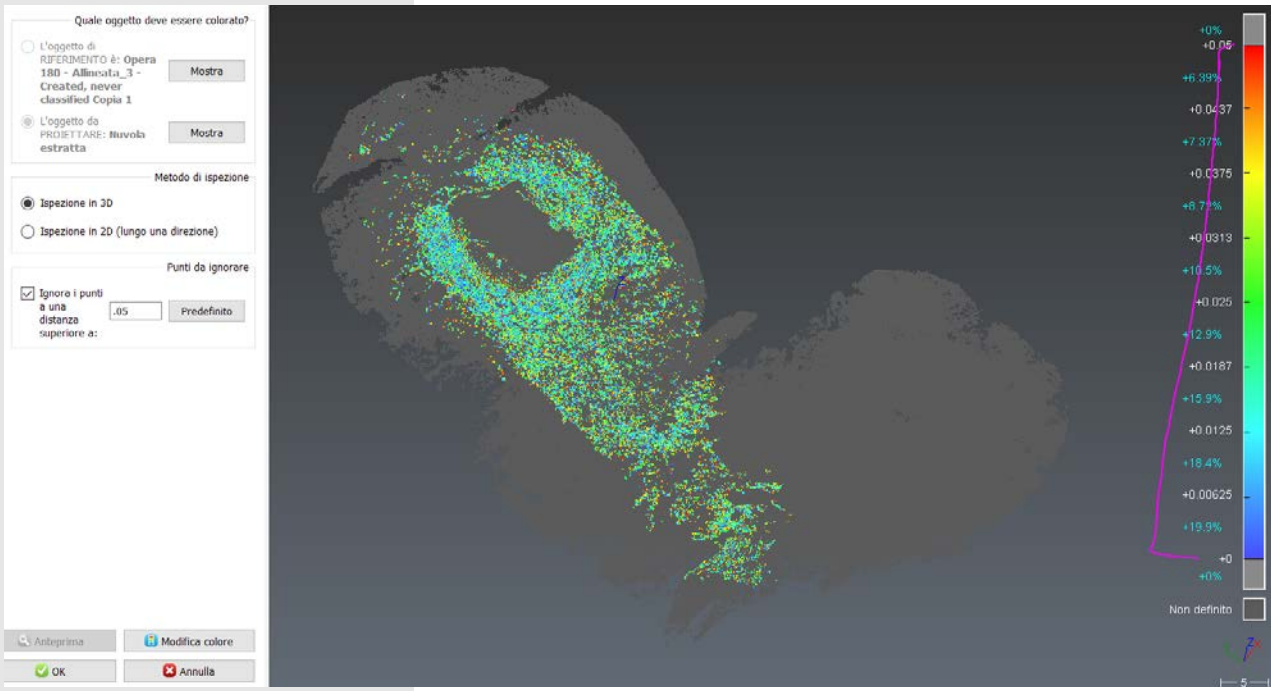
Come nel caso precedente, la nuvola dell'esterno è stata presa come riferimento e su di essa è stata allineata l'altra. I punti di riferimento, tuttavia, dal momento che le due scansioni avevano pochi punti omologhi in comune, sono stati scelti sulle feritoie delle postazioni d'arma e sul prospetto, dove fossero presenti rocce o elementi riconoscibili.



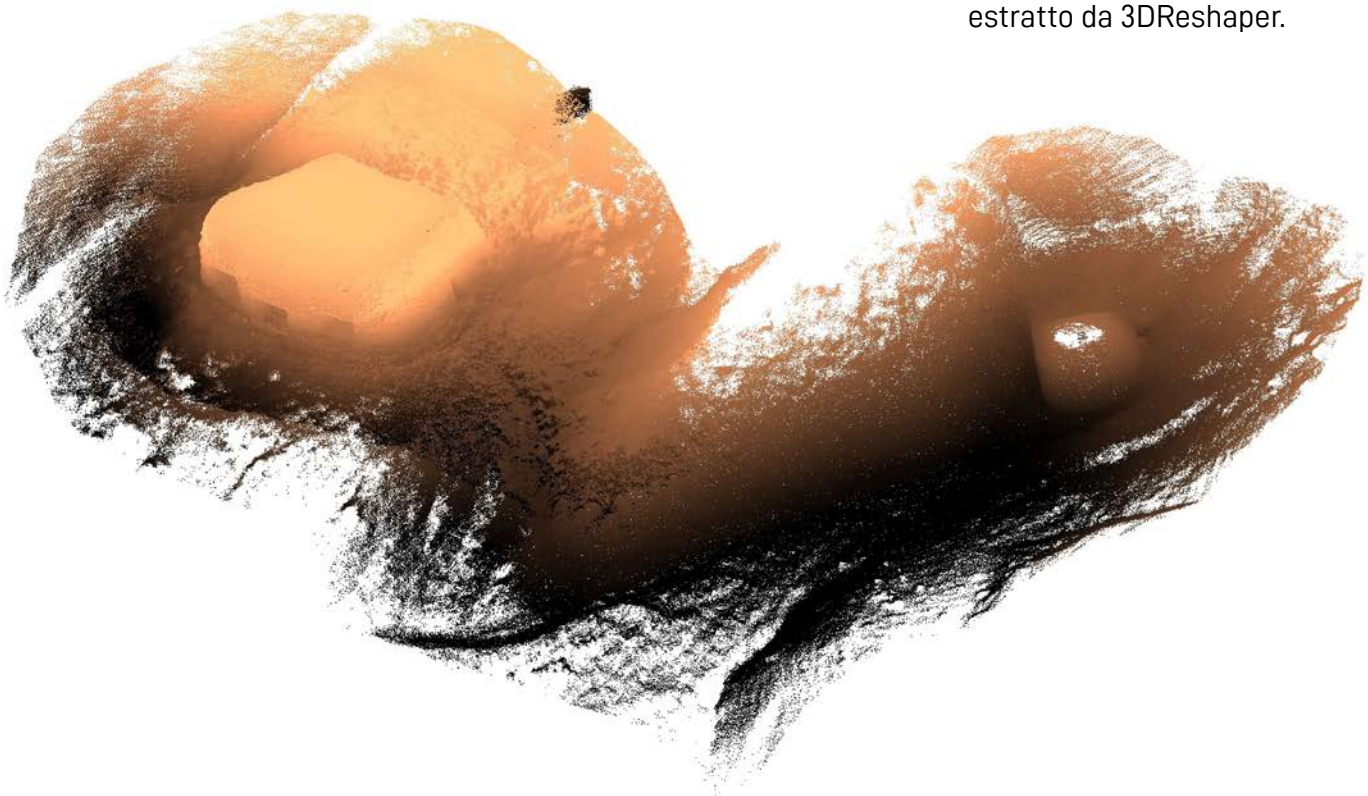
◀ A sinistra, **Schema unione scansioni opera 180.**
Prodotto esportato da 3DReshaper e rielaborato su Photoshop 2022.

▼ In basso, **Mappa falsi colori delle distanze tra i punti della nuvola dell'esterno e quella dell'interno.**

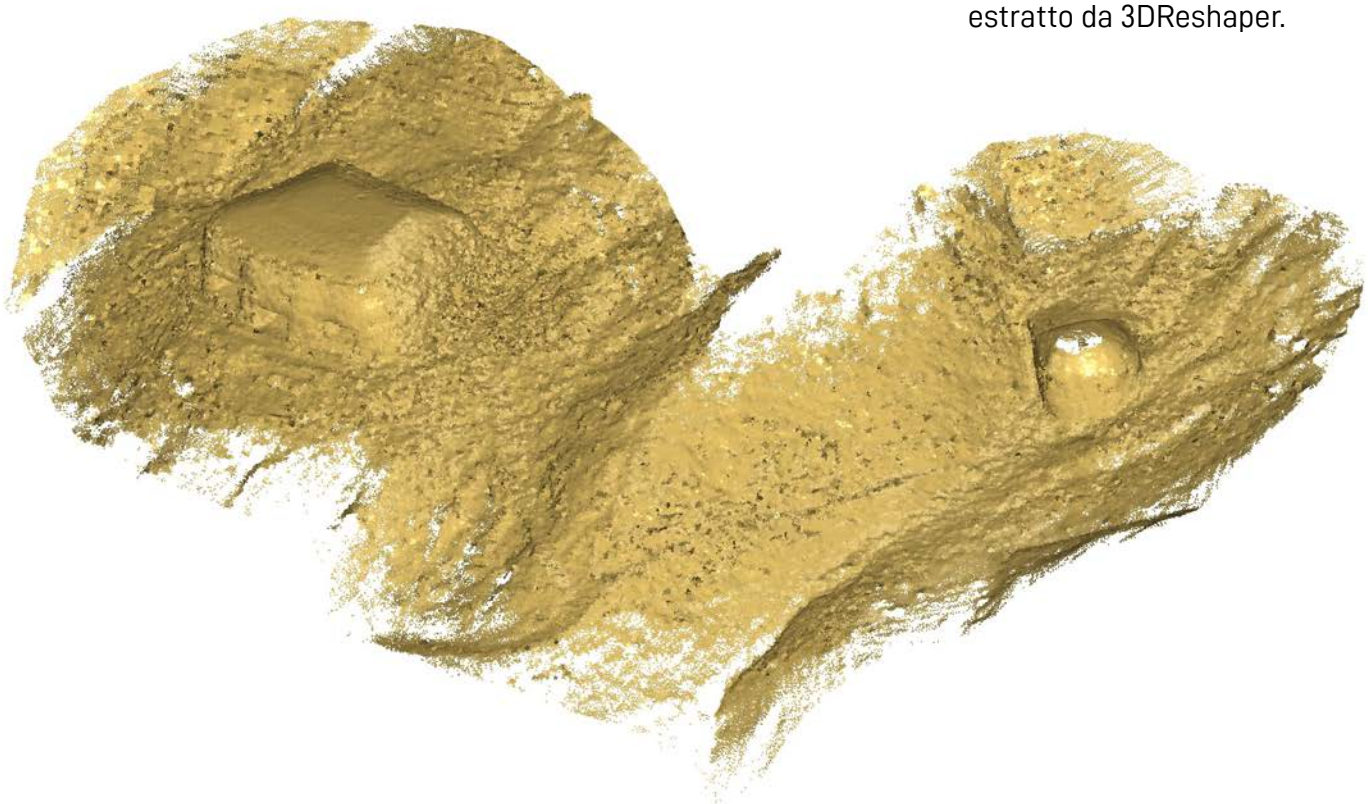
Screenshot realizzati da 3DReshaper.3DReshaper.



▼ In basso, **Nuvola di punti opera 180.**
Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.



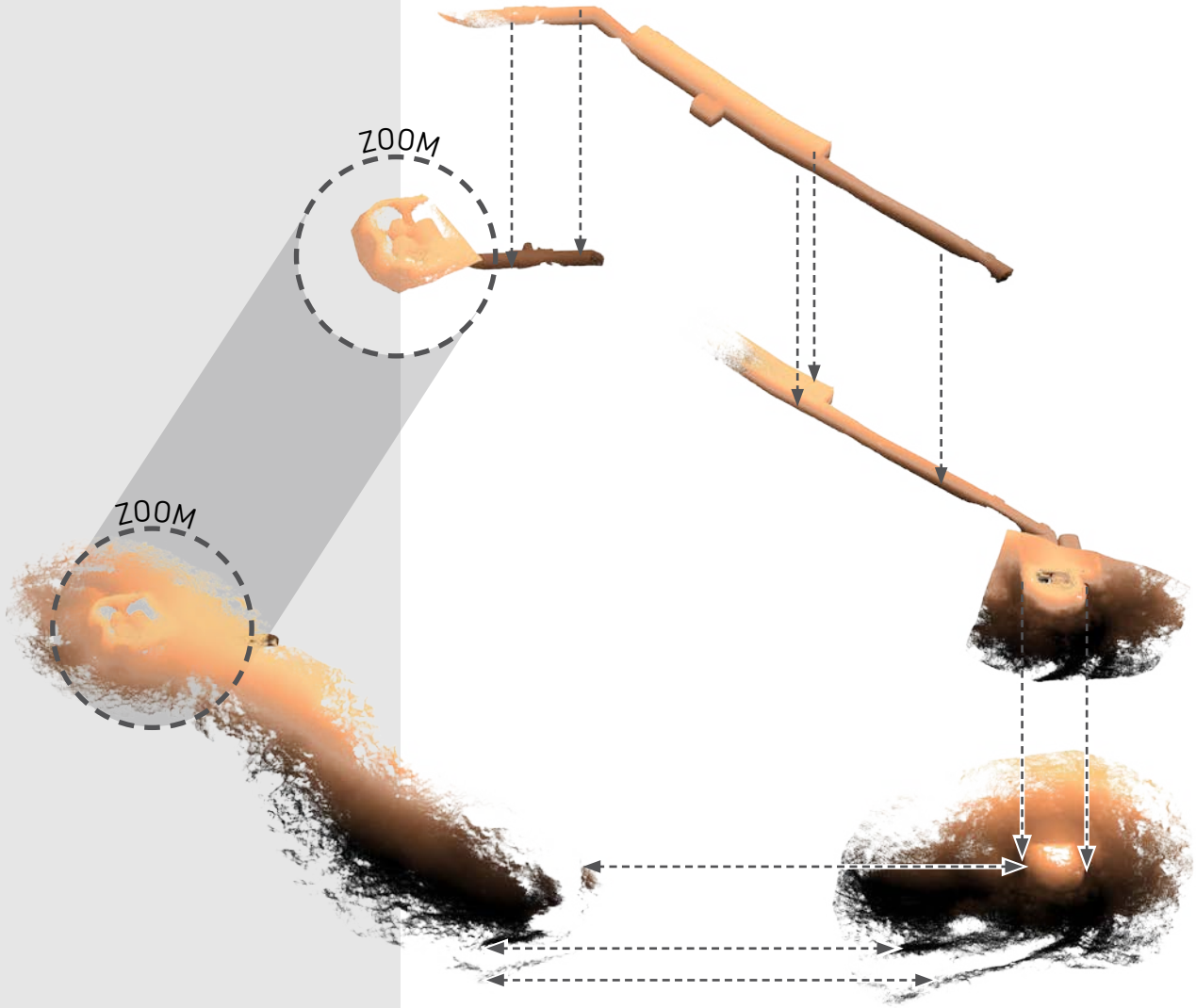
▼ In basso, **Nuvola di punti opera 180, visualizzazione levigata.**
Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.



/ Opera 181

Nel caso di questa opera, le tre scansioni realizzate sono riuscite a coprire l'intera struttura, sia in interno che esterno e per questo, l'opera 181 è stato l'unico caso in cui è stato possibile effettuare un rilievo completo ma, soprattutto, verificare la presenza di eventuali derive delle nuvole.

Delle tre acquisite, infatti, due erano relative all'area della caponiera, del corridoio e della camerata, mappata in modo completo solo in una delle due nuvole. Proprio questa, tuttavia, nella porzione degli ambienti della caponiera, era caratterizzata da una serie di sovrapposizioni ed errori probabilmente derivati da una errata elaborazione dell'algoritmo SLAM, durante il mapping.

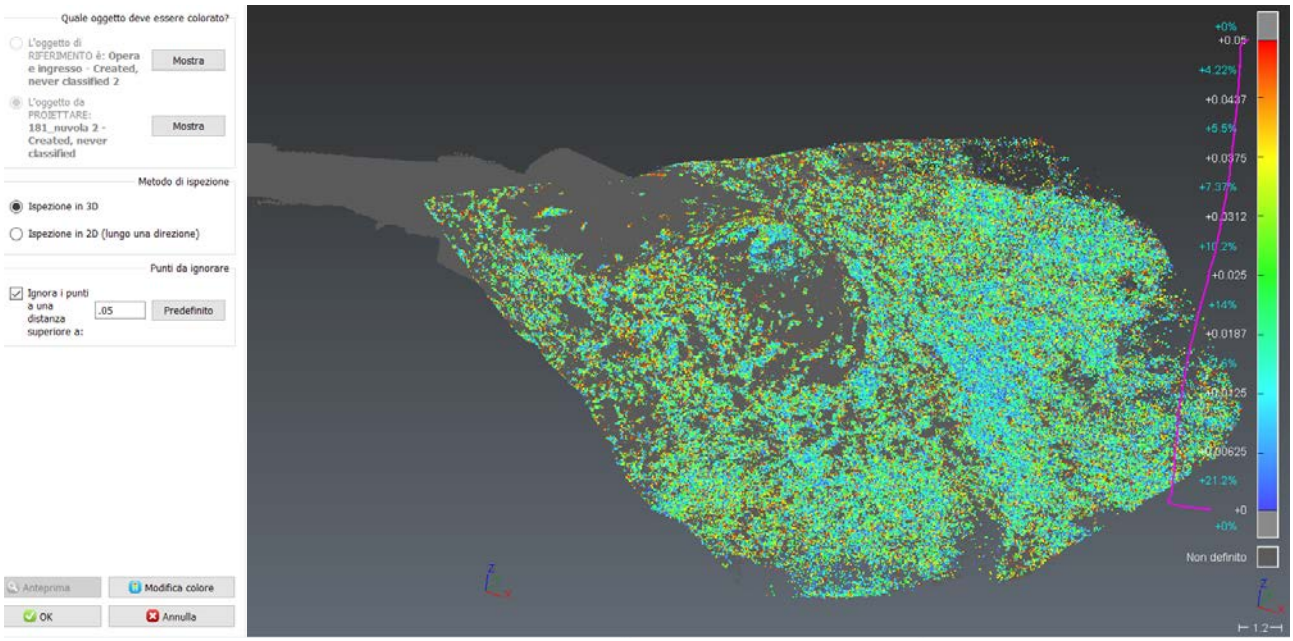


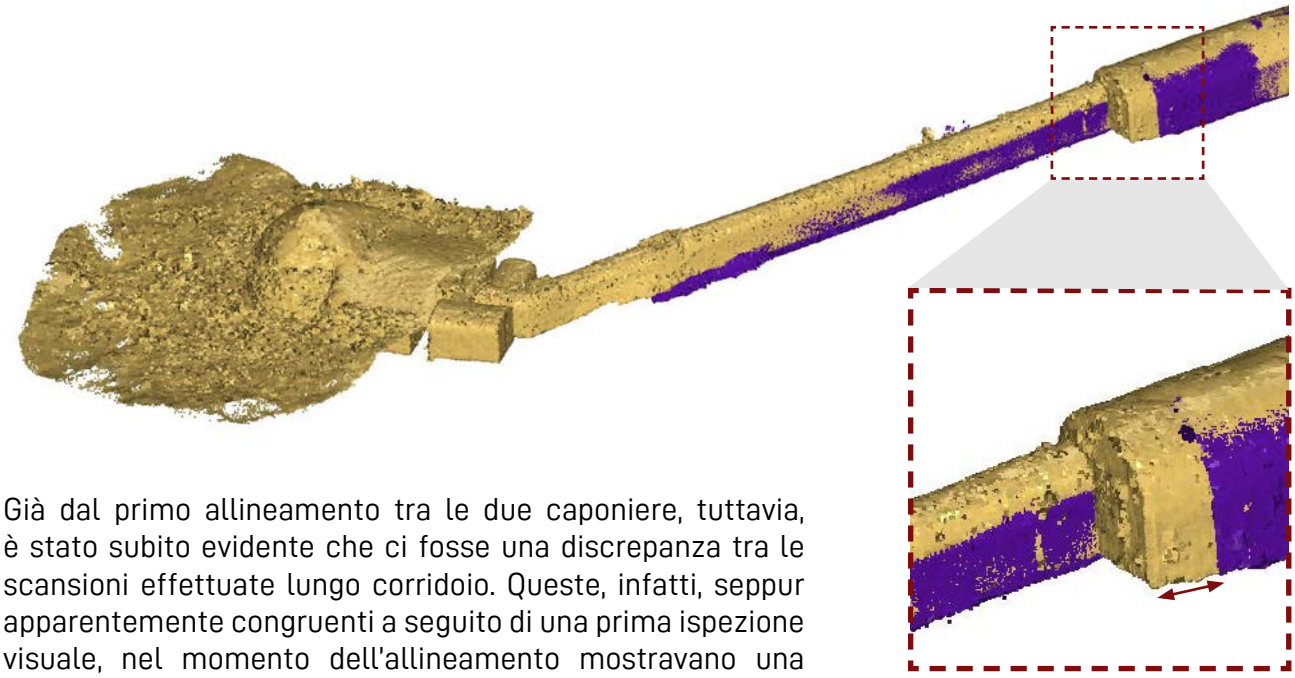
▲ In alto, **Schema unione scansioni opera 181.**
Prodotto esportato da 3DReshaper e rielaborato su Photoshop 2022.

Al netto, quindi, di questa porzione che è stata eliminata, questa nuvola è stata allineata all'omologa che, seppur non avendo mappato l'intera camerata, aveva coperto gli ambienti della caponiera che, invece, in questa erano caratterizzati da disallineamenti.

Si è proceduto, innanzitutto, all'allineamento tra le nuvole delle due caponiere e, di conseguenza a ciò, la nuvola risultante è stata poi allineata a quella del malloppo con cui, tuttavia, aveva davvero pochi punti in comune, scelti perlopiù sul terreno circostante e meno sull'opera.

▼ In basso, **Mappa falsi colori delle distanze tra i punti delle nuvole delle due caponiere.**
Screenshot realizzati da 3DReshaper.3DReshaper.

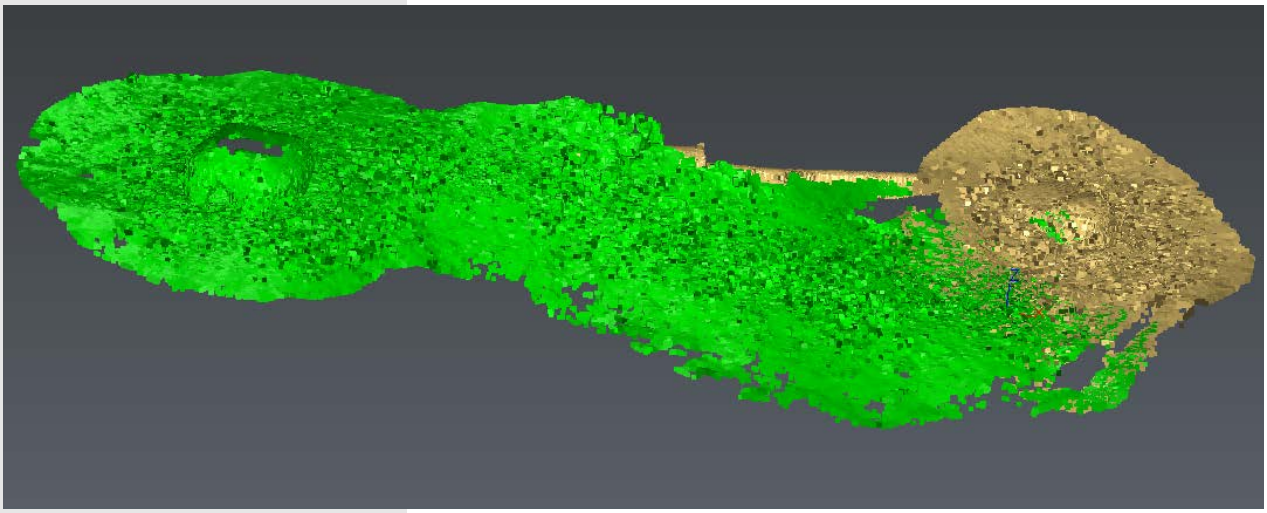


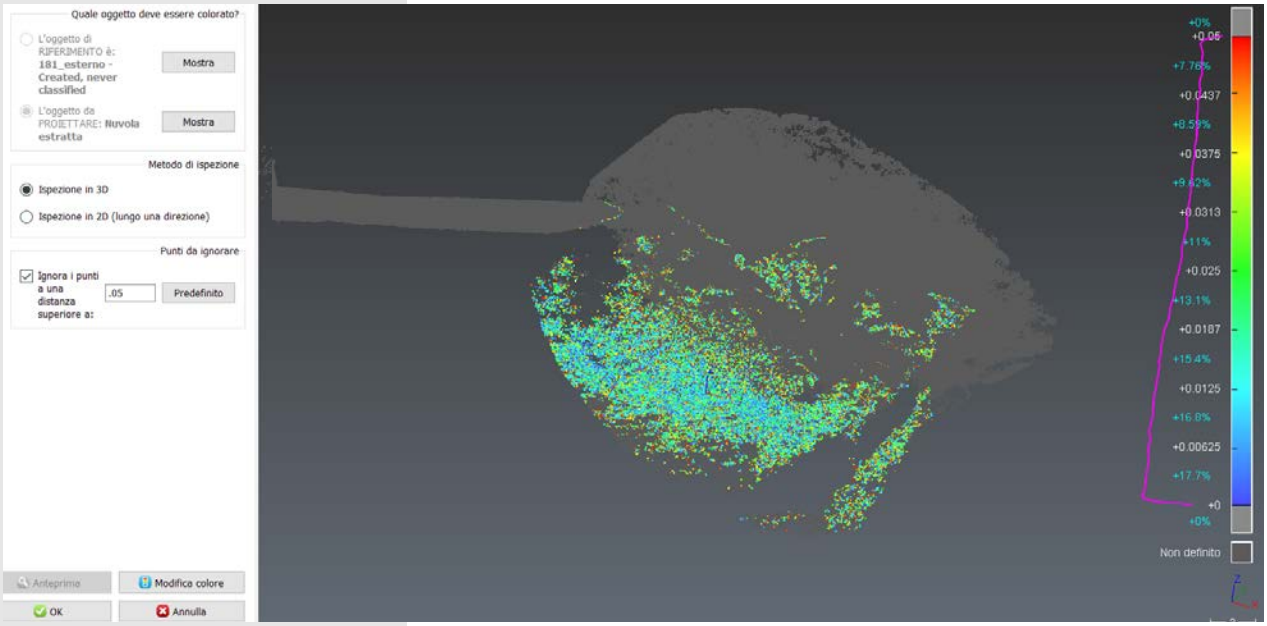


Già dal primo allineamento tra le due caponiere, tuttavia, è stato subito evidente che ci fosse una discrepanza tra le scansioni effettuate lungo corridoio. Queste, infatti, seppur apparentemente congruenti a seguito di una prima ispezione visuale, nel momento dell'allineamento mostravano una deriva dell'una rispetto all'altra di circa 50 cm che andava ad aumentare, nel complesso, la distanza media dei punti scelti per allineare le due nuvole. Dopo svariati tentativi e misurazioni per confrontare la lunghezza del corridoio scansionato con le quote presenti nelle piante d'archivio, si è optato per la seguente strategia: allineare la nuvola della caponiera ma senza camerata (che era l'area con derive e

▲ In basso, **Disallineamento di circa 50 cm tra la nuvola della caponiera e del corridoio.**
Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.

scansioni sovrapposte) all'altra solo dopo aver separato, da quest'ultima, il corridoio e la camerata completa che verranno allineati in un secondo momento.





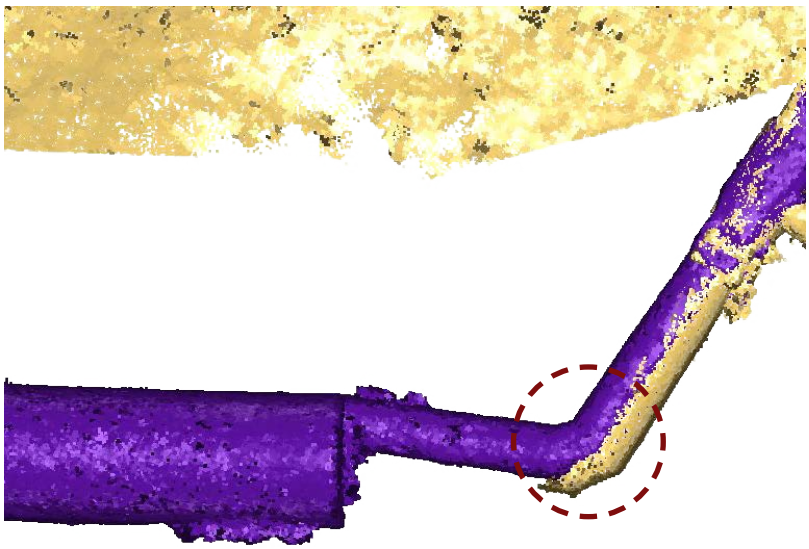
▲ In alto, **Schema unione nuvola esterno/ malloppo (verde) e nuvola caponiera/interno (giallo), visualizzazione levigata.** *Screenshot realizzati da 3DReshaper.3DReshaper.*

▲ In alto, **Mappa falsi colori delle distanze tra i punti delle due nuvole allineate.** *Screenshot realizzati da 3DReshaper.3DReshaper.*

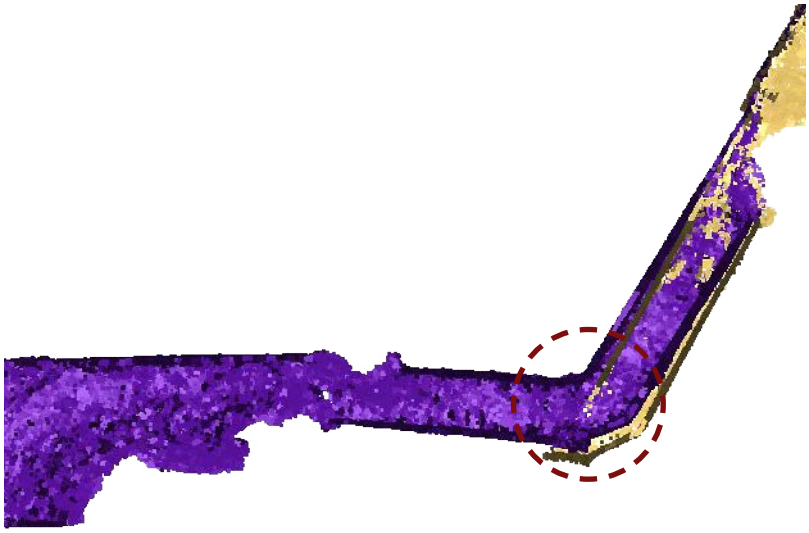
L'allineamento tra la nuvola ottenuta e quella con corridoio e camerata ha, tuttavia, evidenziato un altro problema. Infatti, andando a collimare i corridoi delle due nuvole e alcuni punti presi nella camerata, è risultato evidente come questa e la seconda metà del corridoio che da essa partiva, in realtà, non andassero a coincidere perfettamente con la nuvola del malloppo che, per l'appunto, comprendeva anche porzione di tale corridoio. Dopo diversi tentativi di allineamento, quello qui presentato è quello caratterizzato dalle minori discrepanze e che presentava il risultato migliore a livello di registrazione.

Questa discrepanza si pensa sia dovuta, probabilmente, al fatto che la nuvola del malloppo, nonostante sia apparentemente completa, sia stata soggetta ad una deriva in fase di acquisizione, date sia dalla difficoltà di connessione tra lo strumento e il tablet di elaborazione sia dalla lunghezza

(in termini di tempo che geometrica) della nuvola stessa. A questo, inoltre, è anche da sommarsi il contributo dato dall'allineamento della nuvola del malloppo con quella della caponiera: si ricorda, infatti, che è stato effettuato scegliendo punti omologhi sul terreno e con una certa difficoltà poiché nella prima delle due scansioni era visibile una porzione talmente ridotta della caponiera da poter sfruttare davvero pochi punti per l'allineamento.



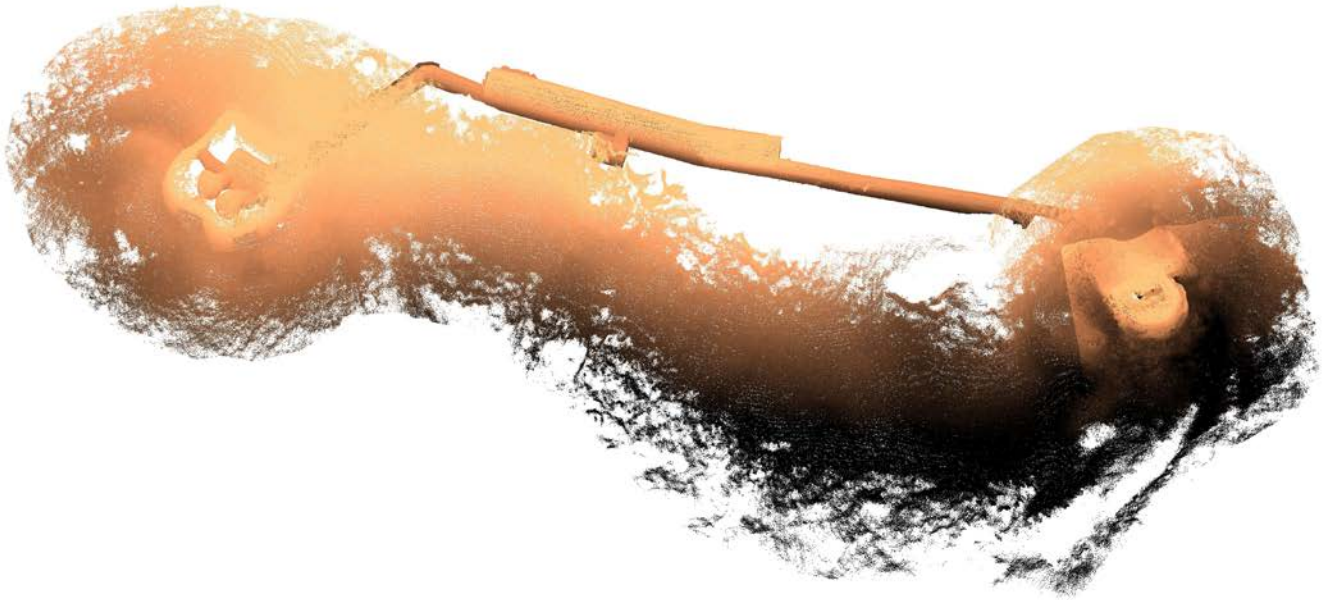
▶ A destra, **Disallineamento di circa 20 cm tra la nuvola del corridoio e quella del malloppo/esterno.** Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.



▶ A destra, **Disallineamento di circa 20 cm tra le due nuvole di sopra entrambe sezionate.** Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.

Con queste premesse, quindi, la nuvola finale ottenuta presenta un disallineamento in questa area che si attesta attorno ai 20 cm.
Si tratta di un disallineamento globale che, viste le premesse, rappresenta comunque un ottimo risultato, del tutto coerente con gli scopi della tesi.

▼ In basso, **Nuvola di punti opera 181, visualizzazione true color.** Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.



▼ In basso, **Nuvola di punti opera 181, visualizzazione levigata.** Prodotto generato ed estratto da 3DReshaper.



6.2.3 Integrazione delle nuvole di punti ottenute

Poiché le tre nuvole ottenute da laser scanner mobile non sono georiferite, lo step finale di elaborazione consiste nell'allineare queste tre con la nuvola densa fotogrammetrica già opportunamente georeferenziata. In questo modo anche le restituzioni grafiche realizzate in seguito risultano già nel corretto sistema di riferimento e quindi sono facilmente importabili e gestibili in ambiente GIS.

Purtroppo, le aspettive sono state differenti dalla realtà. La nuvola fotogrammetrica, come prevedibile, rispetto a quella ottenuta da laser scanning possedeva un livello di dettaglio molto inferiore che, considerando anche la geometria delle opere e al contesto, hanno fatto sì che gli allineamenti risultassero caratterizzati da elevate discrepanze.
Gli scoscostamenti risultati dal miglior allineamento ottenuto si attestavano tra i 20 cm (opera 180) e i 50-55 cm (opera 181).

Per questa ragione è stato deciso di apportare una correzione in fase di restituzione grafica. Il procedimento seguito è stato il seguente:

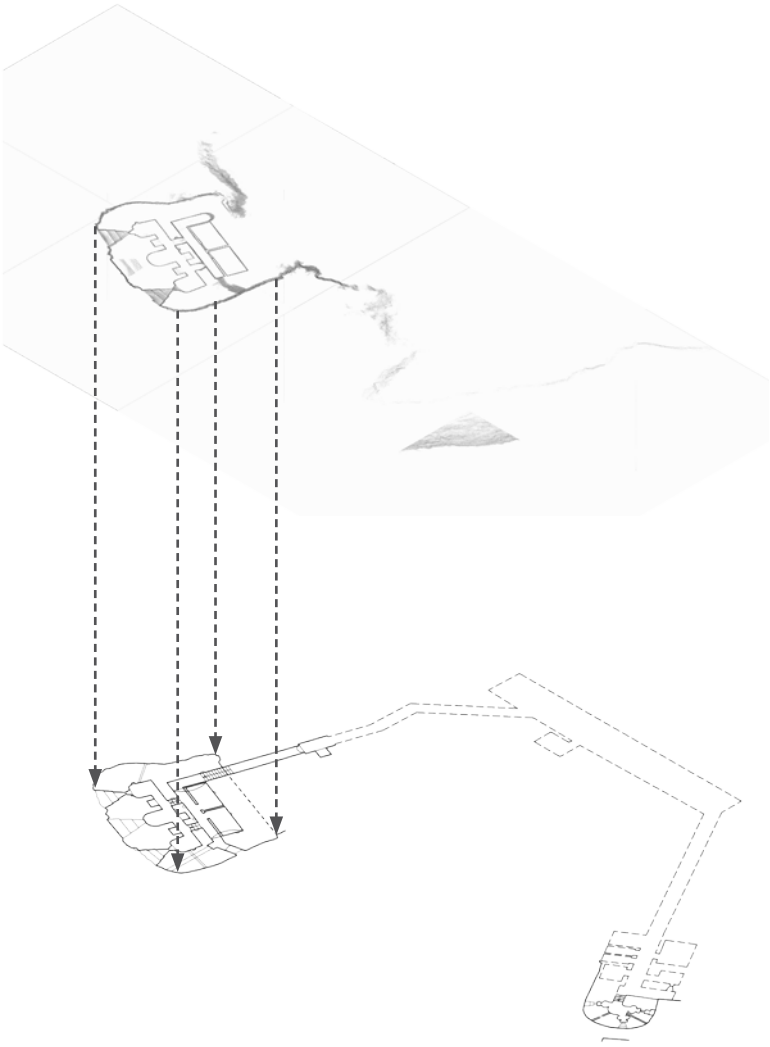
- Georeferenziare, in ambiente GIS, le planimetrie .png esportate da PointCab su ortofoto true color fotogrammetrica;
- Una volta ottenuto un risultato idoneo per gli obiettivi di questa tesi, è stata realizzata una vettorializzazione generale di parti delle opere facilmente distinguibili (es. camerata o corridoio e parti degli ambienti) e opportunamente salvata in formato .dxf; in questo modo, quindi, la vettorializzazione è già nel sistema di riferimento corretto;
- Questi file sono, infine, stati importati su Autocad e su questi sono stati allineati i disegni realizzati a partire dalle sezioni in formato .png da PointCab;
- I file con le planimetrie dell'opera, salvati in .dxf sono stati poi importati su GIS e, per via delle coordinate presenti, sono stati localizzati correttamente, pronti per essere utilizzati nelle analisi successive.

Questo procedimento, tuttavia, è stato solo un metodo secondario per migliorare l'allineamento effettuato tra le nuvole sul software 3Dreshaper che, come già anticipato, non ha fornito dei risultati adatti agli scopi di questa tesi . Sia il livello di dettaglio della nuvola densa da fotogrammetria UAV che il contesto non esattamente dotato di punti facilmente riconoscibili, così come la geometria delle opere particolarmente omogenea non hanno aiutato in questo senso. Sicuramente, in fase di acquisizione dati, il posizionamento di elementi caratterizzati da una elevata tridimensionalità avrebbe aiutato l'allineamento.

6.2.4 Le restituzioni grafiche per la rappresentazione architettonica

La fase finale di restituzione grafica ha visto la cooperazione di due differenti software: PointCab e AutoCAD. Il primo[19] è un applicativo che permette di realizzare planimetrie, viste, sezioni orizzontali e verticali. I risultati ottenuti a partire da nuvole di punti, inoltre, sono compatibili con i software CAD, che permettono di vettorializzare a partire dal dato raster della nuvola sezionata.

▶ A destra,
Schematizzazione fase di restituzione, da esportazione PointCab (in alto) a dwg in basso.



Su PointCab sono ricavate sezioni orizzontali e verticali delle opere che possono essere salvate come file output in formato .dwg, definendone sia la risoluzione che la percentuale di colore e riflettanza. Nel caso della nuvola LiDAR è stata impostata una risoluzione di 1 cm.
Successivamente, gli output in .dwg sono stati importati su AutoCAD dove si è proceduto con la vettorializzazione delle varie planimetrie, prospetti e sezioni.

Come già anticipato nei paragrafi precedenti, le opere non

19 Pagina Web PointCab. Disponibile su <https://pointcab-software.com/en/>

erano del tutto accessibili per cui la scansione Zeb e le conseguenti restituzioni grafiche sono limitate a queste porzioni.
Tuttavia, al fine di presentare una planimetria completa delle opere, si è proceduto all'integrazione delle parti mancanti tramite vettorializzazione delle planimetrie d'archivio, fornite dal Primo Reparto Infrastrutture. Tra queste, infatti, erano comprese delle restituzioni grafiche in scala 1:200 realizzate nel 1994 da Davide Bagnaschino per l'Associazione per lo Studio del Vallo Alpino Littorio[20]. Queste planimetrie sono state opportunamente georeferenziate in ambiente GIS e poi vettorializzate. Il file .shp ottenuto, e successivamente importato su CAD, è stato, poi, integrato con il rilievo odierno. Tale integrazione ha permesso di ricostruire l'intera pianta, la planimetria complessiva delle opere.

Ovviamente, il dettaglio del rilievo del 1994 è inferiore rispetto a quello ottenuto dalle scansioni Zeb e, soprattutto, nel corso degli anni gli ambienti hanno subito una serie di deformazioni dovute a crolli e spinte del terreno ma, appunto, lo scopo dell'integrazione non era quello di avere uuna restituzione accurata di tali ambienti ma, bensì, delle planimetrie complete.

Per ogni opera, inoltre, sono state realizzate due tipologie di rappresentazioni architettoniche. Una prima restituzione dello stato di fatto, quindi riportante le condizioni delle opere e anche le porzioni crollate o che hanno subito danni differenti. Nella seconda restituzione, invece, non si è tenuto conto delle deformazioni delle strutture e quindi dello stato di degrado in cui versano; si è tentato di rappresentare uno stato antecedente alla fase di abbandono utile a comprendere la vera entità di questi ambienti e quali fossero le loro dimensioni originali.
Per la rappresentazione del contesto, è stata utilizzata, invece, l'ortofoto UAV e le curve di livello derivate da DSM UAV.

20 Non si hanno molte informazioni in merito alle modalità con cui è stato realizzato questo rilievo né, tantomeno, se le porzioni attualmente crollate, all'epoca, fossero ancora in piedi. Tuttavia, la disposizione degli ambienti a noi accessibili corrispondeva anche nelle dimensioni a quelli rilevati da Bagnaschino, per cui si è assunto che anche il resto sia stato misurato con la stessa precisione e accuratezza.

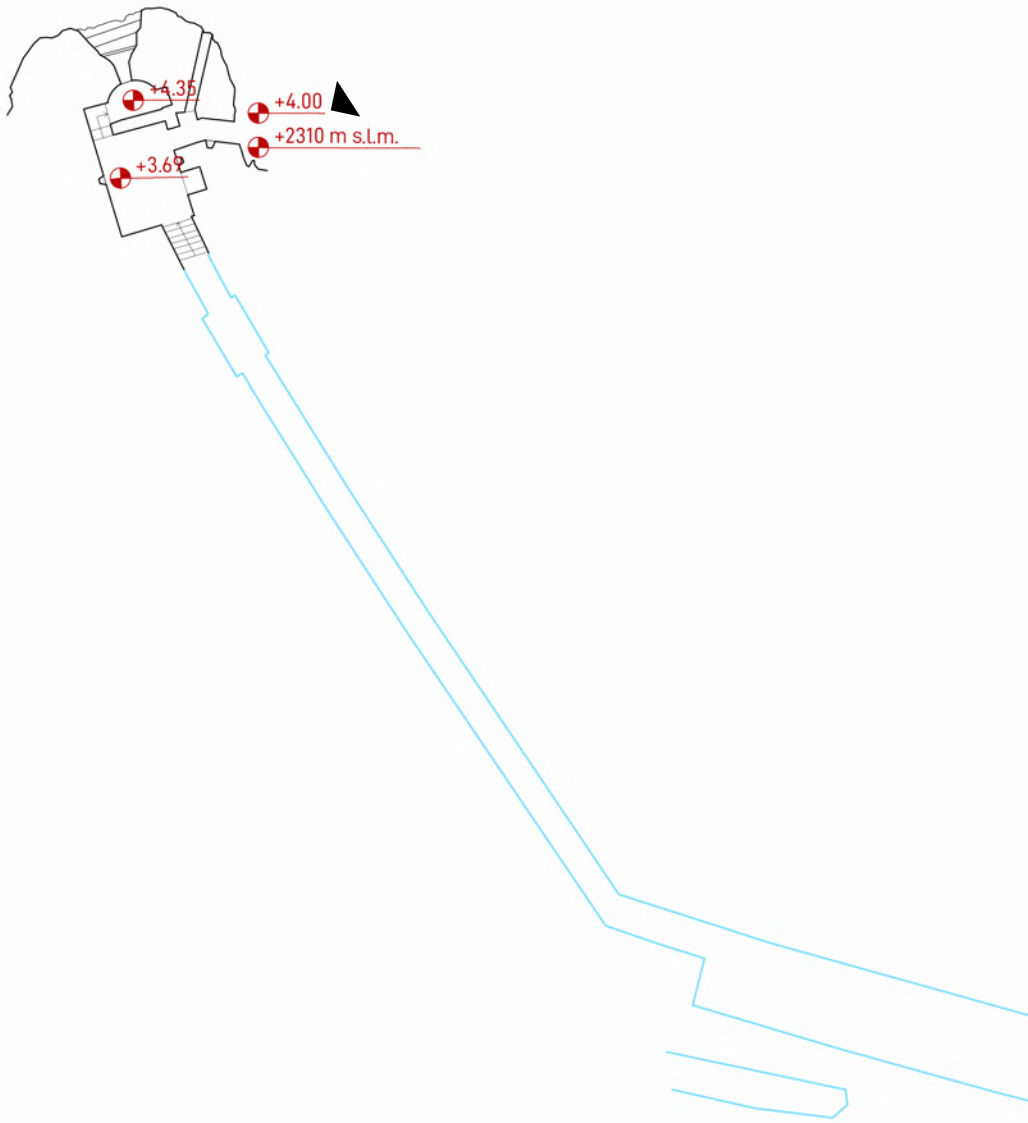
Opera 179 - Planimetria generale con ortofoto

Scala 1:300



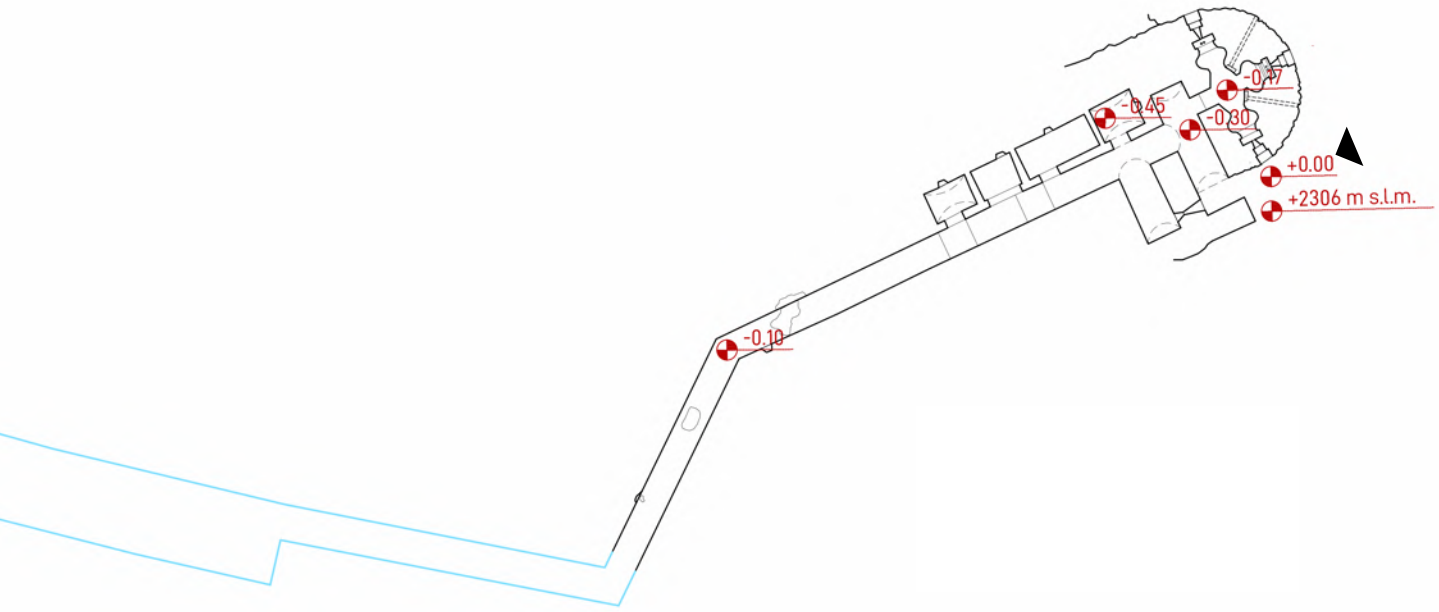

340400
340420
340440
4919860
4919840
4919820
4919800
+2306 m s.l.m.
0
5
10 m
Scala 1:300

Opera 179 - Sezione orizzontale derivata da integrazione tra ril
Scala 1:300



Legenda

- Quota altimetrica
- Rilievo da nuvola di punti
- Rilievo Bagnaschino D. 1994 *(nei prossimi disegni sarà rappresentato con un tratteggio)*
- Accessi

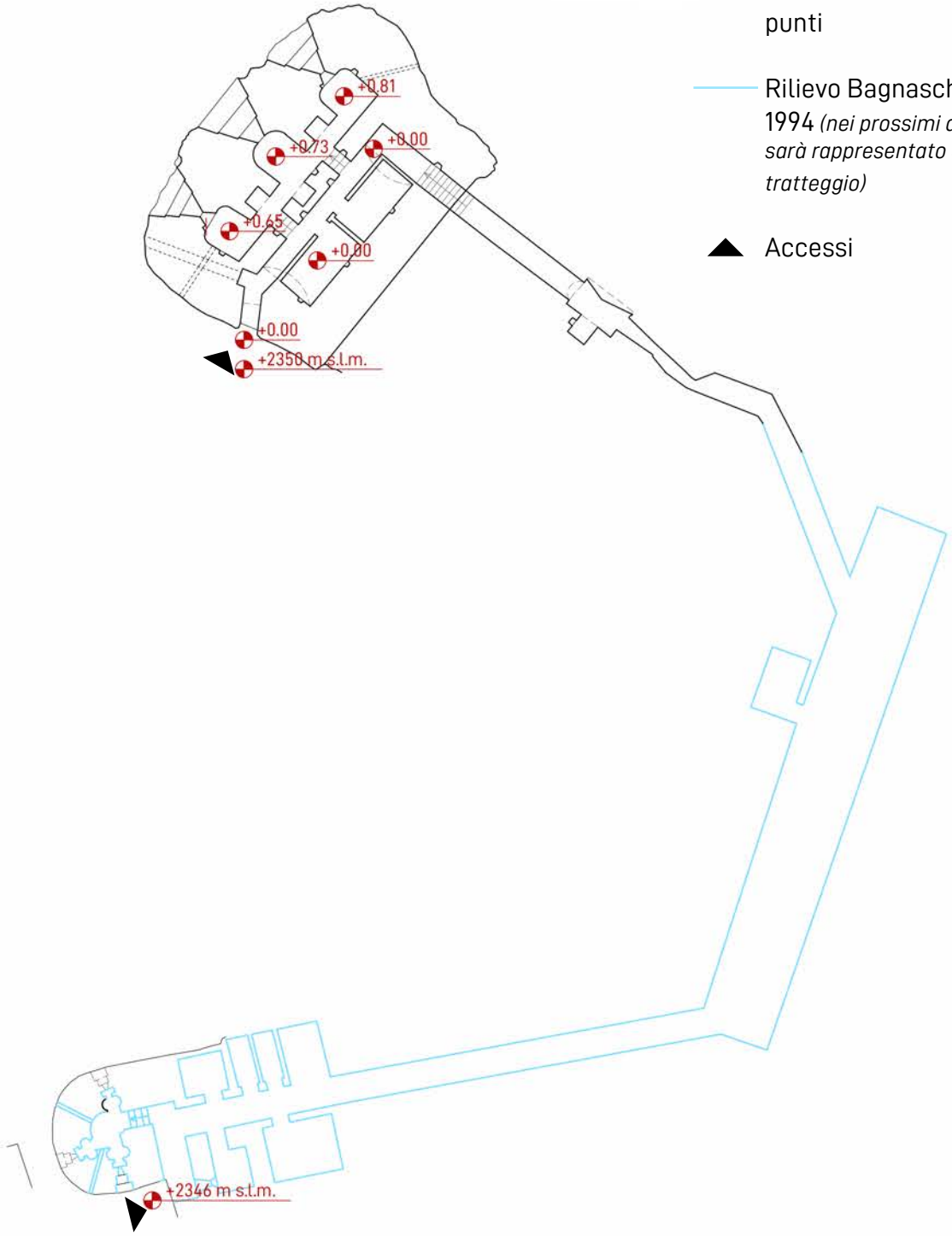


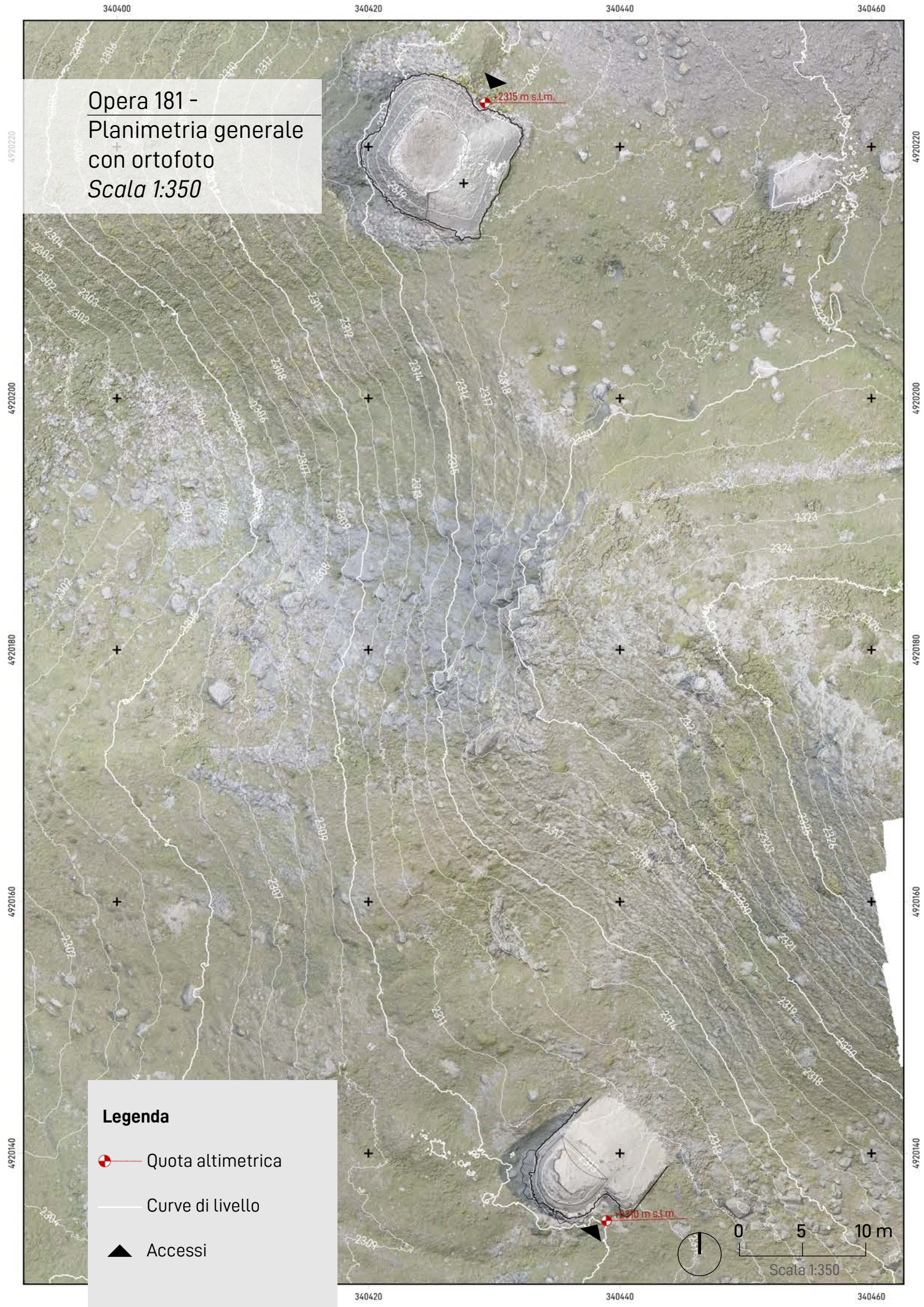
0 5 10 m

Scala 1:300


Opera 180 - Planimetria generale con ortofoto
Scala 1:300
340520
340540
340560
4919800
4919780
4919760
4919740
4919720
+2350 m s.l.m.
+2346 m s.l.m.
0
5
10 m
Scala 1:300
Legenda
Quota altimetrica
Curve di livello
Accessi

Opera 180 - Sezione orizzontale derivata da integrazione tra rilievo 2021 e 1994
Scala 1:300




Opera 181 -
Planimetria generale
con ortofoto
Scala 1:350
+2315 m s.l.m.
+2310 m s.l.m.
340400
340420
340440
340460
4920220
4920200
4920180
4920160
4920140
Legenda
Quota altimetrica
Curve di livello
Accessi
0
5
10 m
Scala 1:350

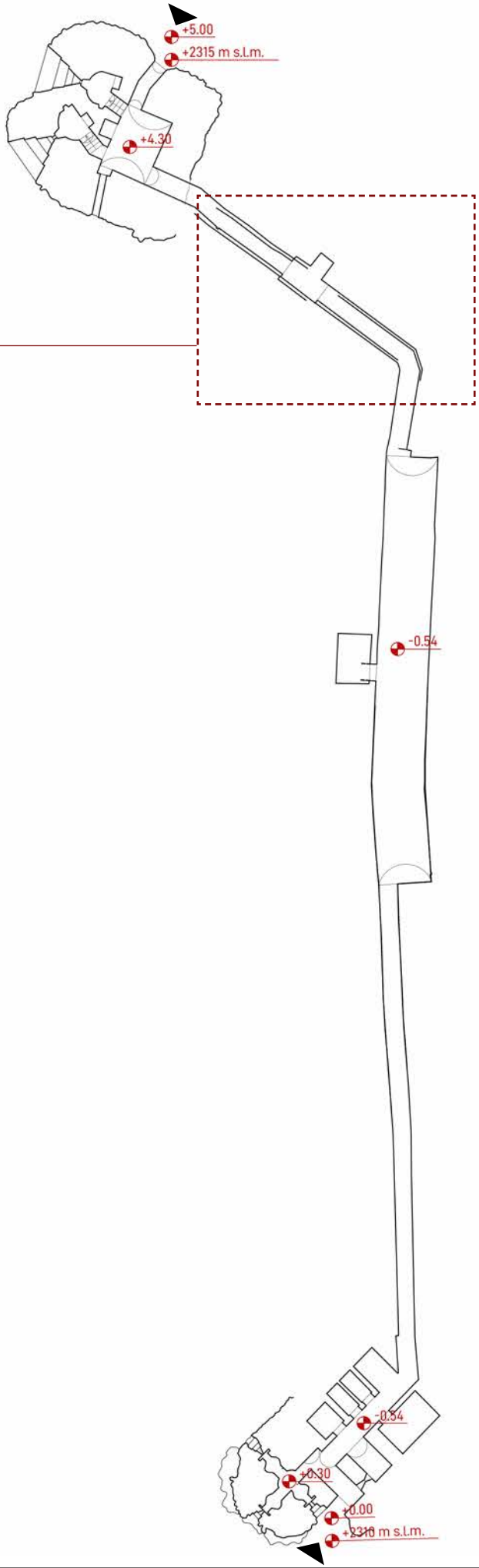
Opera 181 - Sezione orizzontale derivata da integrazione tra rilievo 2021 e 1994

Scala 1:300

Le doppie linee in pianta dipendono dalle derive delle nuvole di punti da laser scanner mobile; saranno presenti anche nelle planimetrie seguenti.

Legenda

- Quota altimetrica
- Rilievo da nuvola di punti
- Accessi

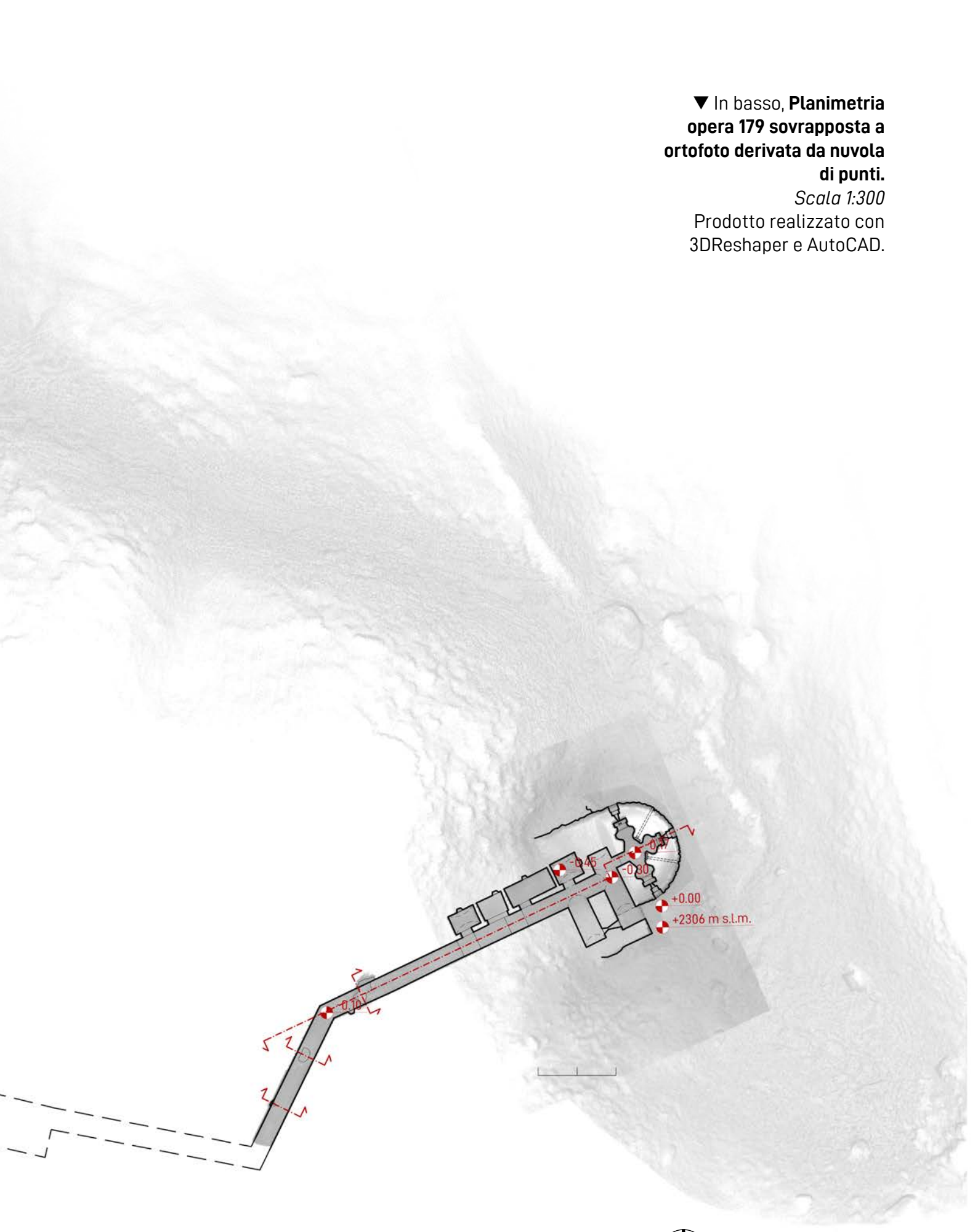


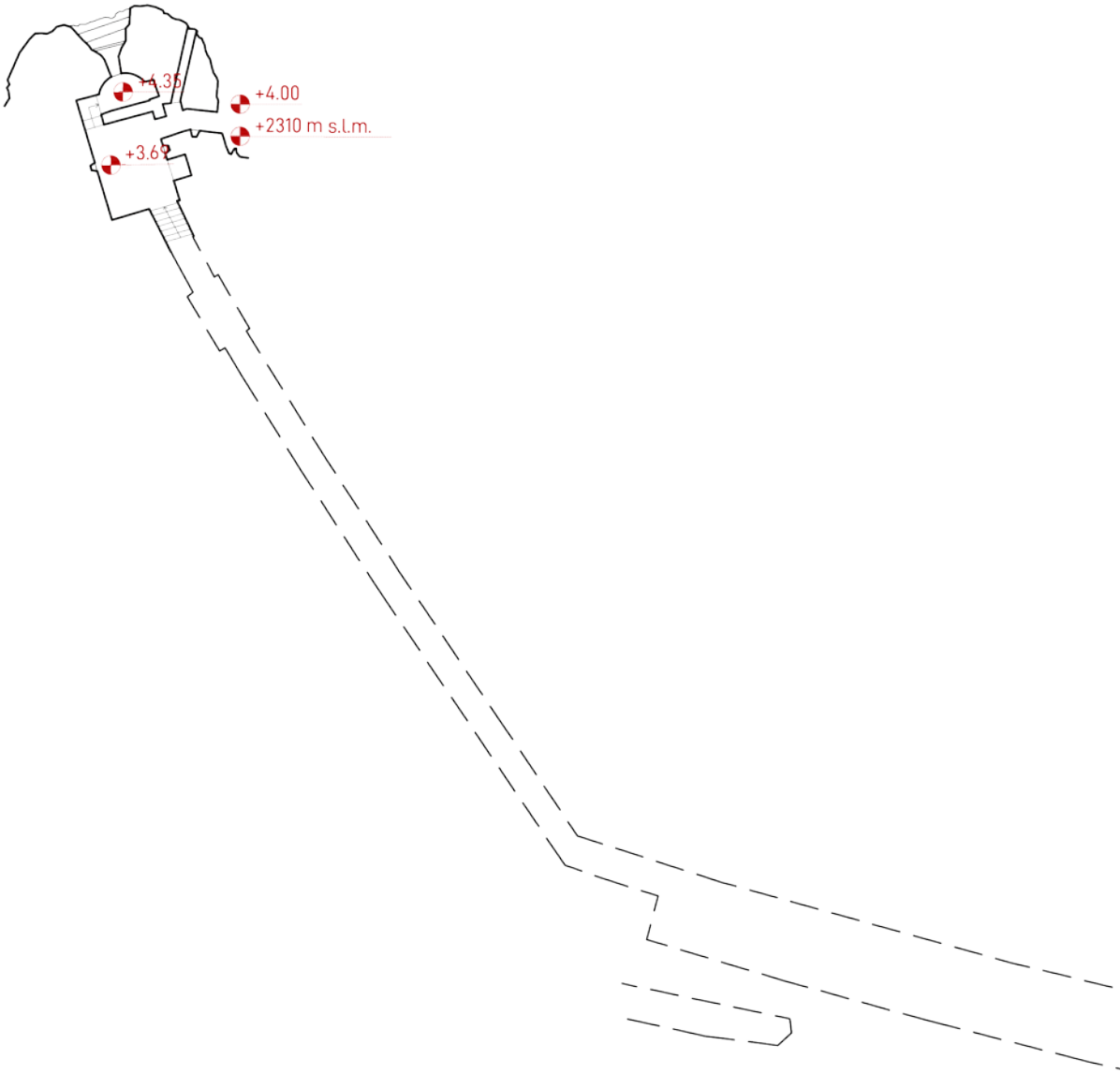
0 5 10 m

Scala 1:350


+4.35
+4.00
+2310 m s.l.m.
+3.69

▼ In basso, **Planimetria opera 179 sovrapposta a ortofoto derivata da nuvola di punti.**
Scala 1:300
Prodotto realizzato con 3DReshaper e AutoCAD.



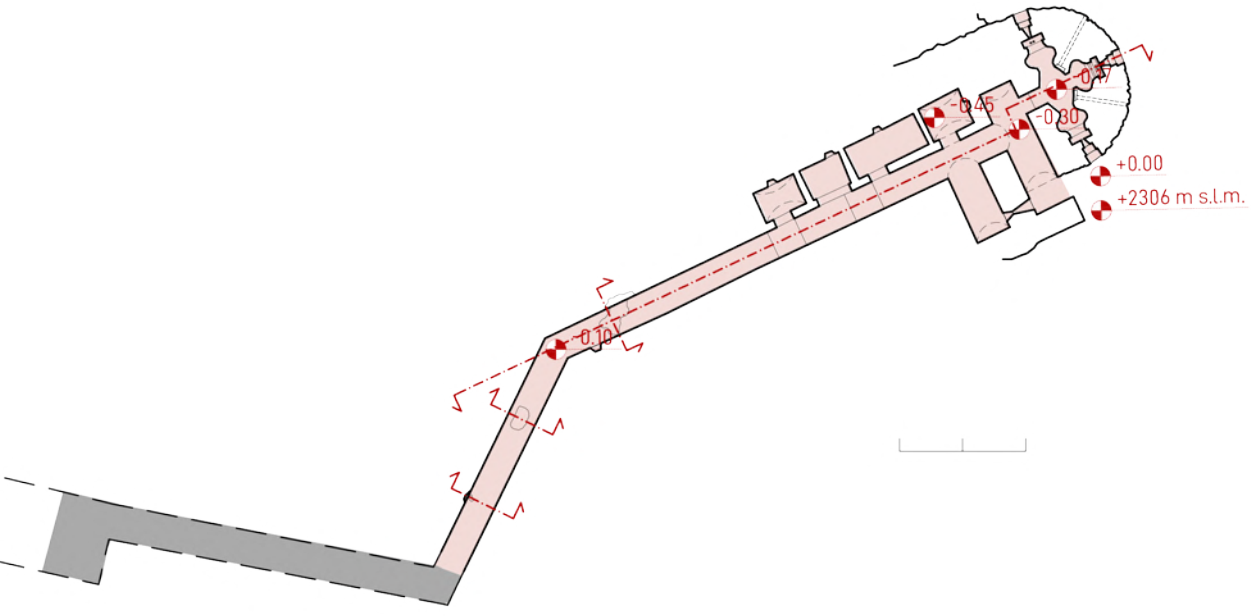

+4.35
+4.00
+2310 m s.l.m.
+3.62

▼ In basso, **Planimetria opera 179 con evidenziate le aree mappate.**
Scala 1:300
Prodotto realizzato con AutoCAD.

Legenda

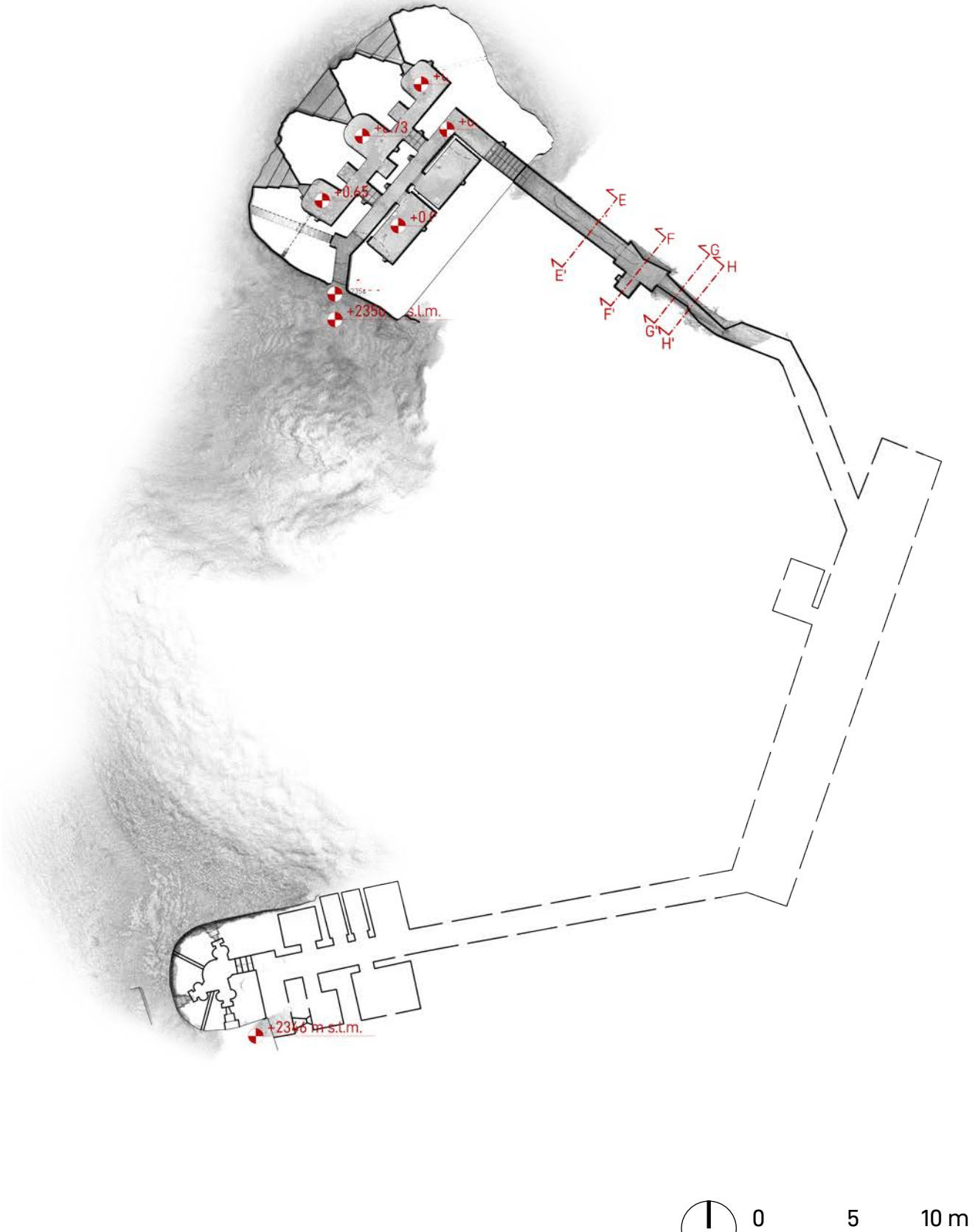
Aree rilevate tramite MMS.

Aree rilevate tramite MMS ma nuvola non nuvola danneggiata.

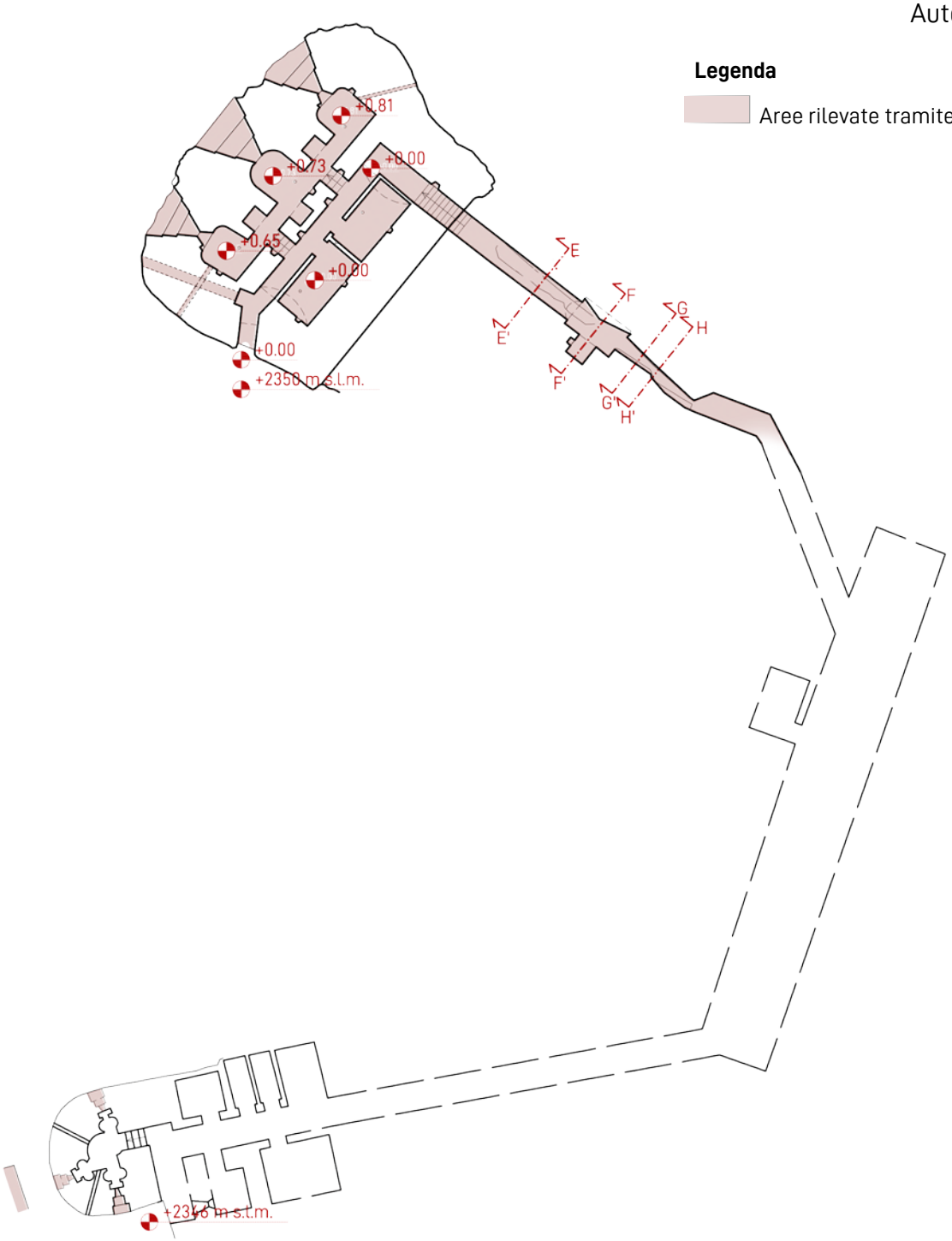


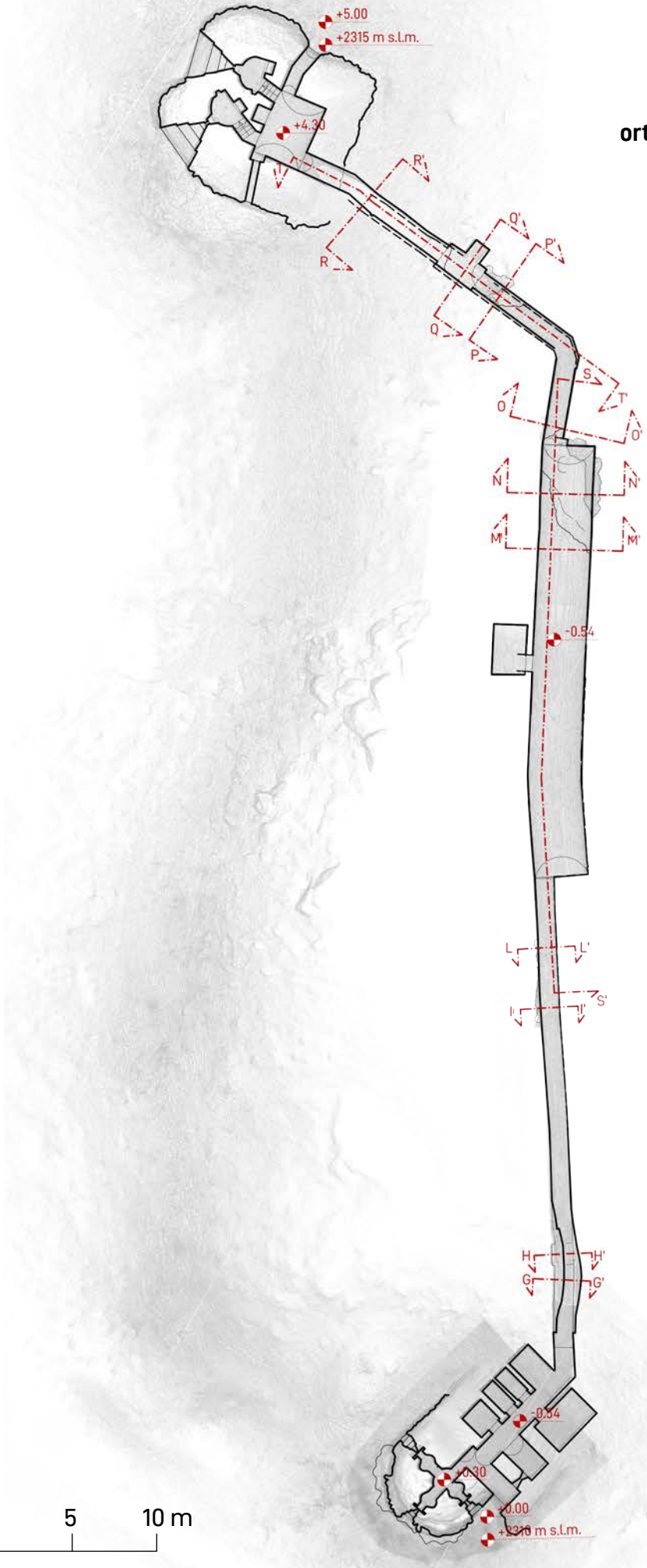
0 5 10 m

▼ In basso, **Planimetria opera 180 a ortofoto derivata da nuvola di punti.** Prodotto realizzato con 3DReshaper e AutoCAD.



▼ In basso, **Planimetria opera 180 con evidenziate le aree mappate.**
Scala 1:300
Prodotto realizzato con AutoCAD.



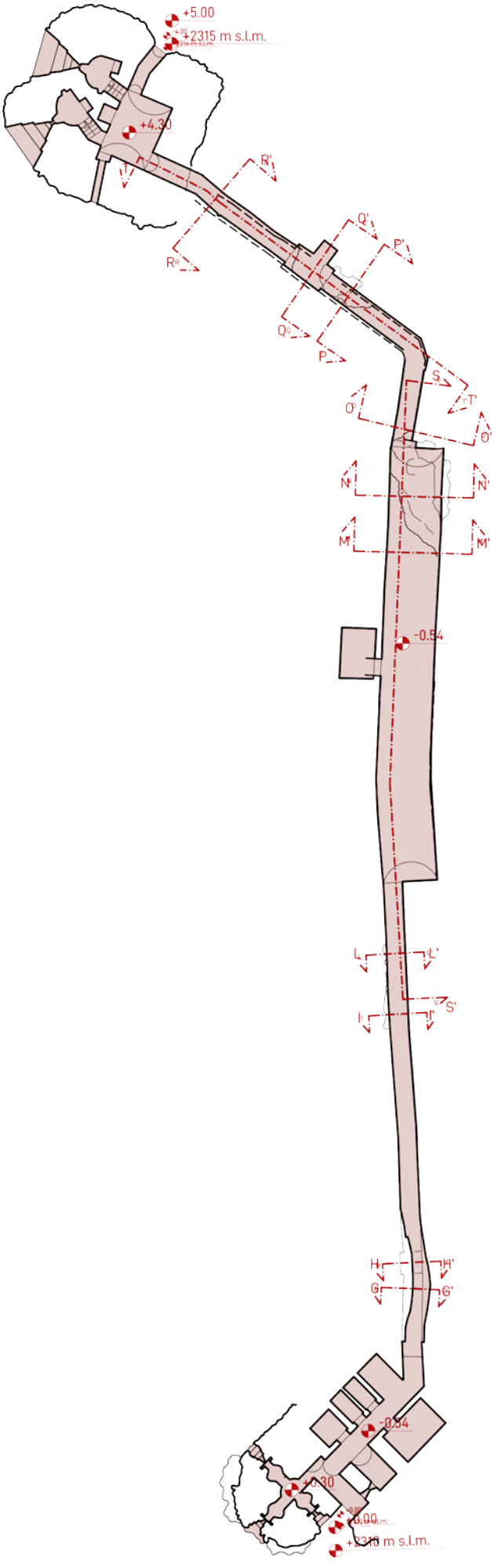


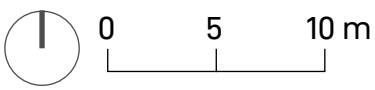
▼ In basso, **Planimetria opera 179 sovrapposta a ortofoto derivata da nuvola di punti.**
Prodotto realizzato con 3DReshaper e AutoCAD.

▶ A destra, **Planimetria opera 180 con evidenziate le aree mappate.**
Prodotto realizzato con AutoCAD.

Legenda

Aree rilevate tramite MMS.





6.4 Opera 179

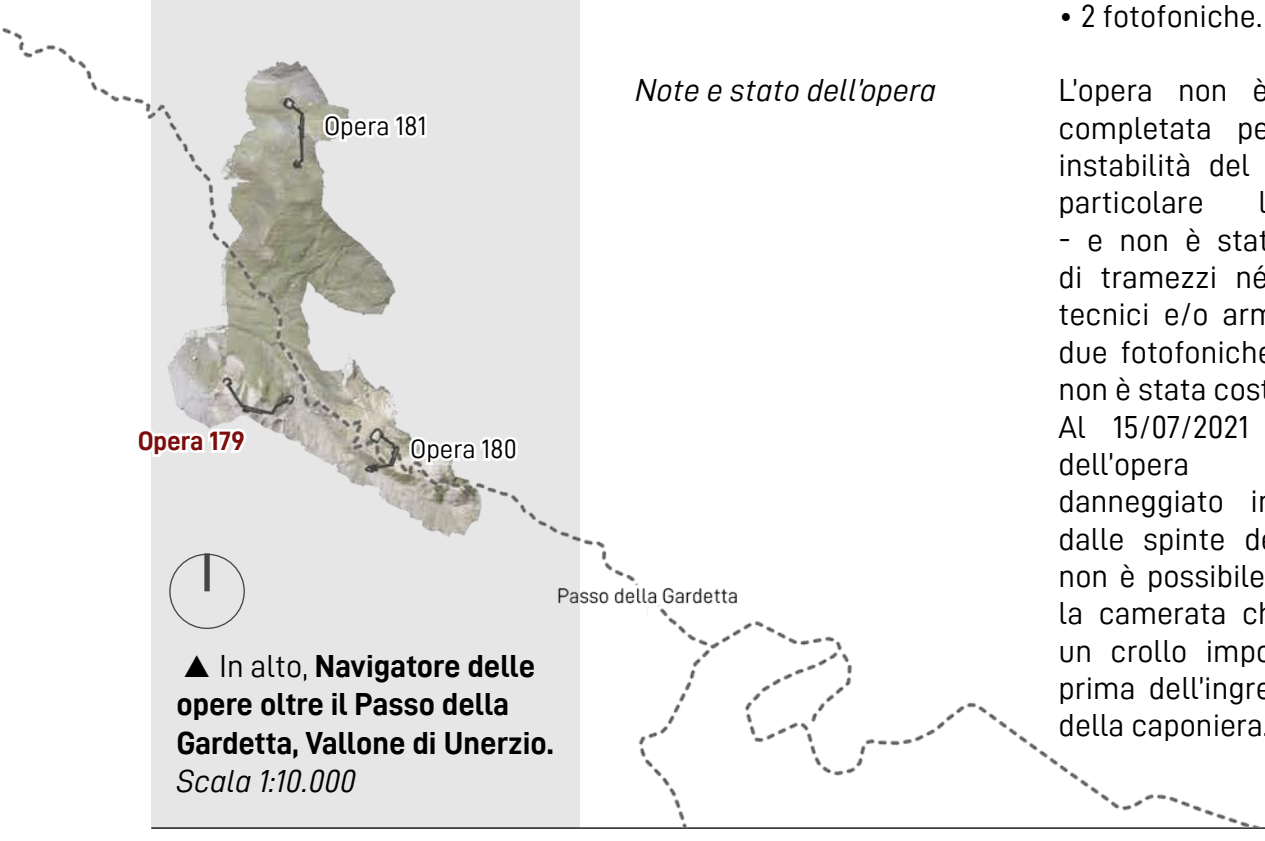
▶ A destra, 1 | **Vista della caponiera dell'opera 179 con l'opera 180 sullo sfondo, a sinistra.**

2 | Vista del malloppo dell'opera 179 e del sentiero di collegamento con la caponiera.
Fonte: Valentina Santoro

3 | Caponiera dell'opera 179 e relativo ingresso.

4 | Crollo parziale del corridoio di collegamento tra malloppo e caponiera.
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Settore	III° - Stura di Demonte
Sottosettore	III/B - Alta Stura
Gruppo di capisaldi	VIII° Gruppo - Regione Mulo
Caposaldo	24° Gardetta - Oserot
Località	Passo della Gardetta
Tipologia di opera	Opera 15.000 (ibrida)
Presidio	26 uomini
Periodo costruzione	1938-1942
Tipologia di armamento e dotazione generale	• 1 mitragliatrice Fiat 14/35 in casamatta con piastra piana di protezione; • 3 fucili mitragliatori Breda 30 in caponiera; • 1 fucile mitragliatore Breda 30 in cunicolo armato; • Osservatorio attivo a tre visuali; • 2 fotofoniche.
Note e stato dell'opera	L'opera non è mai stata completata per motivi di instabilità del terreno - in particolare l'osservatorio - e non è stata dotata né di tramezzi né di impianti tecnici e/o armi. Una delle due fotofoniche in progetto non è stata costruita. Al 15/07/2021 il corridoio dell'opera è stato danneggiato in più punti dalle spinte del terreno e non è possibile raggiungere la camerata che ha subito un crollo importante poco prima dell'ingresso dal lato della caponiera.

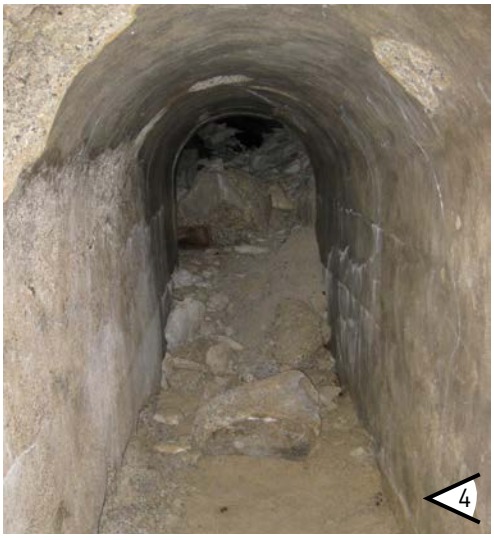


▲ In alto, **Navigatore delle opere oltre il Passo della Gardetta, Vallone di Unerzio.**
Scala 1:10.000

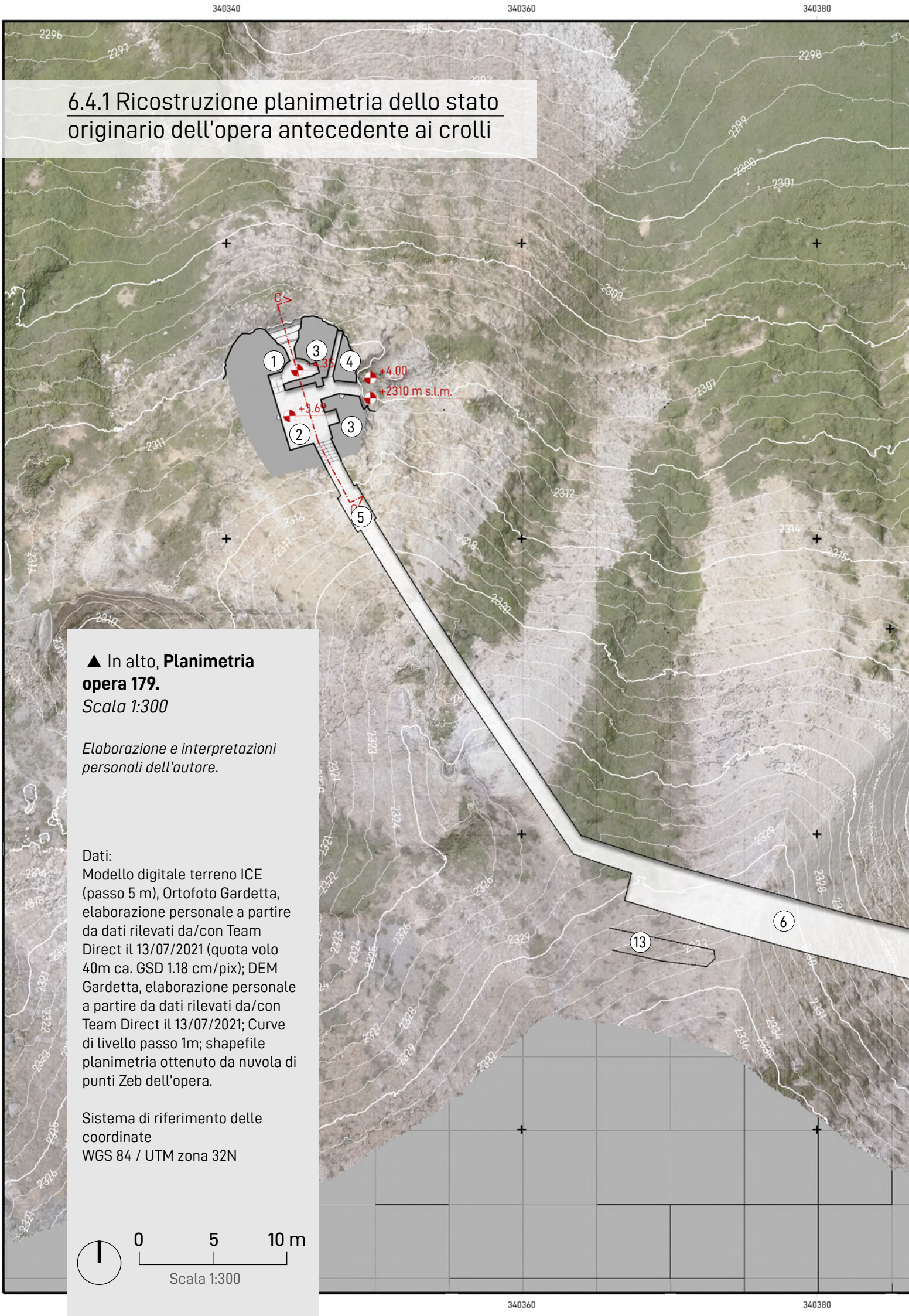

1


2


3


4

6.4.1 Ricostruzione planimetria dello stato originario dell'opera antecedente ai crolli



▲ In alto, **Planimetria opera 179.**
Scala 1:300

Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



Legenda

— Porzione rilevata tramite nuvola di punti

– – Porzione ipotizzata da rilievo 1994 - D. Bagnaschino

1. Postazione per mitragliatrice
2. Camerata
3. Riservetta
4. Apparato fotofonico
5. Locale antigas (tra due porta stagne)
6. Camerata
7. Gruppo elettrogeno
8. Cucina
9. Caponiera controllo ingresso
10. Caponiera
11. Lancia-bombe a mano
12. Postazione per fucile mitragliatrice
13. Scavo per osservatorio in progetto

▶ A destra, **Prospetto e sezioni opera 179.**
Scala 1:200

Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

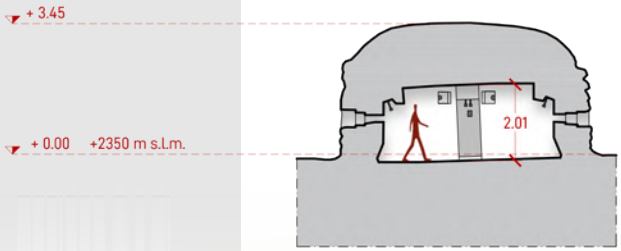
Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

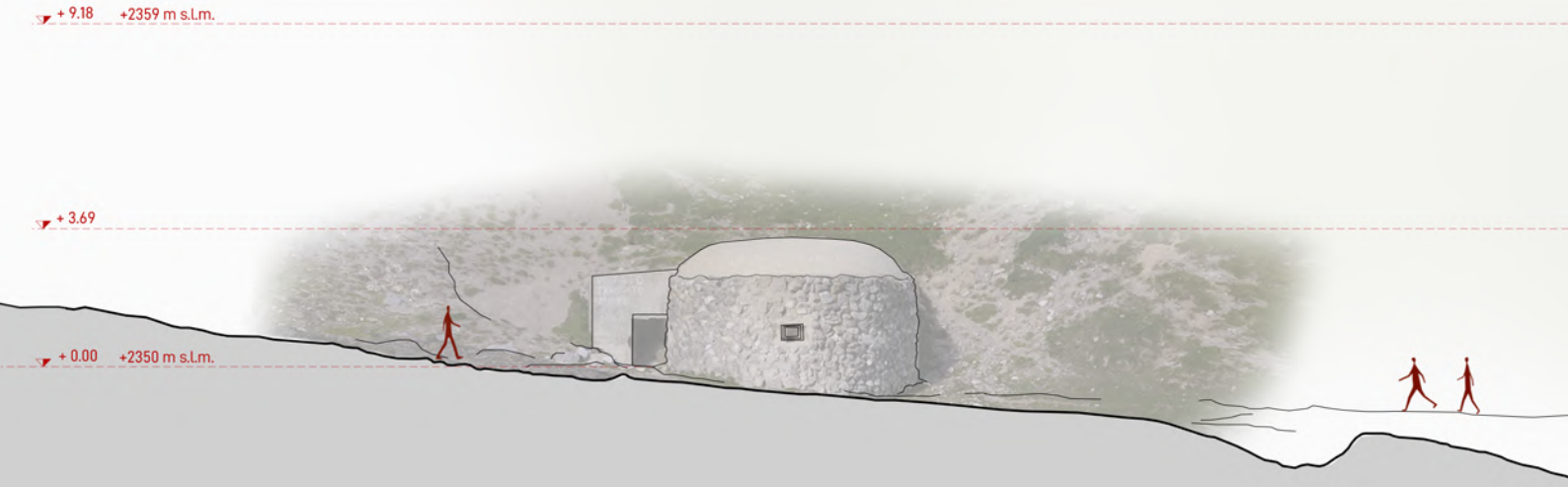


Sezione B - B'

▶ A destra, **Prospetto e sezioni opera 180.**
Scala 1:200

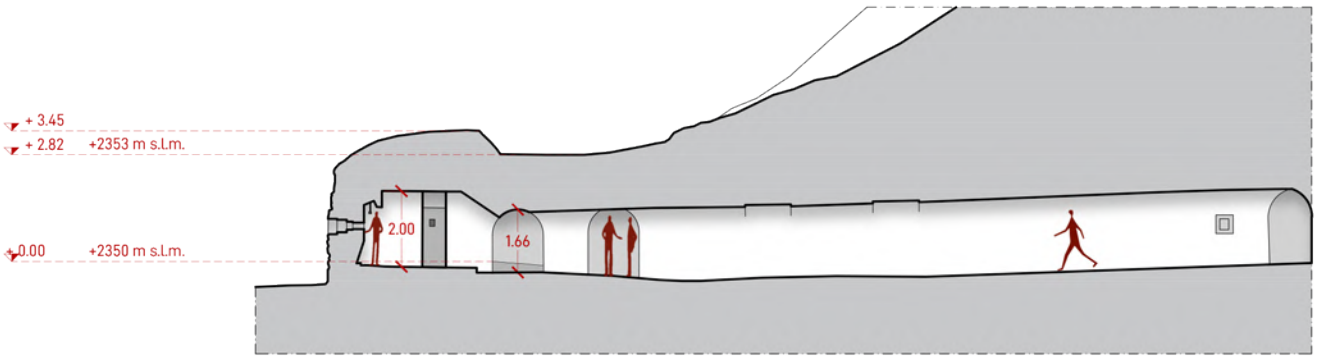


Sezione D - D'

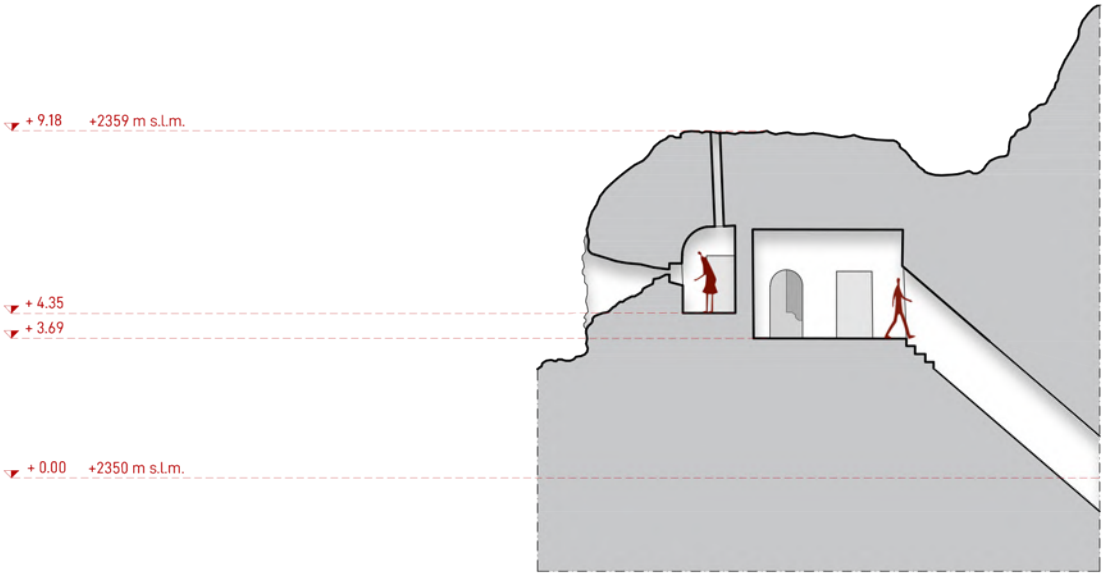


Prospetto Nord
Scala 1:200

0 2,5 5 m



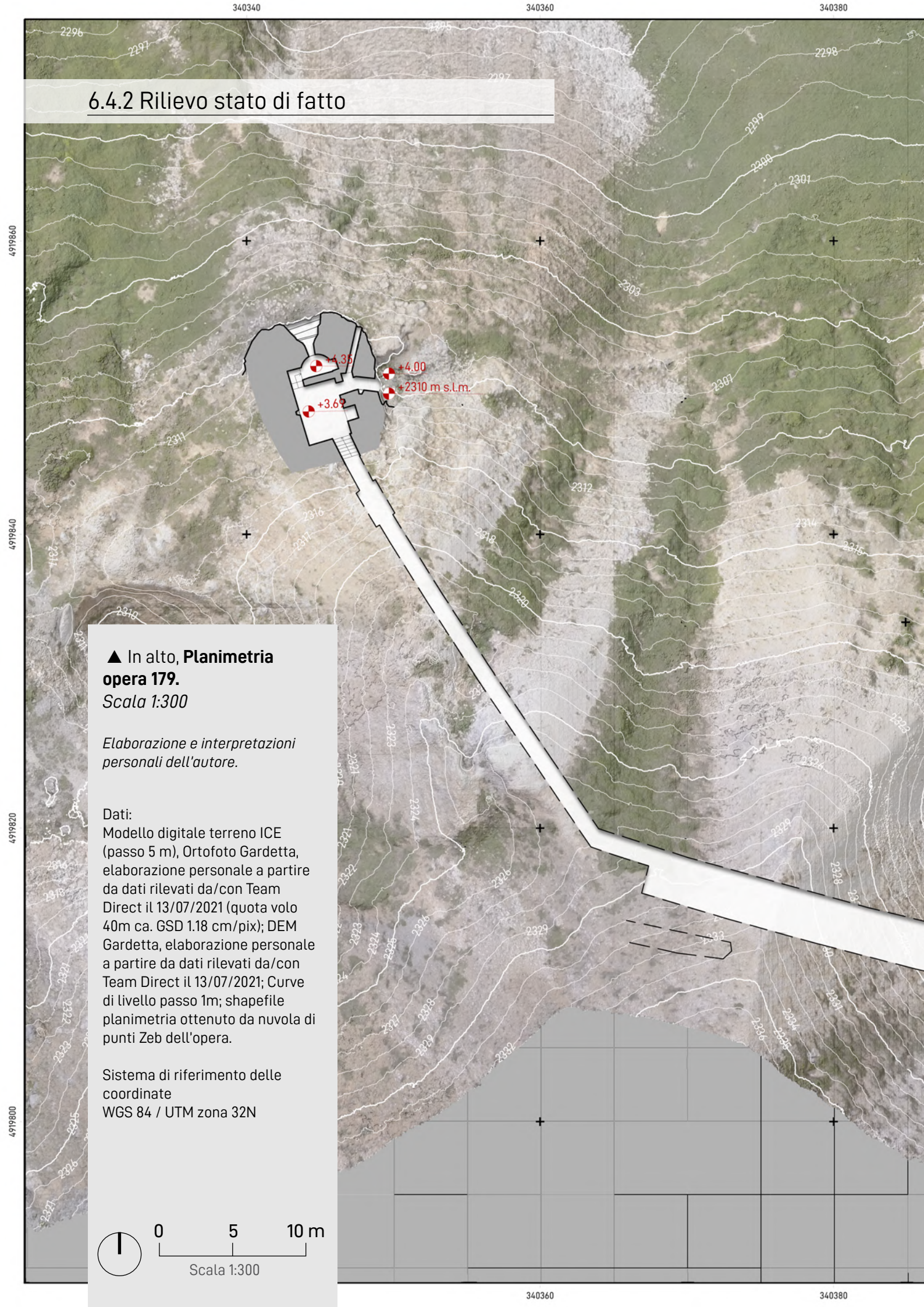
Sezione A - A'



Sezione C - C'



6.4.2 Rilievo stato di fatto



▲ In alto, **Planimetria opera 179.**
Scala 1:300

Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

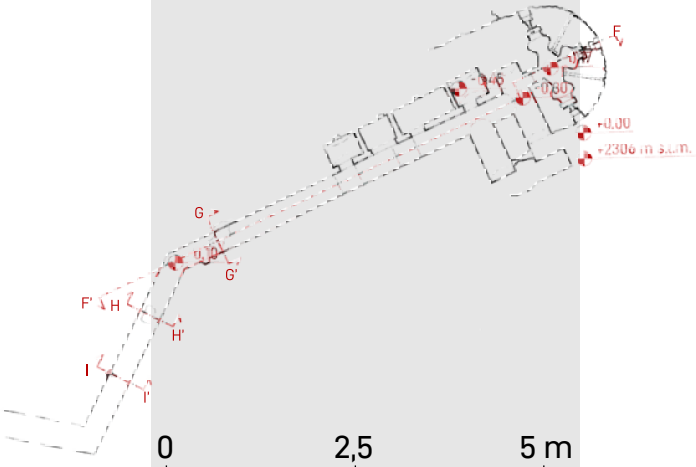

340400
340420
340440
4919860
4919840
4919820
4919800
-0.45
-0.30
+0.00
+2306 m s.l.m.
-0.10
F
F'
G
G'
H
H'
I
I'

▶ A destra, **Sezioni galleria opera 179.**
Scala 1:100

▼ In basso, **Sezioni galleria opera 179.**
Scala 1:100

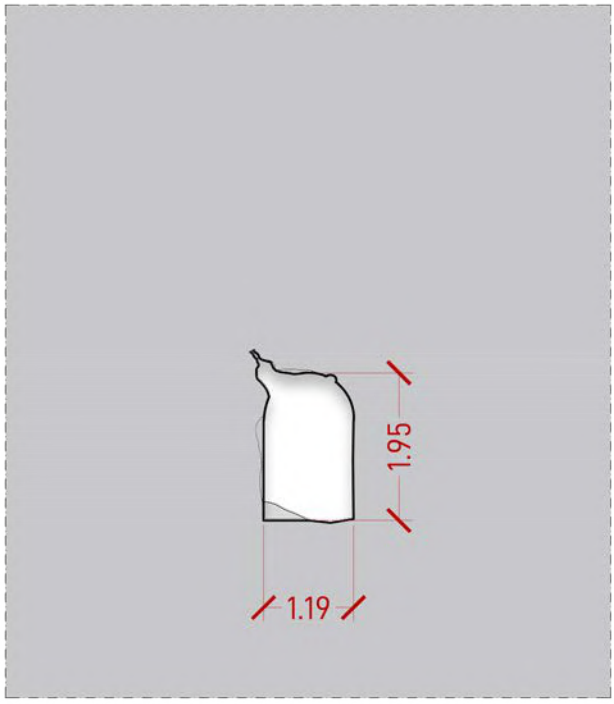
Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

Navigatore sezioni

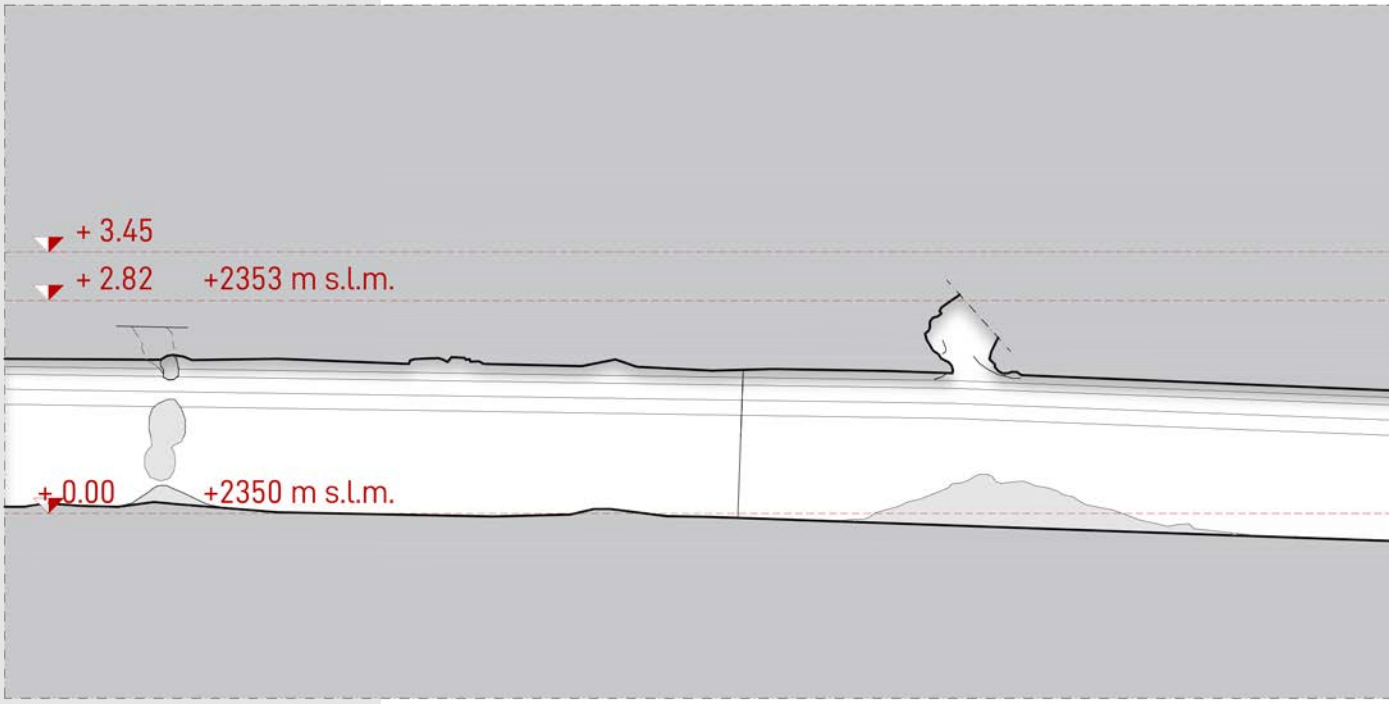


0 2,5 5 m

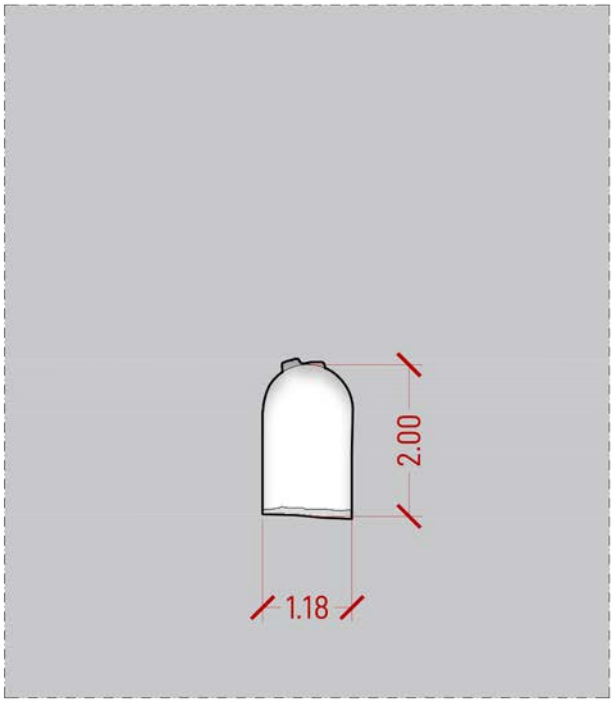
Scala 1:100



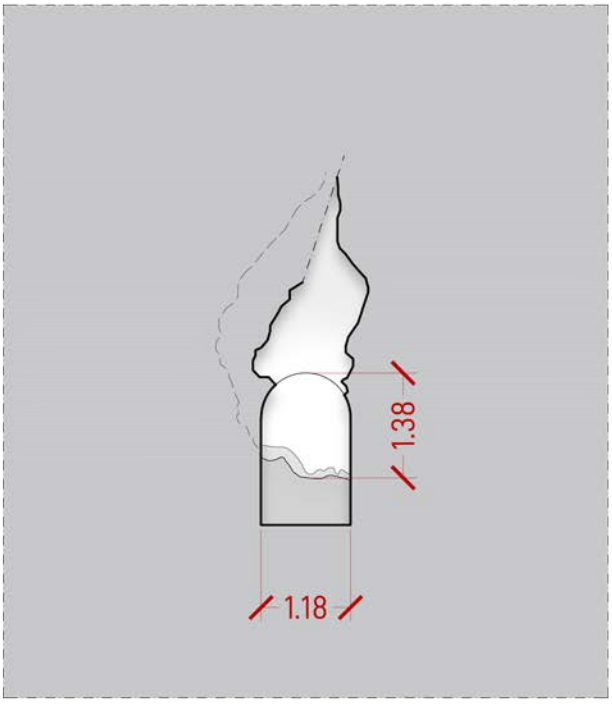
Sezione G - G'



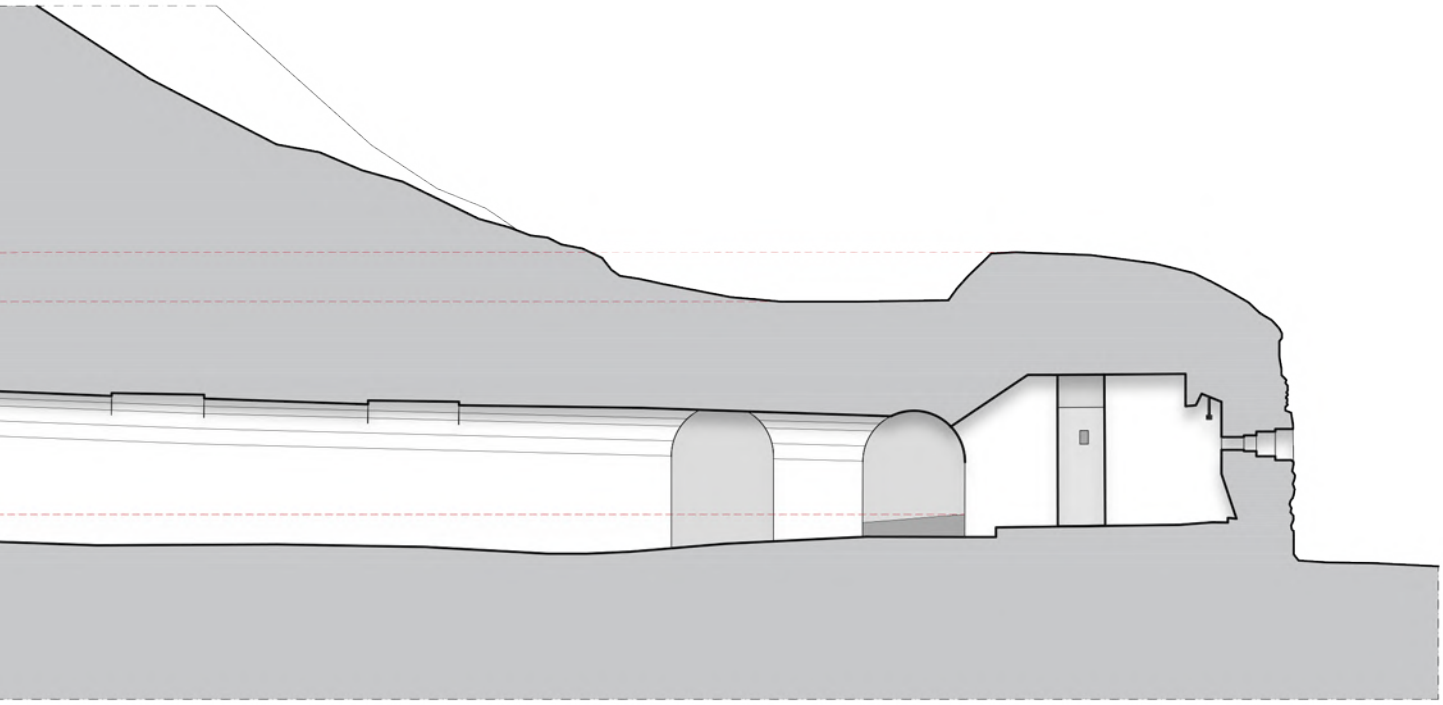
Sezione F - F'



Sezione H - H'



Sezione H - H'

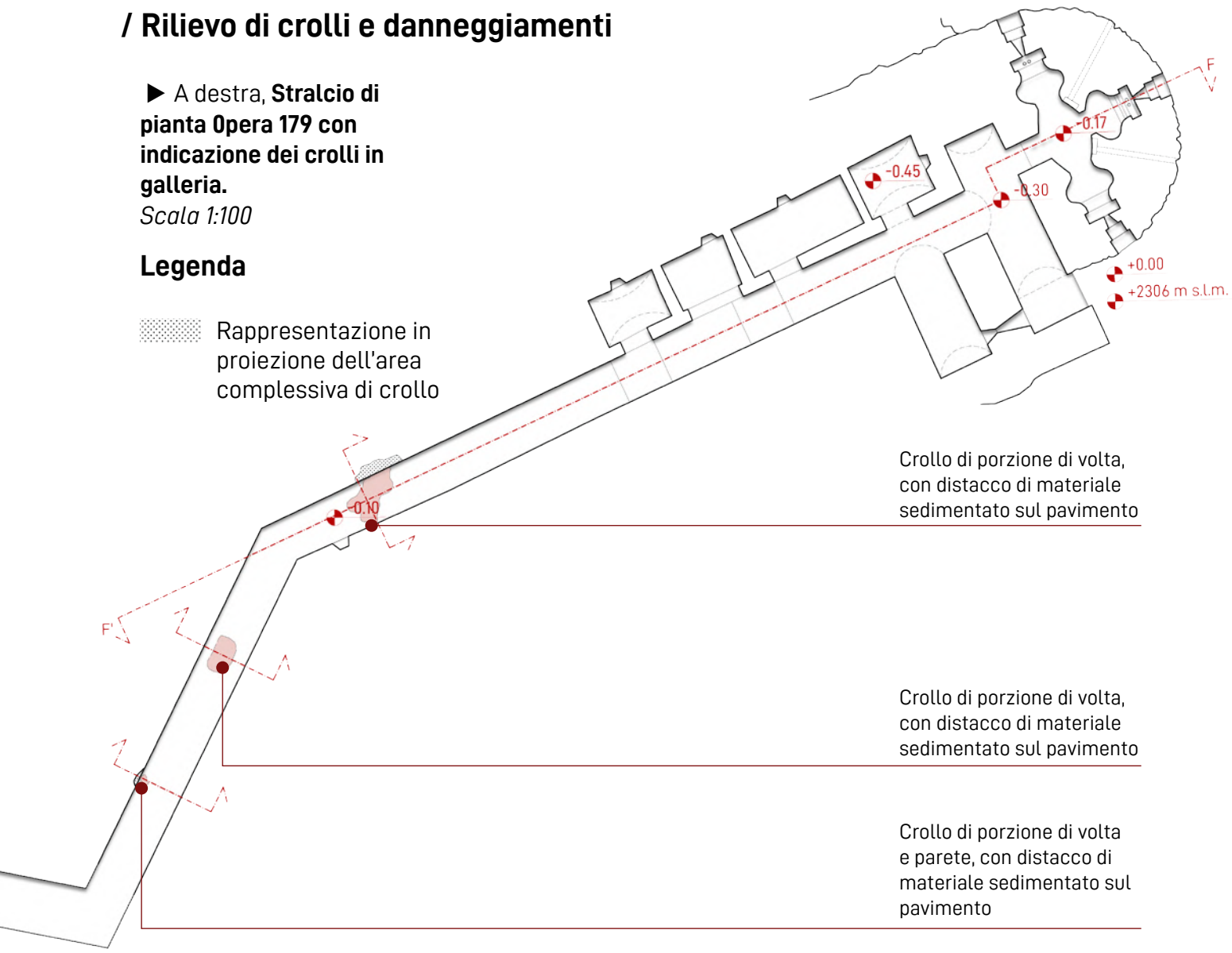


/ Rilievo di crolli e danneggiamenti

▶ A destra, **Stralcio di pianta Opera 179 con indicazione dei crolli in galleria.**
Scala 1:100

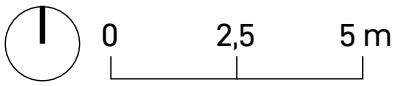
Legenda

Rappresentazione in proiezione dell'area complessiva di crollo



Come si evince dagli stralci di planimetria e dalle sezioni riportate in queste pagine, l'opera in analisi ha subito una serie di crolli e distacchi nel corso degli anni durante i quali sia questa che le altre due hanno versato in totale stato di abbandono.

Si tratta perlopiù di danneggiamenti delle strutture in calcestruzzo dovuti alla spinta del terreno circostante. Esse, infatti si sono in un primo momento fessurate e per poi distaccarsi dalla massa rocciosa, permettendo a terreno e detriti di crollare nelle gallerie dell'opera.
In generale, tuttavia, fratture e crepe sono visibili in buona parte degli ambienti interrati di quest'opera mentre quelli posizionati all'esterno versano in un buono stato di conservazione.
Tra gli ambienti, sicuramente quello che risulta più danneggiato è la camerata e le porzioni di corridoio ad essa adiacenti. In particolare, l'ingresso alla camerata di questa opera risulta completamente ostruito da un cumulo di rocce



▼ In basso,
Schematizzazione dei crolli; stralcio di pianta e sezioni.

Legenda

Porzione di parete o volta in calcestruzzo crollate

Calcestruzzo crollato al suolo



Sez. G - G'

Crollo di porzione della volta e accumulo di materiale nella galleria

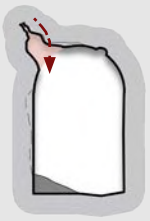
Sezione H - H'

Crollo di porzione della volta e accumulo di materiale nella galleria

e detriti tali da bloccarne l'accesso. Vale lo stesso anche per la galleria posta nei pressi del malloppo in quanto neppure da quel lato è possibile accedere ai locali più interrati dell'opera.

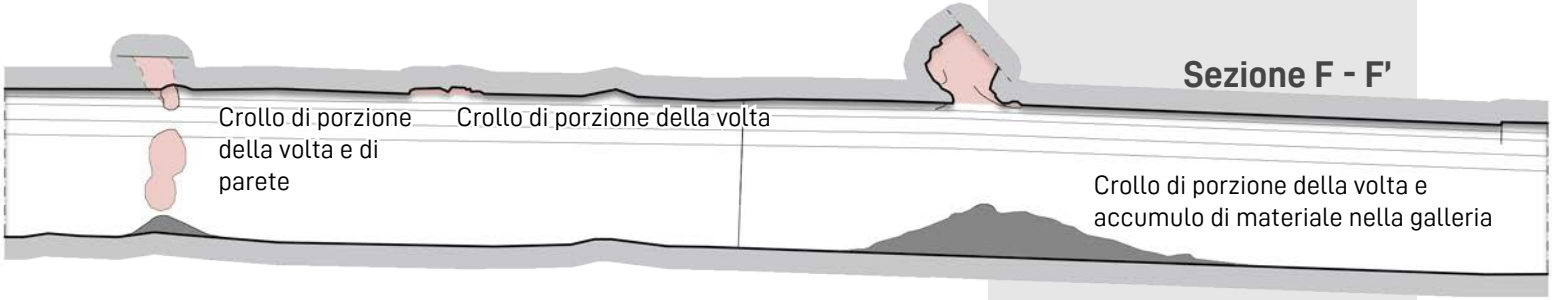
Non potendo accedere alla camerata, inoltre, non è stato possibile verificare l'eventuale presenza del cunicolo interrotto in fase di scavo che avrebbe dovuto condurre all'osservatorio (mai realizzato).

Sezione I - I'



Crollo di porzione della volta e accumulo di materiale nella galleria

Sezione F - F'



6.5 Opera 180

Settore	III° - Stura di Demonte
Sottosettore	III/B - Alta Stura
Gruppo di capisaldi	VIII° Gruppo - Regione Mulo
Caposaldo	24° Gardetta - Oserot
Località	Passo della Gardetta
Tipologia di opera	Opera 15.000 (ibrida)
Presidio	33 uomini
Periodo costruzione	1938-1942
Tipologia di armamento e dotazione generale	• 2 mitragliatrici Fiat 14/35 in casamatta con 2 piastre piana di protezione; • 1 pezzo anticarro da 47/32 in casamatta; • 3 fucili mitragliatori Breda 30 in caponiera; • 1 fucile mitragliatore Breda 30 in cunicolo armato; • 1 fotofonica.
Note e stato dell'opera	L'opera non è stata dotata né di tramezzi né di impianti tecnici e/o armi. Al 15/07/2021 il corridoio dell'opera è stato danneggiato in più punti dalle spinte del terreno e non è possibile raggiungere la camerata; la caponiera è inaccessibile sia dall'interno che dall'esterno.

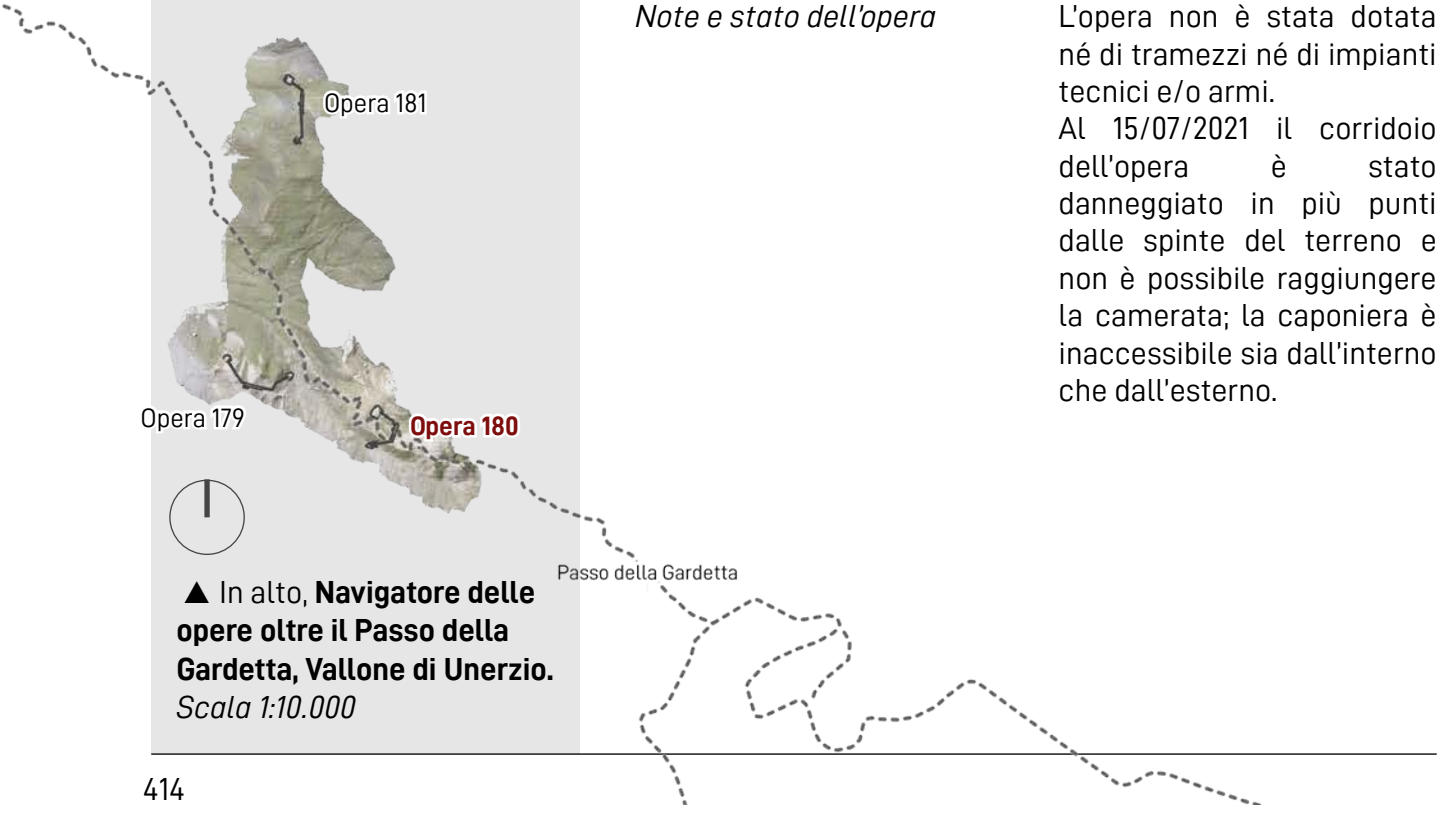
▶ A destra, **1 | Vista complessiva dell'opera 180.**
Fonte: Archivio del Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

2 | Vista sul vallone, da casamatta per pezzo anticarro.
Foto: Valentina Santoro

3 | Ingresso e corridoio del malloppo.

4 | Crollo parziale del corridoio, tra malloppo e caponiera.

5 | Interno caponiera, postazione per fucile mitragliatore.
Fonte: Archivio del Primo Reparto Infrastrutture - Torino.



▲ In alto, **Navigatore delle opere oltre il Passo della Gardetta, Vallone di Unerzio.**
Scala 1:10.000


1


2


3


4


5


6.5.1 Ricostruzione planimetria dello stato originario dell'opera antecedente ai crolli
340520
340540
340560
4919800
4919780
4919760
4919740
4919720
A
A'
B
B'
C
C'
D
D'
+0.81
+0.73
+0.00
+0.65
+0.00
-2.67
+0.00
+2356 m s.l.m.
+2346 m s.l.m.
0
5
10 m
Scala 1:300

◀ A sinistra, **Planimetria opera 180.**
Scala 1:300

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

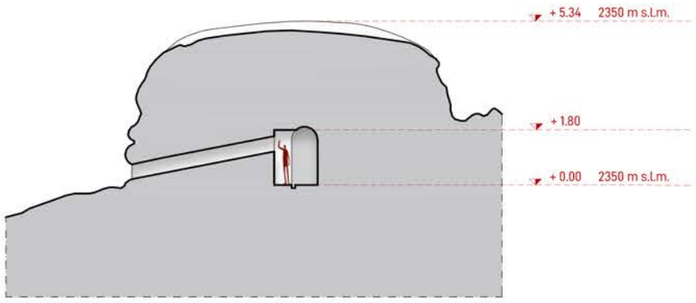
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

▶ A destra, **Prospetto e sezioni opera 180.**
Scala 1:200

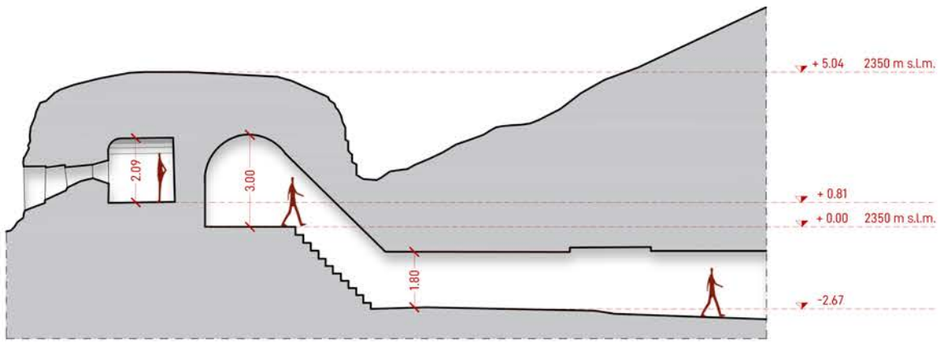
Legenda

—— Porzione rilevata tramite nuvola di punti
– – Porzione ipotizzata da rilievo 1994 - D. Bagnaschino

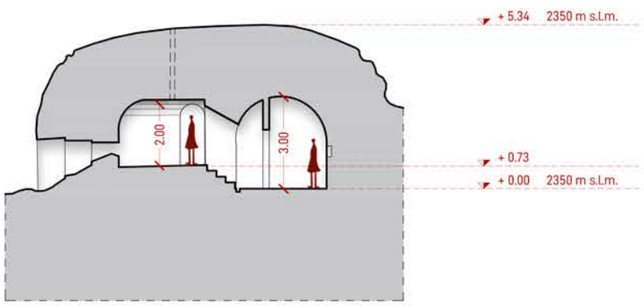
① Postazione per mitragliatrice
② Postazione per cannone
③ Apparato fotofonico
④ Riservetta
⑤ Materiali
⑥ Munizioni
⑦ Locale antigas (tra due porte stagne)
⑧ Camerata
⑨ Ventilazione
⑩ Gruppo elettrogeno
⑪ Caponiera d'ingresso
⑫ Cucina
⑬ Latrina
⑭ Munizioni
⑮ Caponiera



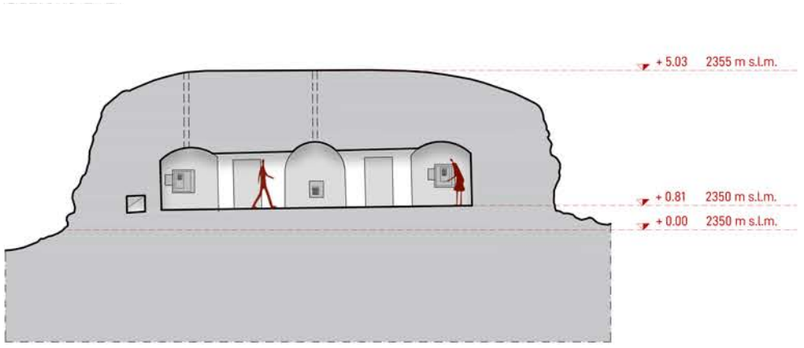
Sezione D - D'



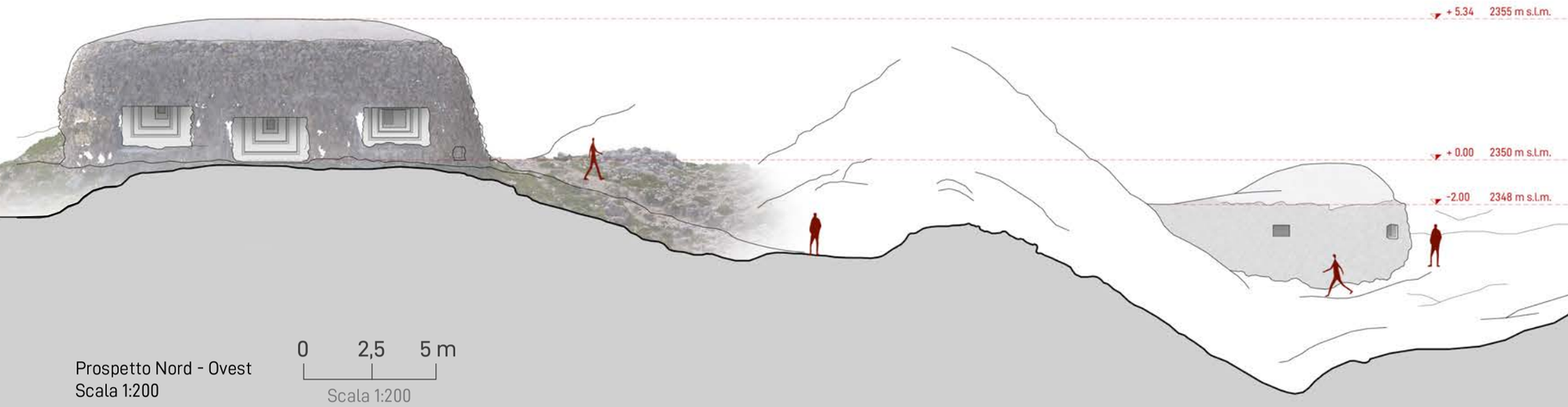
Sezione B - B'



Sezione A - A'



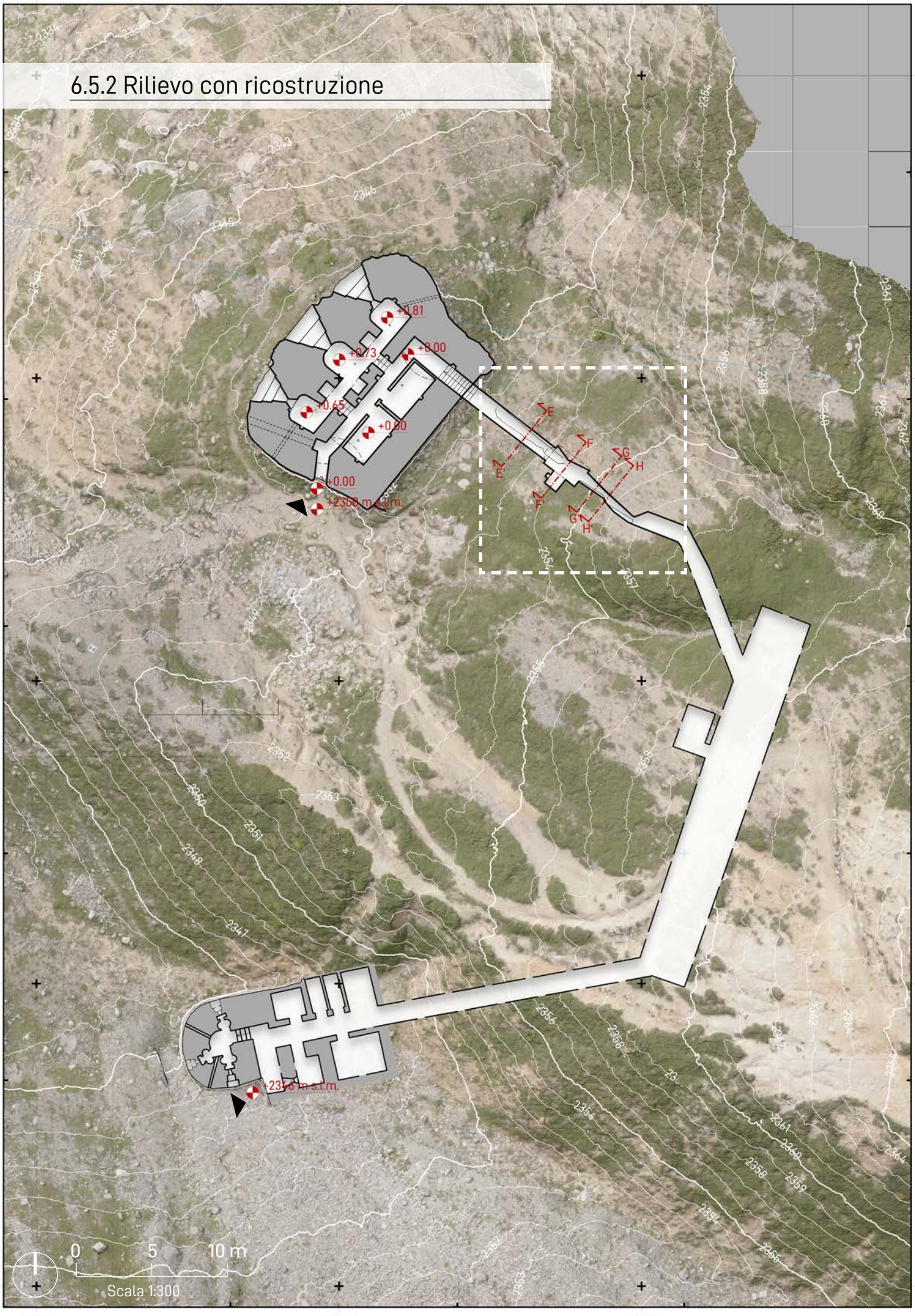
Sezione C - C'

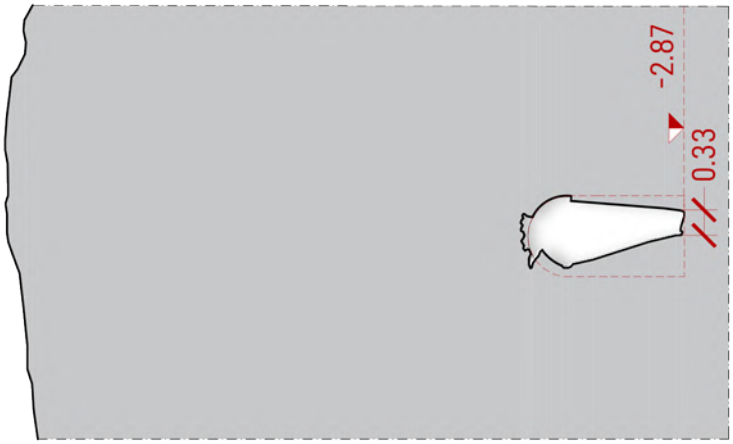


Prospetto Nord - Ovest
Scala 1:200

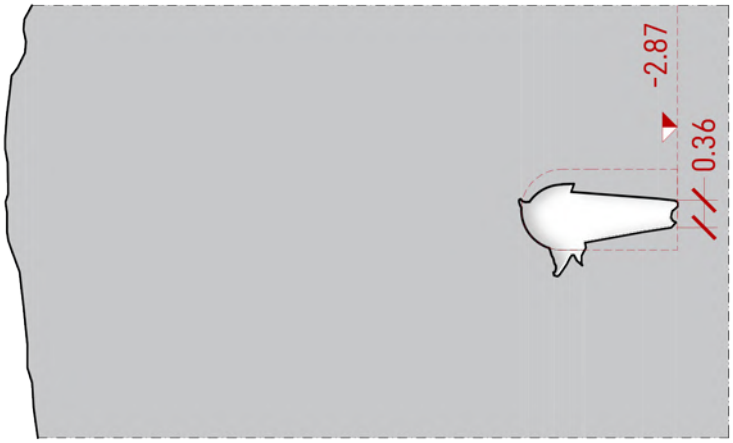
0 2,5 5 m
Scala 1:200

6.5.2 Rilievo con ricostruzione

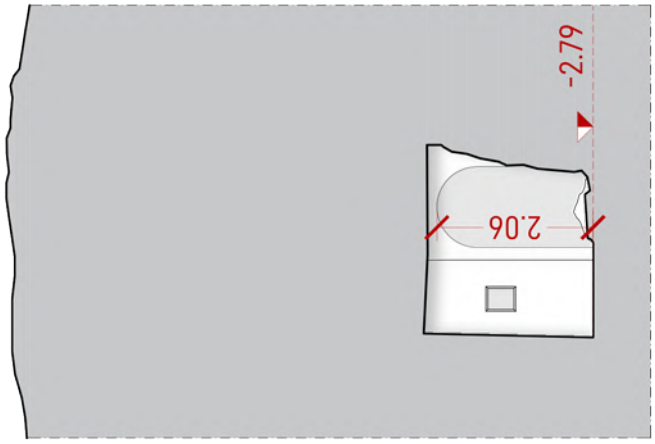




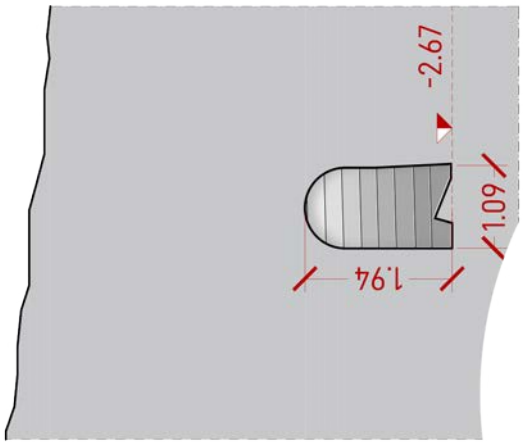
Sezione G - G'



Sezione F - F'



Sezione E - E'



Sezione E - E'

◀ A sinistra, **Planimetria stato di fatto opera 180 con segnalazione porzioni crollate.**
Scala 1:300

Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

◀ A sinistra, **Sezioni del corridoio di collegamento.**
Scala 1:100

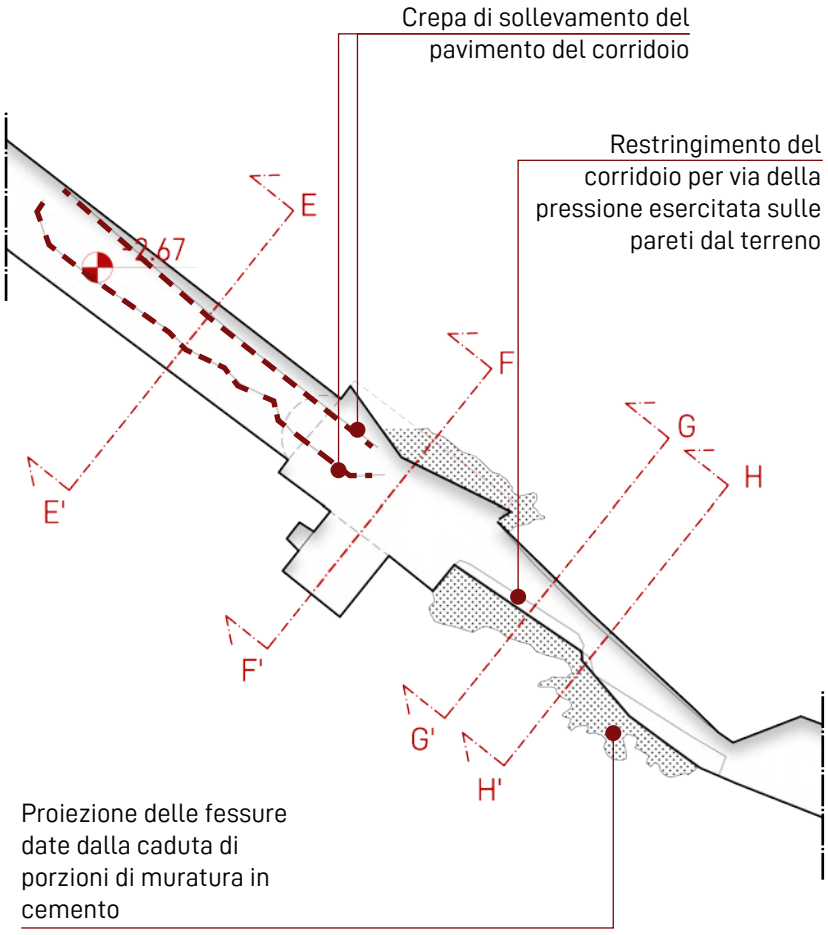
0 2,5 5 m
Scala 1:100

/ Rilievo di crolli e danneggiamenti

▶ A destra, **Stralcio di pianta Opera 180 con indicazione dei crolli in galleria.**
Scala 1:100

Legenda

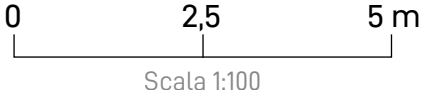
Rappresentazione in proiezione dell'area complessiva di crollo



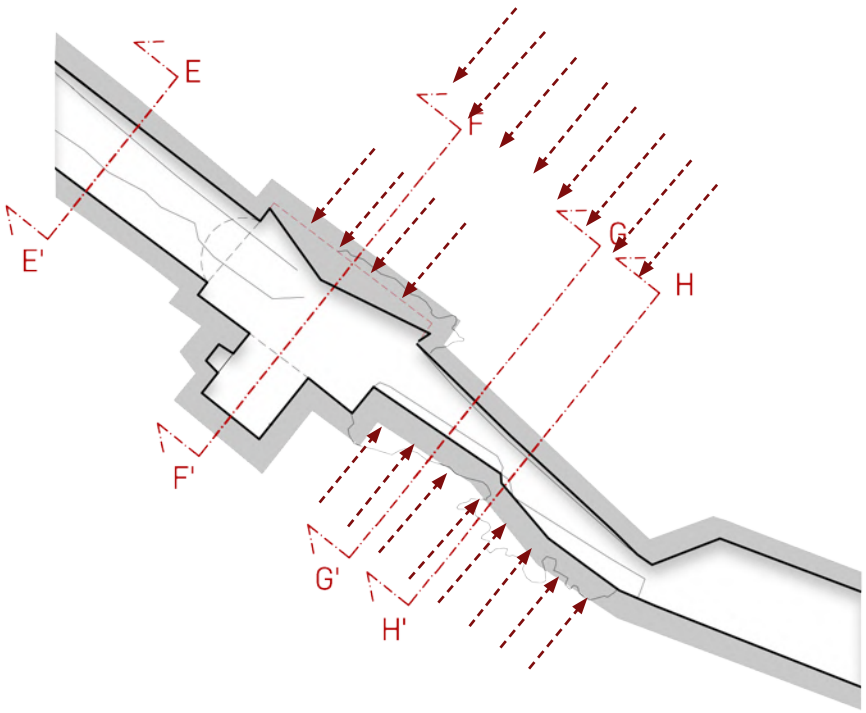
Delle tre opere visitate, la 180 è probabilmente quella che ha riportato danni più estesi. Non è, infatti, stato possibile accedere alla totalità degli ambienti ma solo al malloppo e a una porzione ridotta di galleria interrata e questo, come si è già visto, ha fatto sì che si potesse mappare solo una parte dell'opera.

Da ciò che è stato possibile vedere, però, sicuramente la caponiera è stata oggetto di diversi crolli e distacchi, uno dei quali ha completamente occluso l'ingresso che, per questo, risultava ostruito e inaccessibile.

Percorrendo, invece, la galleria che avrebbe dovuto mettere in collegamento il malloppo con la camerata, sin dall'imbocco, è stato possibile osservare una serie di danneggiamenti che coinvolgevano pareti e pavimento. Le prime, infatti, sotto la spinta della roccia retrostante, si sono progressivamente avvicinate tra loro, causando un restringimento del passaggio. Oltre a ciò, è possibile riscontrare anche un sollevamento del pavimento che, sotto la forza di compressione esercitata dalle due strutture laterali, si è piegato, fratturato e infine sollevato.



▼ In basso,
Schematizzazione dei crolli; stralcio di pianta e sezioni.



Nonostante ciò, però, seppur con cautela, questa porzione di galleria è ancora accessibile a differenza di quella di poco successiva caratterizzata anch'essa da un restringimento del passaggio, dovuto alle stesse cause, e da una serie di crolli che hanno completamente sbarrato la galleria.

Nelle planimetrie e sezioni qui riportate sono rilevati e analizzati sinteticamente i distacchi e i danneggiamenti mappati nella porzione di corridoio ancora percorribile.

0 2,5 5 m
Scala 1:100

Schematizzazione dei crolli - sezioni

Sez. E - E'



Sollevamento del pavimento corridoio

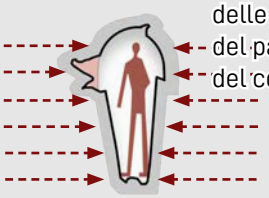
Sez. F - F'

Spanciamento della parete del locale antigas



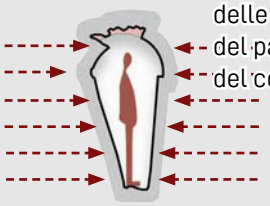
Sez. G - G'

Compressione delle pareti e del pavimento del corriodio



Sezione H - H'

Compressione delle pareti e del pavimento del corriodio



Legenda

Porzione di parete in calcestruzza espulsa a causa della pressiona a cui è sottoposta dalla spinta laterale del terreno.

06

6.6 Opera 181

▶ A destra, **1 | Vista complessiva dell'opera 180.**
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

2 | Vista sul vallone da casamatta per pezzo anticarro.
Fonte: Valentina Santoro.

3 | Crollo parziale del corridoio di collegamento tra malloppo e caponiera.

4 | Interno caponiera, postazione per fucile mitragliatore.
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

Settore	III° - Stura di Demonte
Sottosettore	III/B - Alta Stura
Gruppo di capisaldi	VIII° Gruppo - Regione Mulo
Caposaldo	24° Gardetta - Oserot
Località	Passo della Gardetta
Tipologia di opera	Opera 15.000 (ibrida)
Presidio	28 uomini
Periodo costruzione	1938-1942
Tipologia di armamento e dotazione generale	• 2 mitragliatrici Fiat 14/35 in casamatta con 2 piastre piana di protezione; • 3 fucili mitragliatori Breda 30 in caponiera; • 1 fucile mitragliatore Breda 30 in cunicolo armato; • 1 fotofonica.
Note e stato dell'opera	L'opera non è stata dotata né di tramezzi né di impianti tecnici e/o armi. Al 15/07/2021 l'opera risulta danneggiata in più punti dalle spinte del terreno e risulta l'unica accessibile, seppur sia sconsigliato.



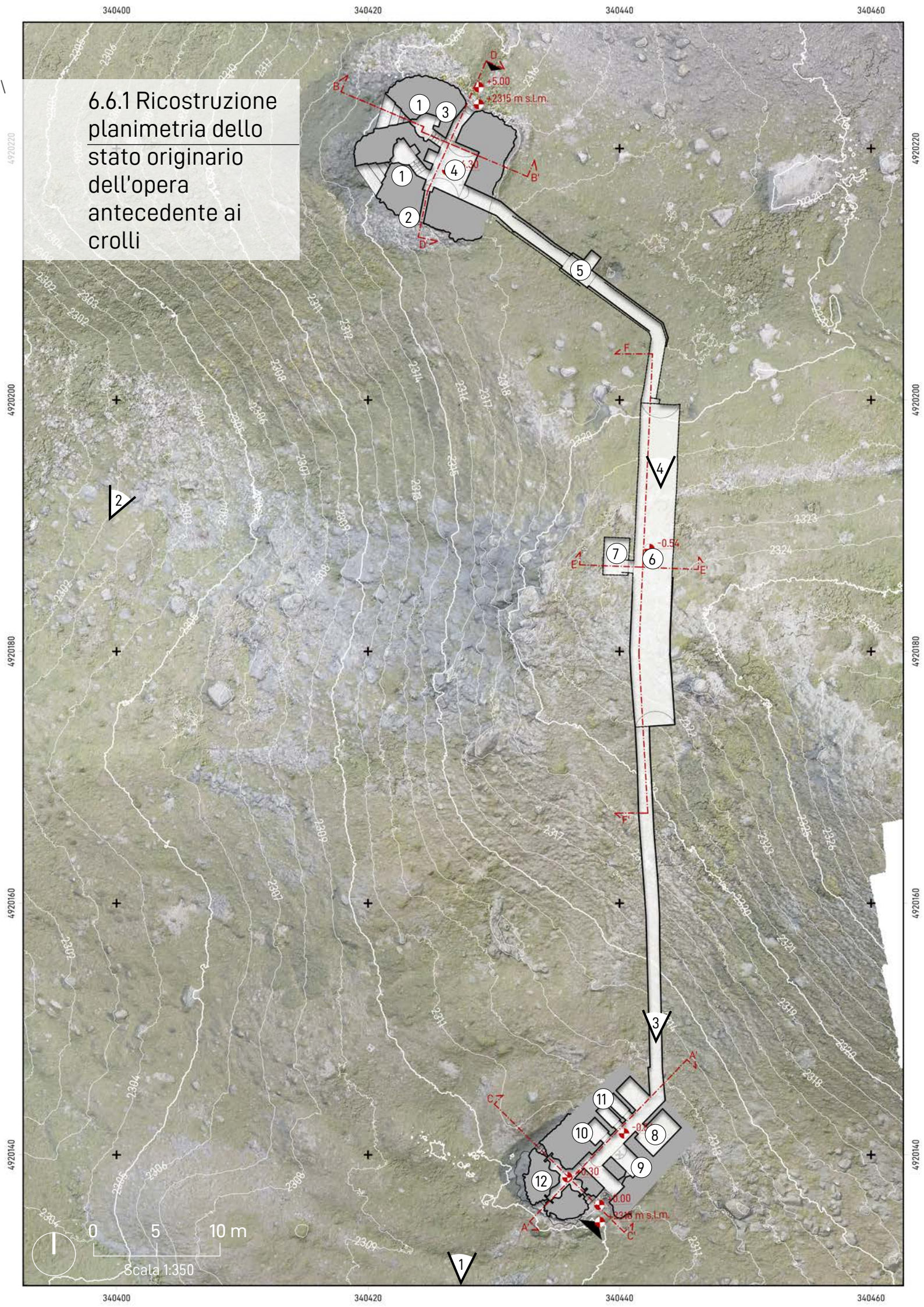
▲ In alto, **Navigatore delle opere oltre il Passo della Gardetta, Vallone di Unerzio.**
Scala 1:10.000


1


2


3


4


6.6.1 Ricostruzione planimetria dello stato originario dell'opera antecedente ai crolli
340400
340420
340440
340460
4920220
4920200
4920180
4920160
4920140
+5.00
+2315 m s.l.m.
-0.54
-0.30
0.00
+2316 m s.l.m.
0
5
10 m
Scala 1:350

◀ A sinistra, **Planimetria opera 181.**
Scala 1:350

Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

▶ A destra, **Prospetto opera 181.**
Scala 1:300

Legenda

— Porzione rilevata tramite nuvola di punti

1. Postazione per mitragliatrice
2. Apparato fotofonico
3. Riservetta
4. Munizioni

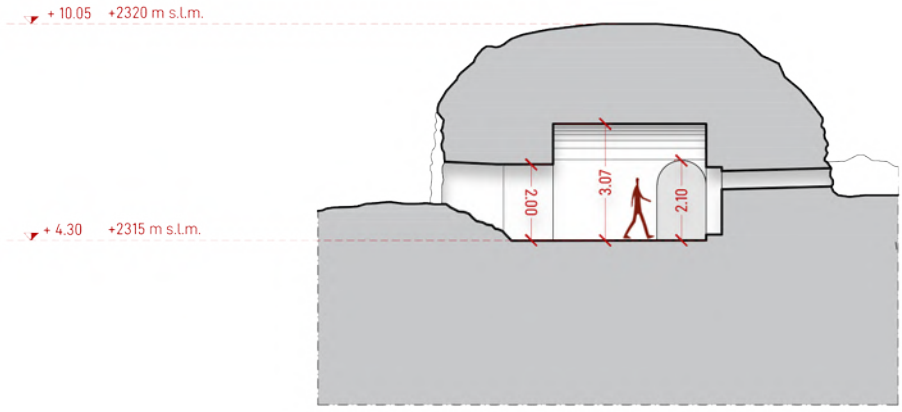
5. Locale antigas (tra due porte stagne)
6. Camerata
7. Ventilazione

8. Gruppo elettrogeno
9. Caponiera controllo ingresso
10. Cucina
11. Latrina
12. Caponiera con fucili mitragliatori

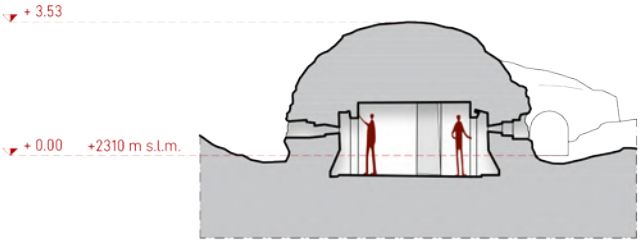


▶ A destra, **Sezioni opera 181.**
Scala 1:200

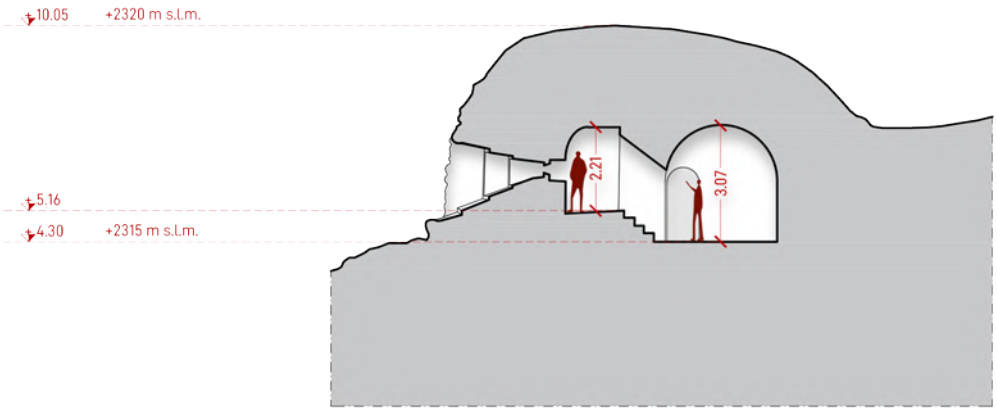
Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.



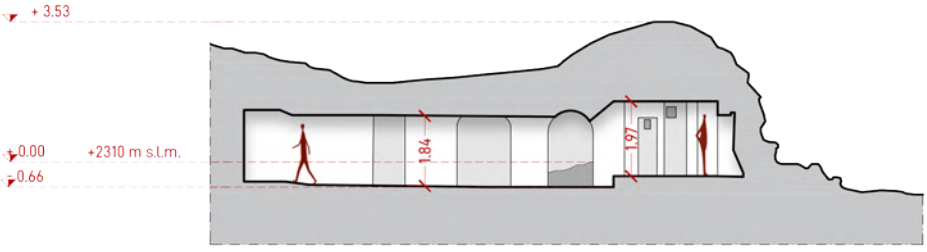
Sezione D - D'



Sezione C - C'

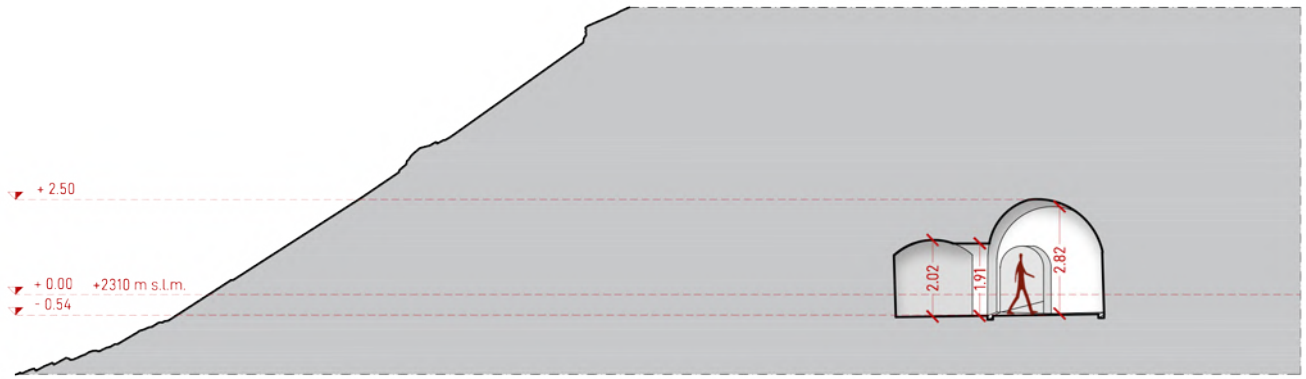


Sezione B - B'

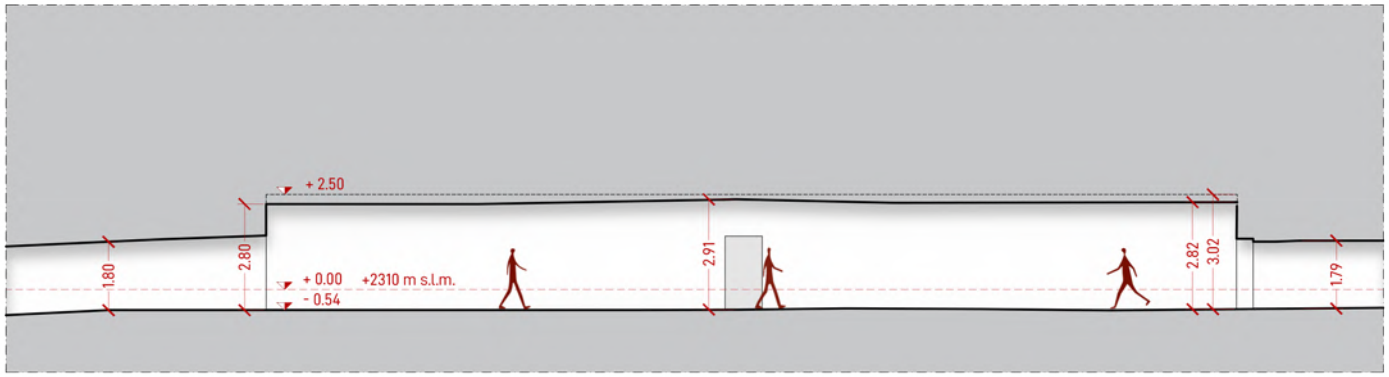


Sezione A - A'

0 2,5 5 m
Scala 1:200



Sezione E - E'

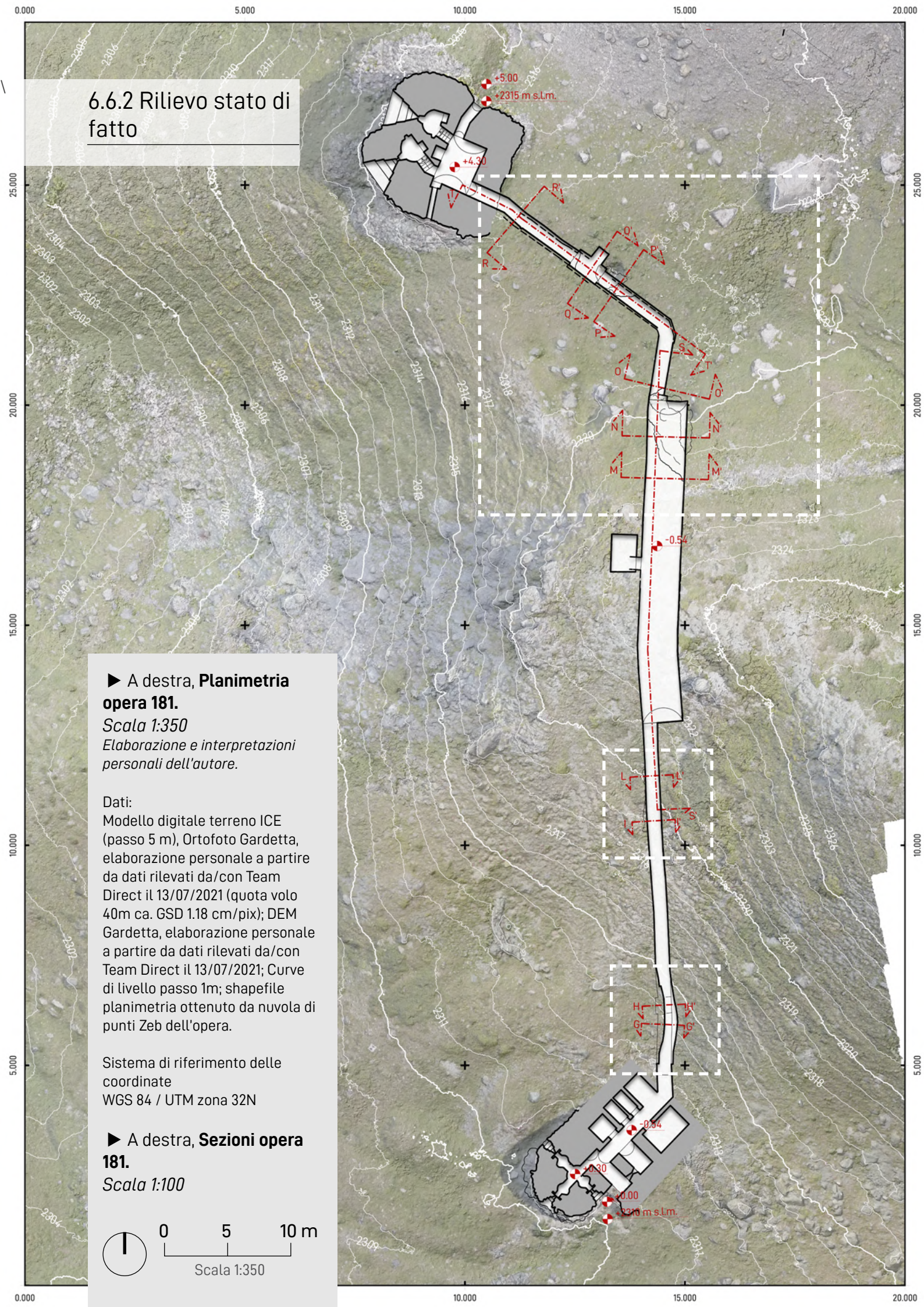


Sezione F - F'

0 2,5 5 m

Scala 1:200

6.6.2 Rilievo stato di fatto



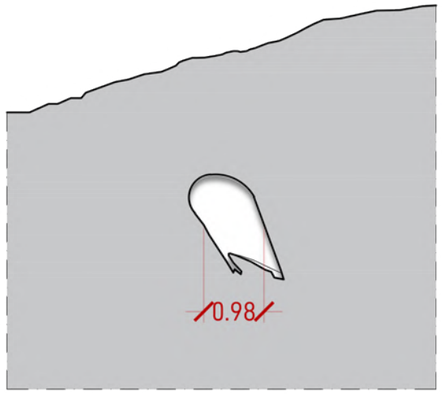
▶ A destra, **Planimetria opera 181.**
Scala 1:350
Elaborazione e interpretazioni personali dell'autore.

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti Zeb dell'opera.

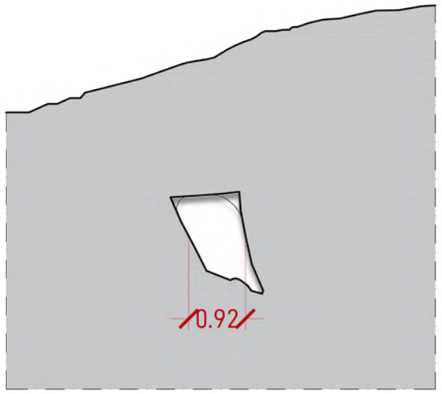
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

▶ A destra, **Sezioni opera 181.**
Scala 1:100

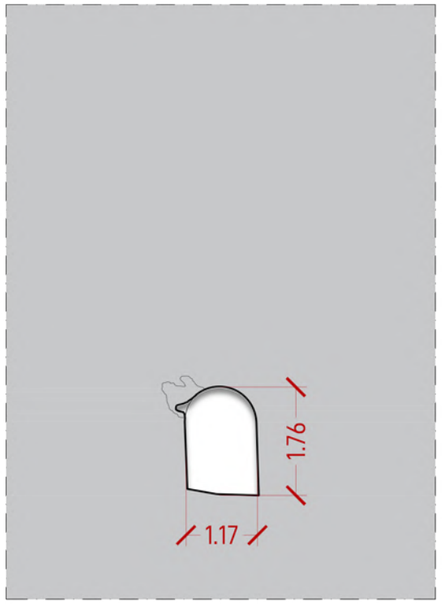
0 5 10 m
Scala 1:350



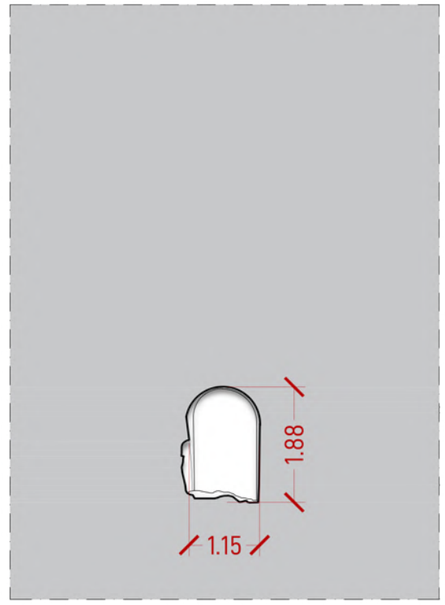
Sezione G - G'



Sezione H - H'

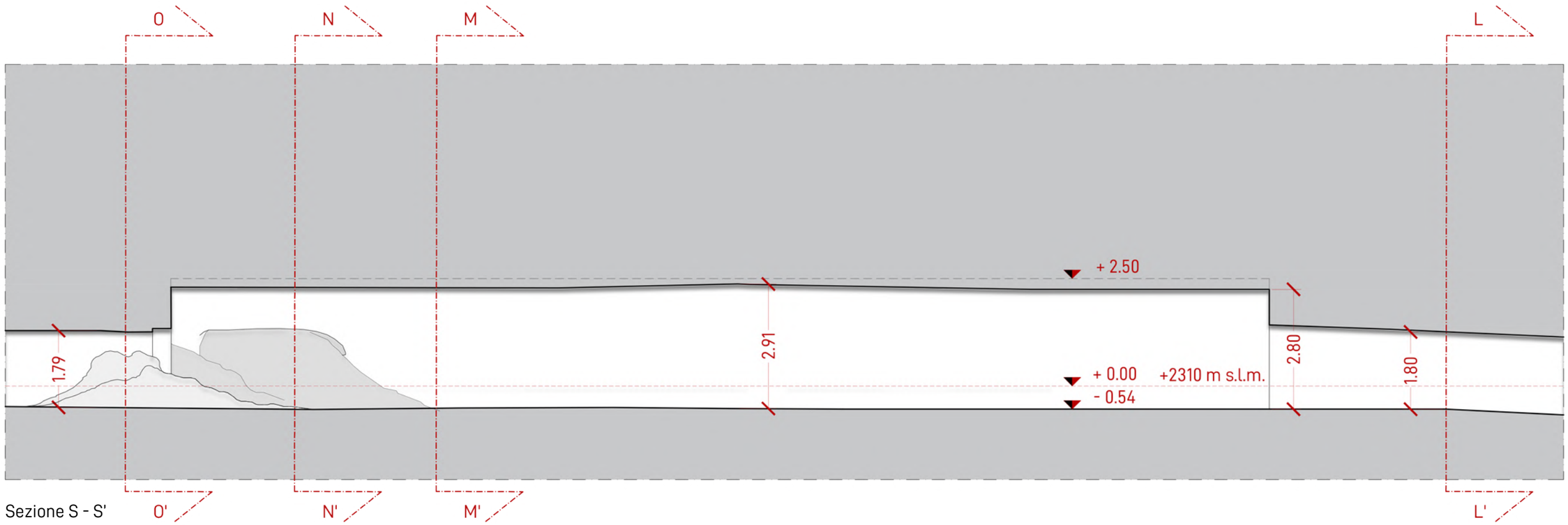


Sezione I - I'

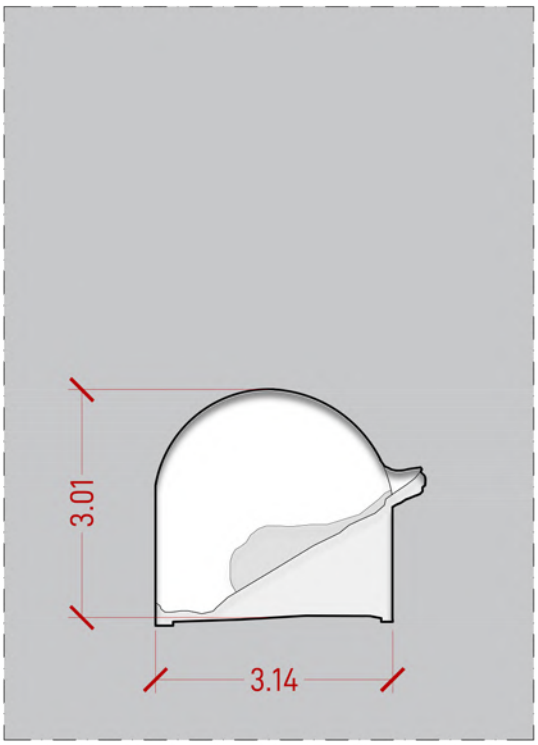


Sezione L - L'

0 2,5 5 m



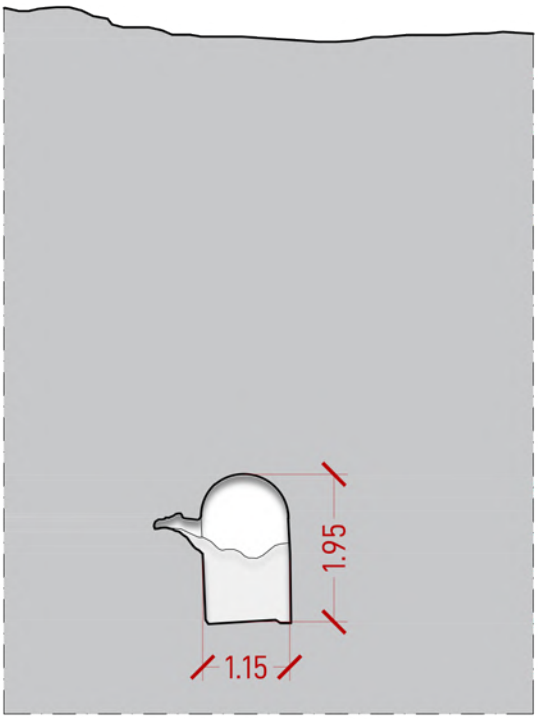
Sezione S - S'



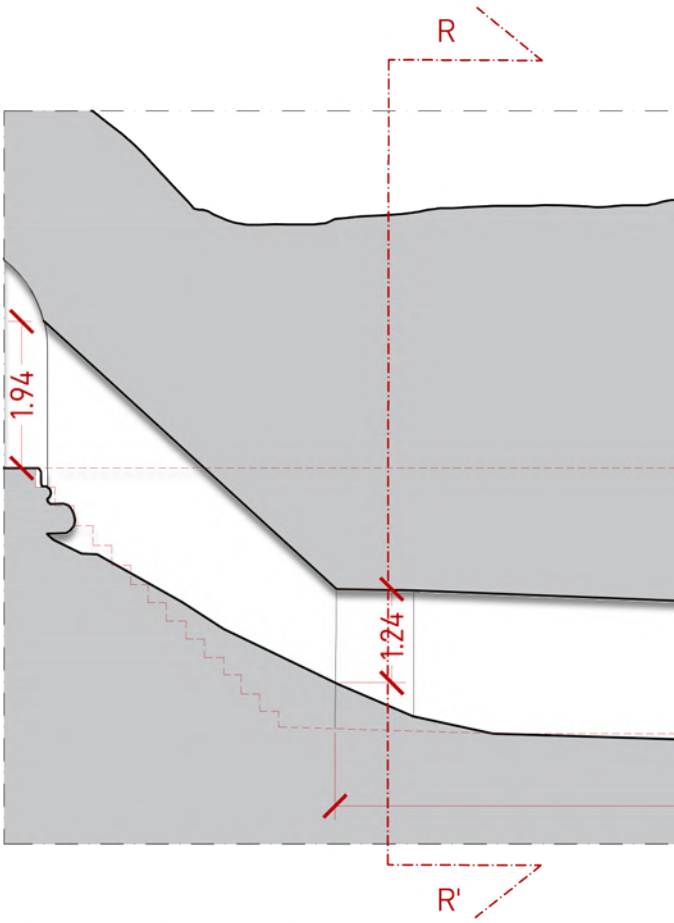
Sezione M - M'

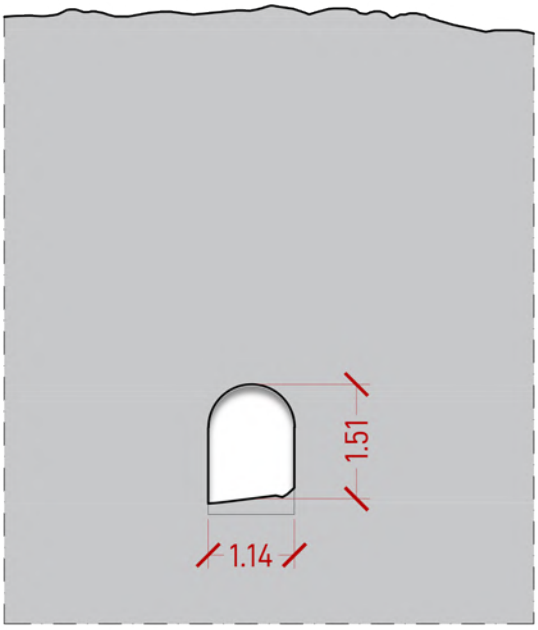


Sezione N - N'

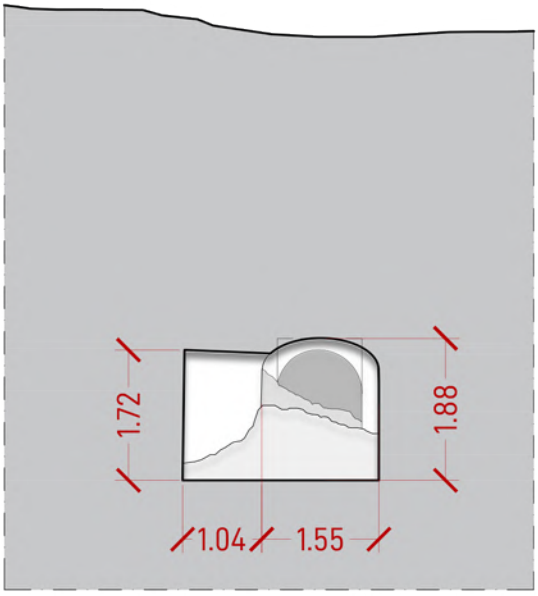


Sezione Q - Q'



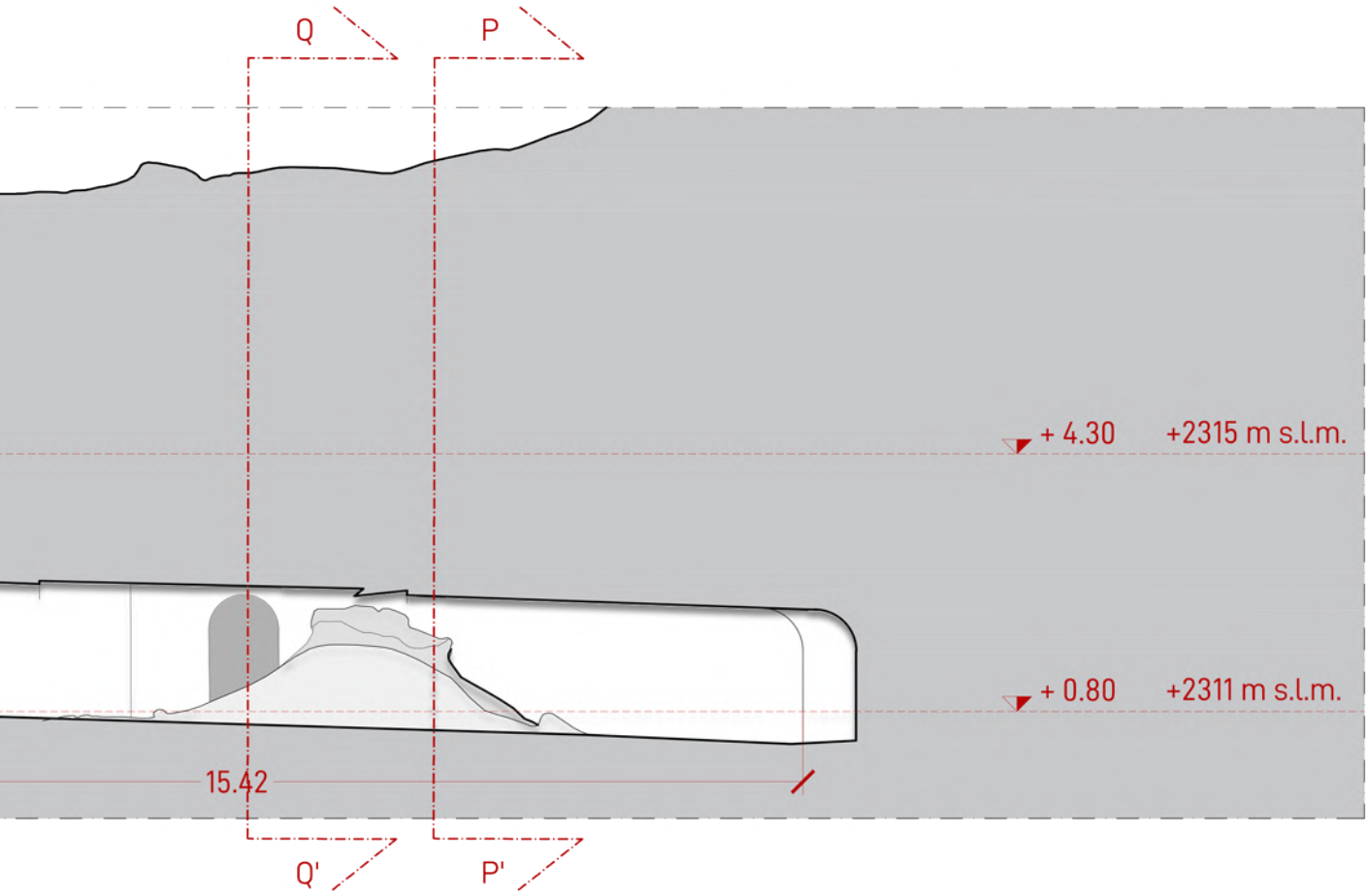


Sezione O - O'



Sezione P - P'

0 2,5 5 m

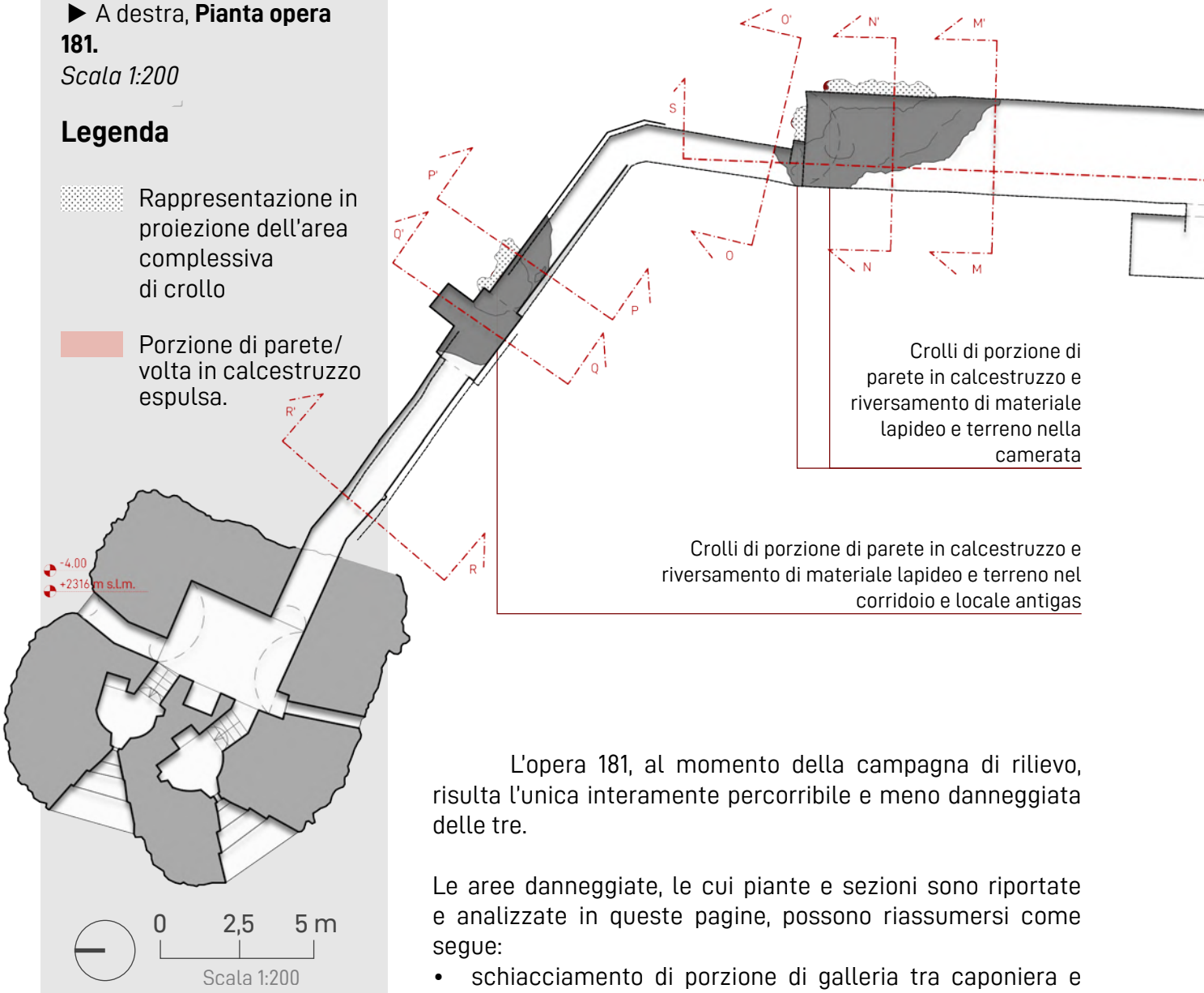


▶ A destra, **Pianta opera 181.**
Scala 1:200

Legenda

Rappresentazione in proiezione dell'area complessiva di crollo

Porzione di parete/ volta in calcestruzzo espulsa.



0 2,5 5 m
Scala 1:200

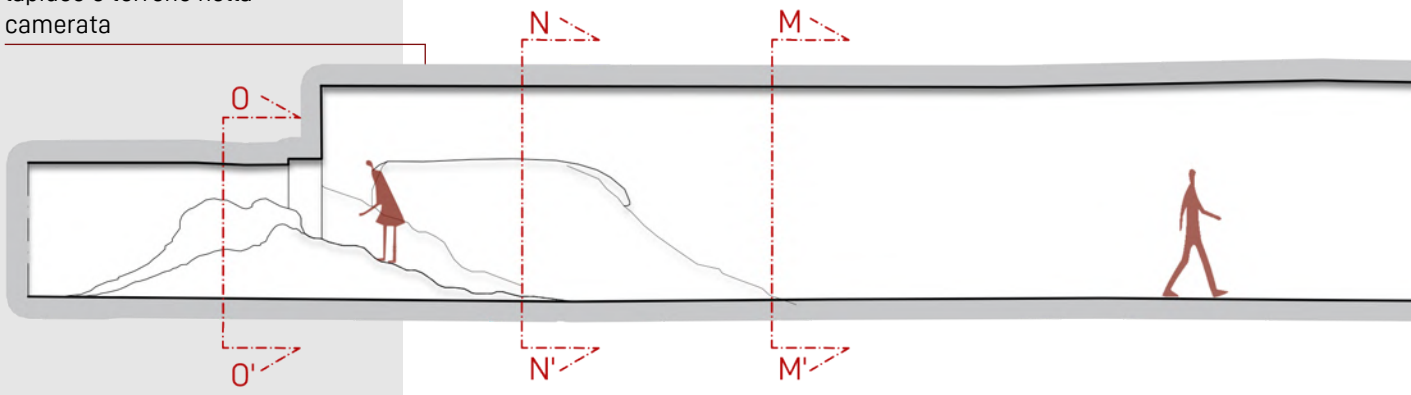
L'opera 181, al momento della campagna di rilievo, risulta l'unica interamente percorribile e meno danneggiata delle tre.

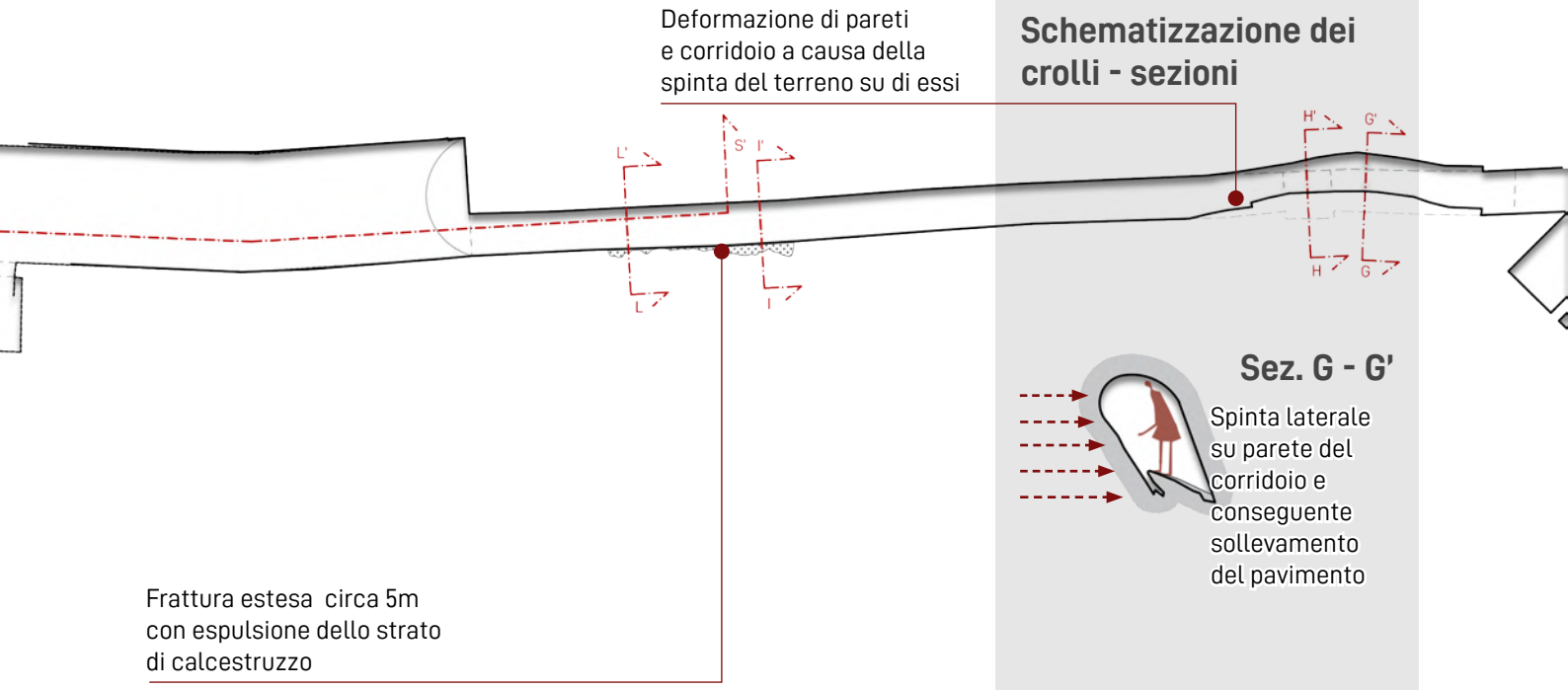
Le aree danneggiate, le cui piante e sezioni sono riportate e analizzate in queste pagine, possono riassumersi come segue:

- schiacciamento di porzione di galleria tra caponiera e camerata;
- distacco e crollo nell'angolo nord della camerata e poco oltre, nella galleria;
- crolli e distacchi generali nel locale antigas tra malloppo e camerata.

Anche in questo caso, si tratta di danneggiamenti derivati

▶ A destra, **Sezioni opera 181.**
Scala 1:100

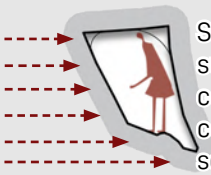




Schematizzazione dei crolli - sezioni

Sez. G - G'

Spinta laterale su parete del corridoio e conseguente sollevamento del pavimento



Sez. H - H'

Spinta laterale su parete del corridoio e conseguente sollevamento del pavimento

dalla spinta del terreno contro le strutture in calcestruzzo che, anche a causa della mancanza di un'appropriata armatura, non hanno retto tale sforzo.

In generale, comunque, una serie di crepe, fratture e minimi distacchi sono presenti in quasi tutti gli ambienti interrati mentre quelli fuori terra versano in buono stato di conservazione.

Lungo le scale di collegamento tra il malloppo e il locale antigas (sezione R - R'), inoltre, è stata notata la quasi totale assenza dei gradini. Essi, probabilmente, sono stati ricoperti dai detriti soprastanti oppure, ipotesi più verosimile viste le condizioni, hanno subito dei danneggiamenti tali da essere andati distruitti.



Sez. I - I'

Distacco di porzione di calcestruzzo della parete del corridoio

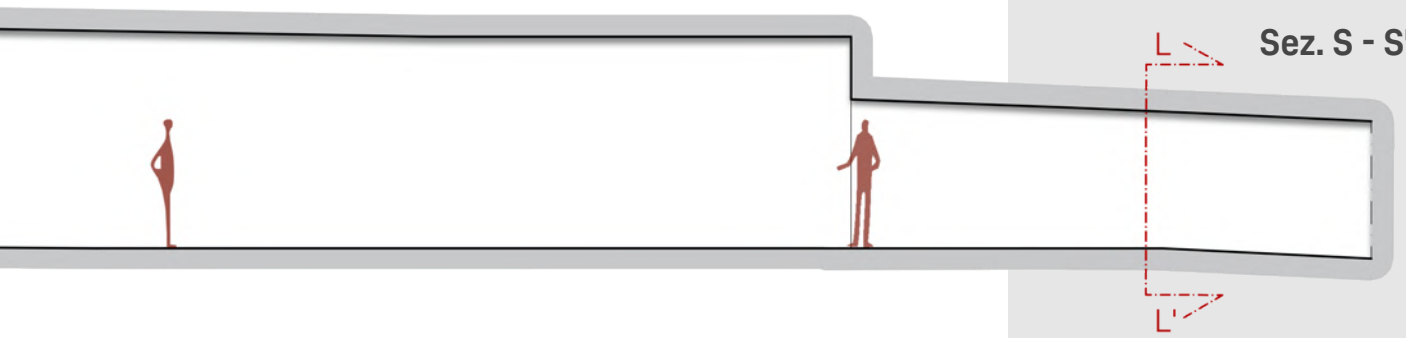
Sez. L - L'



Distacco di porzione di calcestruzzo della volta a botte del corridoio

0 2,5 5 m

Scala 1:100



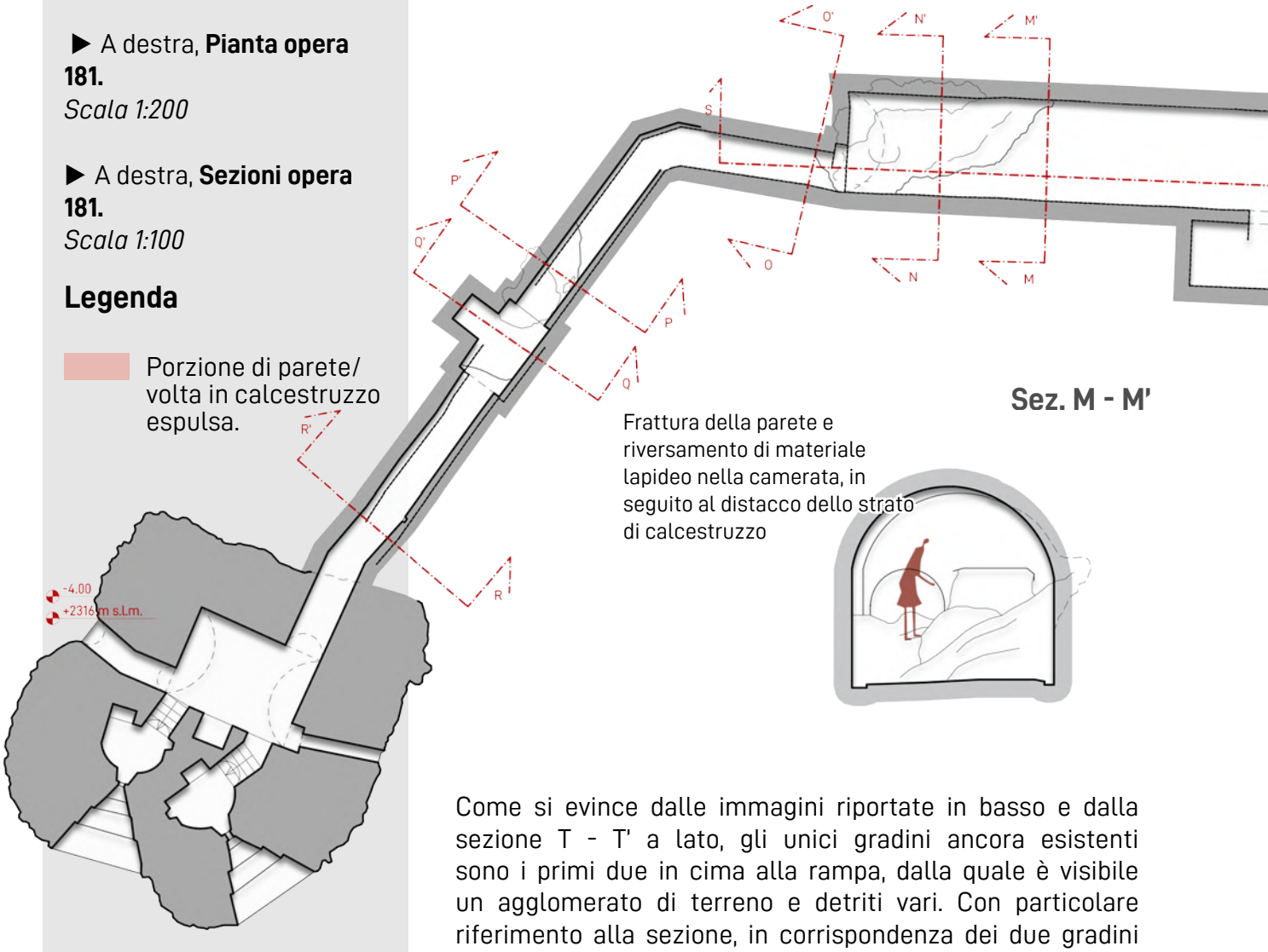
Sez. S - S'

▶ A destra, **Pianta opera 181.**
Scala 1:200

▶ A destra, **Sezioni opera 181.**
Scala 1:100

Legenda

Porzione di parete/ volta in calcestruzzo espulsa.



Sez. M - M'

Frattura della parete e riversamento di materiale lapideo nella camerata, in seguito al distacco dello strato di calcestruzzo

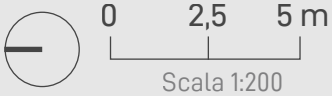
Come si evince dalle immagini riportate in basso e dalla sezione T - T' a lato, gli unici gradini ancora esistenti sono i primi due in cima alla rampa, dalla quale è visibile un agglomerato di terreno e detriti vari. Con particolare riferimento alla sezione, in corrispondenza dei due gradini si denota un certo dislivello rispetto alla porzione adiacente ma troppo elevato perché si tratti un gradino. Parrebbe quindi sensata l'ipotesi che la rampa di trovi sotto ai detriti.

▶ A destra,**Vista di porzione della rampa di scale all'imbocco della galleria tra malloppo e locale antigas.**

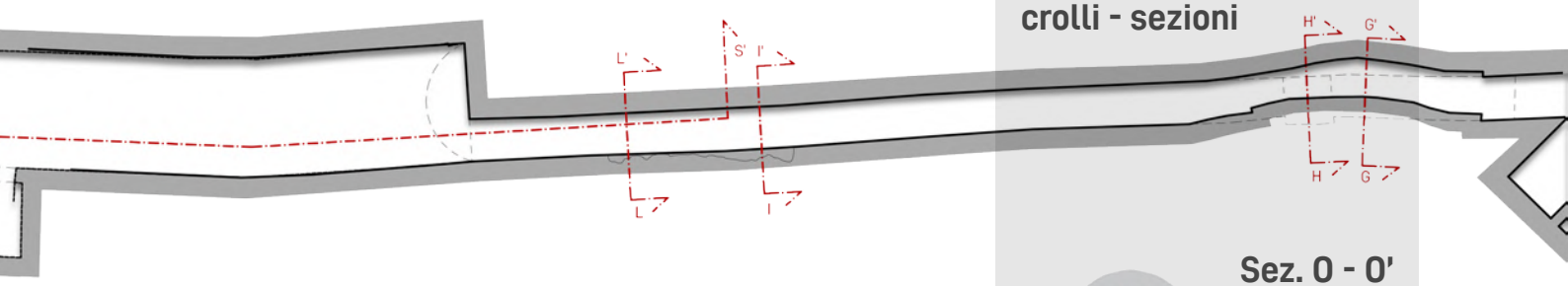
Fonte: Screenshots rielaborati da video realizzato da Jaysheel Shah, Team DIRECT.





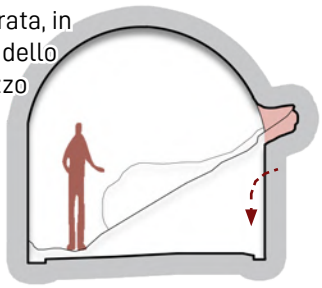


Schematizzazione dei crolli - sezioni



Sez. N - N'

Frattura della parete e riversamento di materiale lapideo nella camerata, in seguito al distacco dello strato di calcestruzzo



Tuttavia, osservando meglio l'ultimo gradino più in basso, esso appare piuttosto danneggiato mentre subito ai lati della galleria appaiono quelli che potrebbero essere i resti del sedime del gradino successivo.

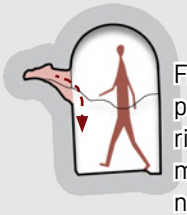
L'ipotesi che appare più plausibile è che, quindi, subito dopo i primi due gradini ci sia stato un distacco e dalla frattura creatasi si siano infiltrati i detriti in foto che hanno ricoperto il resto della rampa dell'opera.

Sez. O - O'



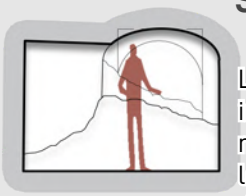
Frattura della parete e riversamento di materiale lapideo nel corridoio, in seguito al distacco dello strato di calcestruzzo

Sez. P - P'



Frattura della parete e riversamento di materiale lapideo nel corridoio, in seguito al distacco dello strato di calcestruzzo

Sez. Q - Q'



Locale antigas invaso da materiale lapideo derivato da crollo sez. P-P'

Sez. R - R'



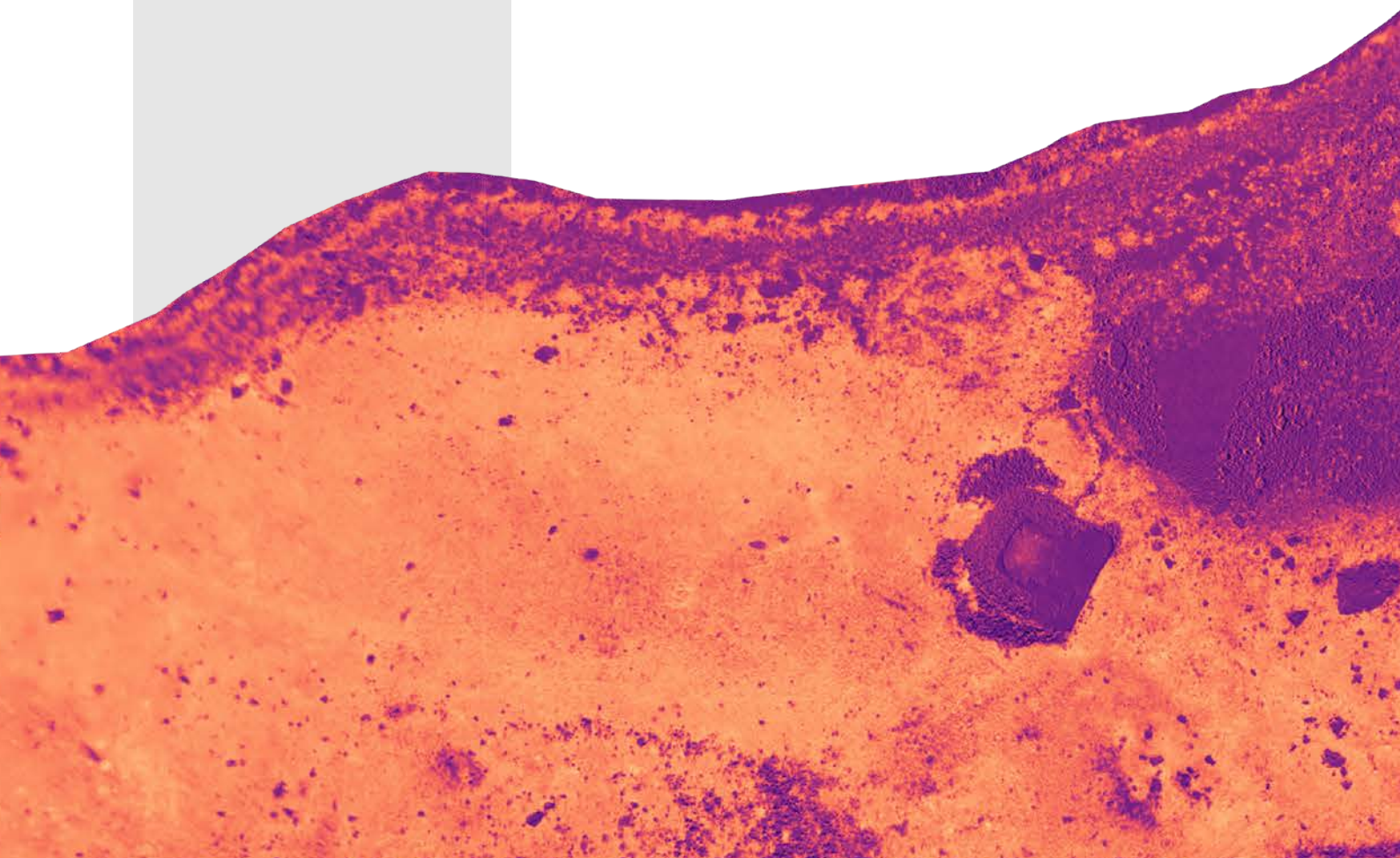
Sollevamento del pavimento a causa di spinta del terreno

Sez. T - T'

Elaborazione indice spettrale
GNDVI su software QGis.

07

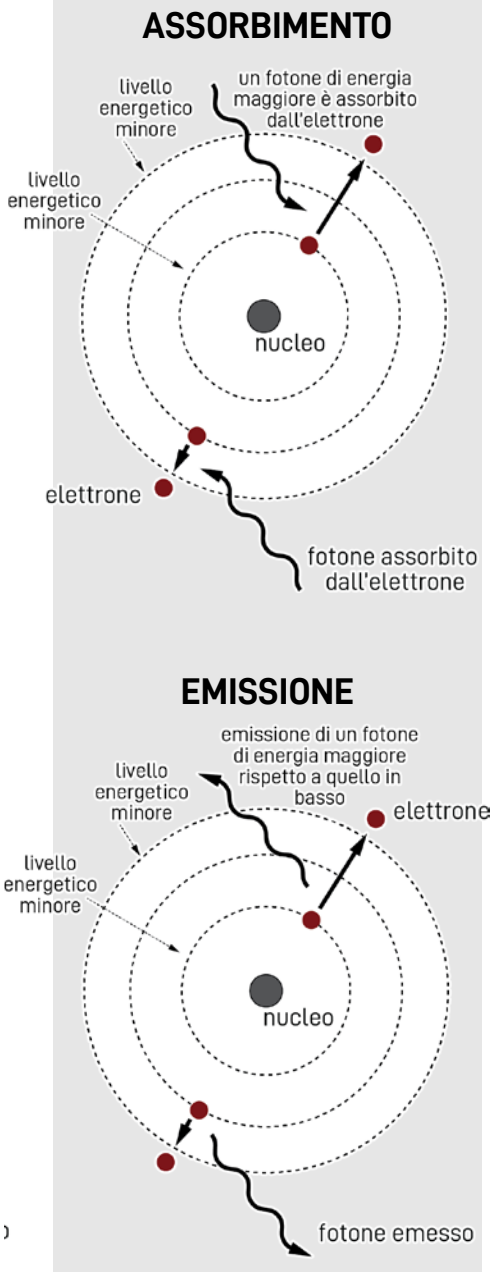
ANALISI MULTISPETTRALE: FORTIFICAZIONI, CROLLI E DISSESTI



07

7.1 I corpi sottoposti a radiazione elettromagnetica

▼ In basso, **Schema assorbimento ed emissione di onde elettromagnetiche da parte di un atomo.**
Fonte: Lazzari, op.cit.

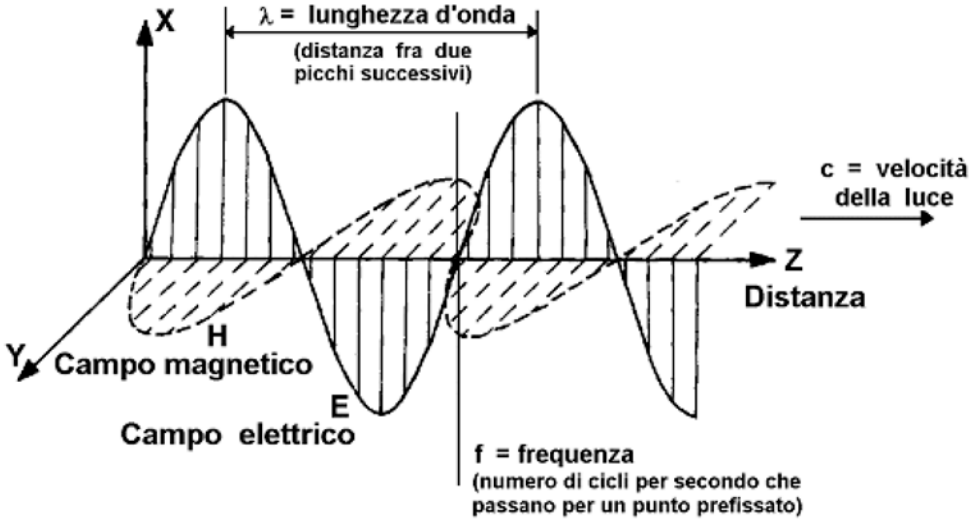


Per parlare di analisi multispettrale il riferimento alle onde elettromagnetiche e al fenomeno dell'elettromagnetismo nei corpi è imprescindibile, ragione per cui, prima di affrontare i metodi che applicano questa tipologia di analisi e dei risultati che permette di ottenere, questi primi paragrafi saranno volti a richiamare tutta una serie di concetti fisici propedeutici alla comprensione delle tecniche applicative.

Innanzitutto, occorre sapere che l'energia elettromagnetica è definita da un'onda elettromagnetica, generata per via del movimento nello spazio e nel tempo di una carica elettrica. Essa è caratterizzata da due campi, appunto, elettrico E e magnetico B, posti ortogonalmente tra di loro.
Per comprendere meglio il fenomeno della generazione di un'onda, è utile sapere che una carica elettrica *"può essere assimilata a livello atomico a un modello (quello di Bohr) in cui corpuscoli elettrici (elettroni, protoni e neutroni), si rapportano reciprocamente tra loro nello spazio in modo che attorno a un nucleo a carica positiva vi sia una nube elettronica a carica negativa."*[1] La nube di elettroni può essere paragonata ad una serie di anelli concentrici, al centro dei quali vi è il nucleo (protoni e neutroni), su cui si muovono gli elettroni. Questi possono spostarsi da un anello all'altro ma, nel momento in cui lo fanno, generano una vibrazione dell' atomo e quindi, conseguentemente, l'emissione/ l'assorbimento di energia, ossia l'emissione/assorbimento di un'onda elettromagnetica.
Quando un elettrone "salta" da un anello interno a minor eccitazione ad uno esterno, assorbe un fotone (e quindi energia elettromagnetica) dall'esterno dell'atomo mentre, al contrario, quando si sposta da un livello a maggior eccitazione, emette un fotone nell'ambiente. In entrambi i casi, in generale, il movimento degli elettroni provoca un cambio di stato energetico dell'atomo e, di conseguenza, un'onda elettromagnetica.
Facendo un salto di livello, allo stato molecolare (agglomerati di atomi), *"si hanno cariche elettriche che, staccatesi dagli*

1 Lazzari, *Sensori radiazione elettromagnetica: spettrofotometria tradizionale e d'immagine*, Università degli studi di Milano, dispense corso TIE.

atomi, possono muoversi da un punto all'altro del sistema al quale fanno riferimento. La velocità con la quale queste cariche elettriche si muovono, è essenzialmente riconducibile al loro stato di eccitazione energetica: più sono eccitate più emettono radiazioni di elevata intensità energetica."[2] E' proprio questa la ragione per la quale, ad esempio, il sole, con uno stato energetico molto elevato, emette radiazioni ad alto contenuto energetico mentre un qualsiasi materiale a temperatura pari allo 0 assoluto (-273,15° C) non emette alcuna radiazione.



◀ A sinistra,
Rappresentazione di un'onda elettromagnetica e dei parametri che la definiscono.
Fonte: Boccardo P., Telerilevamento, Politecnico di Torino, Dispense del corso "Telerilevamento", a.a. 2018-2019.

La radiazioni elettromagnetiche possono essere efficacemente rappresentate da un andamento ondulatorio ciclico che alterna valori massimi positivi a valori minimi negativi e, graficamente, può essere definito da un'onda. Essa, in generale, può essere determinata da una serie di parametri, come segue:

- Lunghezza d'onda (λ), la distanza che separa due massimi (creste) successivi dell'onda;
- Periodo (T), espresso in secondi (s) corrisponde al tempo che intercorre affinché l'onda compia un'oscillazione completa,
- Frequenza (ν), espressa in Hertz (Hz) come 1/T, dove T corrisponde al periodo; esprime il numero di oscillazioni complete compiute in un'unità di tempo,
- Ampiezza (A), l'altezza di ogni cresta dell'onda.

Queste grandezze sono tutte legate tra loro e, considerando che un'onda viaggia alla velocità della luce (299.792.458 m/s), basta dividere lo spazio percorso in un secondo per la frequenza dell'onda per ottenere la sua lunghezza L. Grazie alla lunghezza d'onda è, poi, possibile definire il livello di energia della fonte emittente tanto che *"le onde a maggiore frequenza, cioè quelle più corte, sono quelle che arrivano da una fonte a un livello energetico molto elevato e quindi [...] quelle che hanno maggiore energia".*[3]

2 Ibidem.
3 Ibidem.

7.1.1 Assorbimento, riflessione ed emissione

Quando un corpo viene sottoposto ad irraggiamento elettromagnetico, e quindi entra in contatto con onde di questo tipo, reagisce con una determinata *"proprietà di riflessione, assorbimento e trasmissione sia del calore radiativo, sia della luce, sia di ogni altro tipo di onda".*[4]

Nel caso in cui un'onda, emessa da una fonte con un livello energetico elevato, entri in contatto con della materia con un livello energetico inferiore, cederà parte della sua energia per innalzare il livello energetico della materia ma solo a condizione che la lunghezza dell'onda ricevuta sia compatibile con quella degli elementi che ne vengono colpiti. Al verificarsi di questi presupposti, la radiazione viene assorbita e la materia "sale" di livello energetico. Nel caso, invece, in cui le due lunghezze d'onda non siano compatibili, la radiazione può sia attraversare il corpo, che non ne viene modificato, sia essere riflessa dallo stesso.

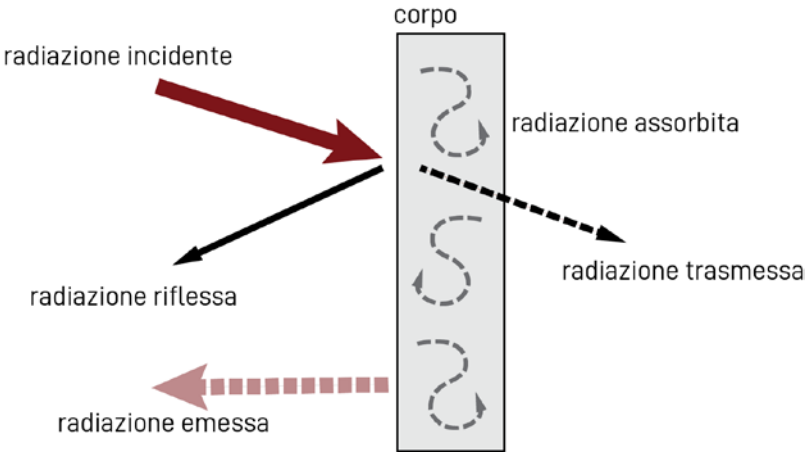
▶ A destra, **Schema modi di interazione di onde elettromagnetiche con un corpo.**
Fonte: Lazzari, op.cit.



Assorbimento, trasmissione e riflessione sono, quindi, le tre modalità con cui corpi e onde elettromagnetiche si rapportano. Da ciò derivano le tre caratteristiche di riflettanza, trasmittanza e assorbanza:

- la riflettanza (ρ) esprime il potere di un corpo sottoposto a radiazione di riflettere l'onda;
- la trasmittanza (τ) esprime la capacità del medesimo corpo alle medesime condizioni di farsi attraversare dall'onda senza esserne modificato,
- l'assorbanza (α) esprime la facoltà del corpo di assorbire l'onda, aumentando di livello energetico.

▶ A destra, **Schema fenomeni di trasmissione, assorbimento e riflessione radiazione elettromagnetica su un corpo.**
Fonte: Lazzari, op.cit.



4 Ibidem.

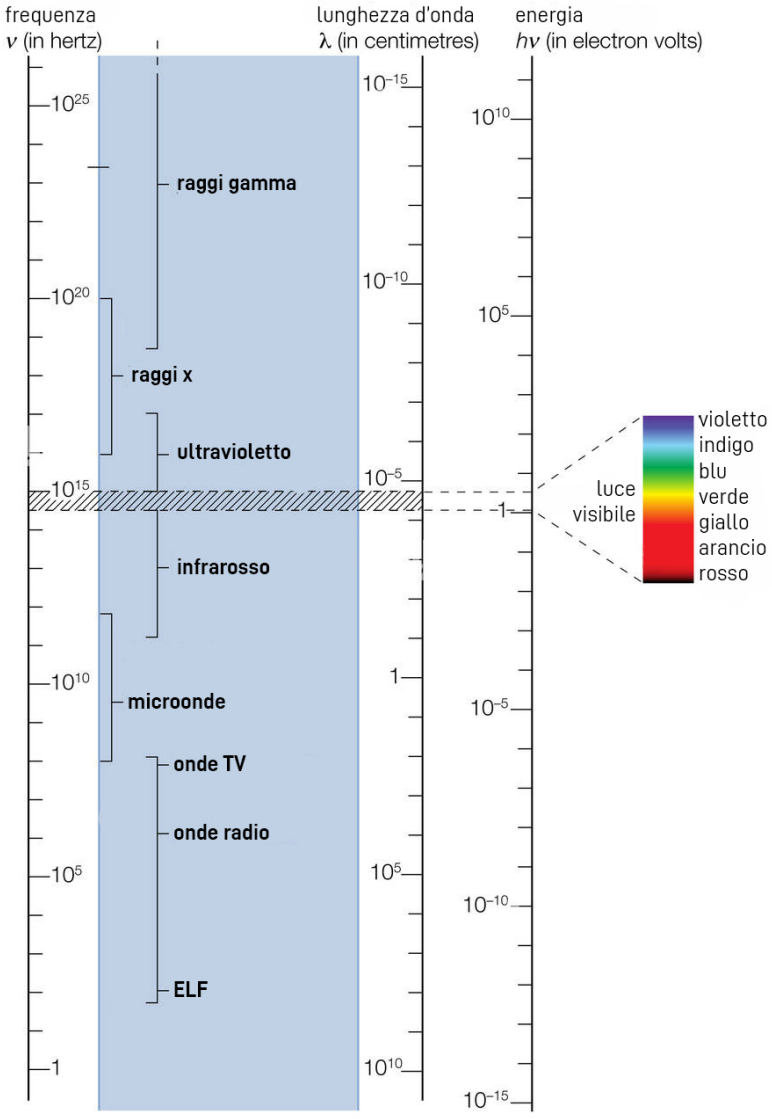
I tre paramentri sono percentuali adimensionali la cui somma dà sempre 1 e ciò deriva dal fatto che, considerato 1 l'intero raggio radiativo che raggiunge un corpo, la sua energia si frammenterà in diverse parti la cui somma, facendo riferimento al principio di conservazione dell'energia, sarà sempre quell'1 iniziale, come esemplificato dallo schema che segue.[5]

Queste tre componenti del flusso energetico, inoltre, sono fondamentali nel campo applicativo del telerilevamento, come si vedrà in modo approfondito nel paragrafo 7.3.
Le esperienze che saranno presentate fanno uso di camere dotate di sensori capaci di raccogliere radiazioni anche diverse da quelle della banda del visibile, e per questo motivo sono dette multispettrali. Tramite tali sistemi di acquisizione sarà possibile quantificare la risposta della superficie, calcolando, in funzione dell'energia incidente, in che quantità essa verrà riflessa, trasmessa o assorbita. Inoltre sarà possibile identificare la banda eletrtomagnetica di riferimento.

5 Ibidem.

7.1.2 Lo spettro elettromagnetico

Partendo dai parametri introdotti nel paragrafo 7.1, è possibile definire cosa sia lo spettro elettromagnetico.
Esso è costituito dalla distribuzione monodimensionale continua dell'energia elettromagnetica ordinata in funzione di lunghezze d'onda λ crescenti ed è sia infinito che continuo. Il suo essere infinito deriva dal fatto che non esiste fisicamente in natura una lunghezza d'onda nulla e, al contempo, non esiste una lunghezza massima bensì solo quella infin,ta della corrente continua, ragioni per cui non vi sono nè un vero e proprio punto zero e neppure una vera fine dello spettro. Allo stesso modo, esistendo lunghezze d'onde differenti in funzione dell'energia elettromagnetica, esso risulterà continuo.[6]



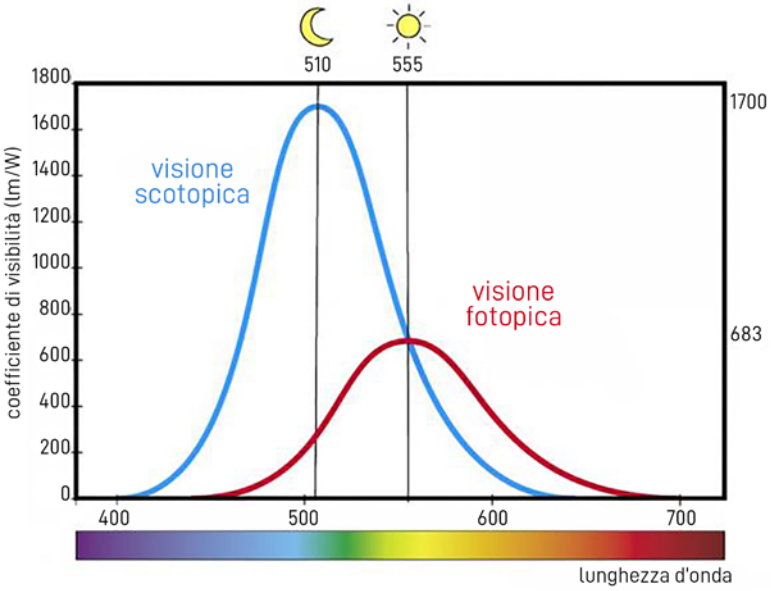
▶ A destra,
Rappresentazione di spettro elettromagnetico.
Fonte: Rielaborazione da pagina web Alamy.it.

Per via di questa sua caratteristica e, quindi, per rendere più facile la sua comprensione, lo spettro elettromagnetico viene convenzionalmente diviso in varie regioni, le cosidette

6 Boccardo P., *Telerilevamento*, Politecnico di Torino, Dispense del corso "Telerilevamento", a.a. 2018-2019.

"regioni spettrali" o "bande spettrali", definite da range di lunghezza d'onda che vanno dai chilometri/centimetri (onde radio) fino a meno di un picometro (raggi gamma).

Tra queste bande è compresa anche quella del visibile, definita "spettro del visibile" che occupa la parte centrale dello spettro elettromagnetico ed è costituita da quel range di lunghezze d'onda in cui la luce e i relativi colori sono percepibili dall'occhio umano. In particolare, le lunghezze d'onda del visibile comprese nell'intervallo vanno dai 400 nm (violetto) fino ai circa 700 nm (rosso) mentre le rispettive frequenze si attestano tra i 428 THz e i 749 THz. L'intervallo ha come limite inferiore il range dell'ultravioletto (UV) e come superiore quello dell'infrarosso (IR).



◀ A sinistra, **Picchi sensibilità occhio umano in visione scotopica e fotopica.** Fonte: Rielaborazione da Prismalence.weebly.com/

Nel campo visibile, inoltre, l'occhio umano ha una massima sensibilità, a visione fotopica, attestata attorno a lunghezze d'onda pari a circa 555 nm e attorno ai 510 nm, a visione scotopica. La prima, in particolare, è definita dalla presenza di intensità energetiche di una certa entità come nel caso della visione diurna mentre la seconda, al contrario, da bassa intensità energetica come per la visione notturna.[7]

7 Serra V., *Illuminotecnica*, Politecnico di Torino, Dispense del corso "Fisica tecnica ambientale", a.a. 2018-2019.

7.1.3 Oltre il visibile: il telerilevamento

Seppur l'occhio umano sia in grado di "vedere" solo una piccola porzione dell'infinito spettro elettromagnetico, c'è anche da tenere conto che, ad oggi, esistono degli strumenti in grado di ampliare questo intervallo, rendendo interpretabili anche porzioni che, ad occhio nudo, non risultano tali. In particolare, il telerilevamento è una disciplina che sfrutta i fenomeni descritti e, in sostanza, consente di ricavare informazioni dall'analisi delle radiazioni emesse, riflesse e trasmesse dalle superfici dell'oggetto di indagini.

Proprio in questa direzione, in effetti, si stanno muovendo a partire dagli anni '70[8] tutta una serie di analisi accurate del territorio che, attraverso questo approccio puntuale e più approfondito, diventano anche applicabili in diversi campi tra i quali compare ad esempio il settore ambientale. Sfruttando le nuove tecnologie in grado di lavorare con bande spettrali con cui sono equipaggiati sia satelliti che, negli ultimi anni, anche i droni, sono state realizzate una serie di analisi morfologiche o dei rischi del territorio, tenendo sotto controllo lo stato evolutivo dei vulcani e monitorando terremoti e frane o, ancora, analisi idrologiche sull'assetto dei fiumi.[9]

Un altro campo di applicazione del telerilevamento e delle sue metodologie estese al multispettrale, sicuramente più affine anche all'ambito di questa tesi, è quello archeologico. Ad oggi, infatti, archeologi e geomorfologi hanno sfruttato queste tecnologie per ricostruire *"la paleografia di regioni entro le quali effettuare ricerche di antichi insediamenti o per giustificare localizzazioni e funzioni di siti già noti"*[10] ma in parallelo a questo versante applicativo, si stanno via via sperimentando nuove metodologie in grado di individuare beni e confinare le zone di ricerca e scavo sviluppando anche formule e algoritmi, simili a quelli già utilizzati in agricoltura, in grado di lavorare sulle immagini multispettrali e far subito risaltare eventuali informazioni interessanti in tale ambito.[11]

8 Satellite Landsat.

9 Pagina web Geocorsi. Disponibile su < https://www.geocorsi.it/N606/telerilevamento-applicazioni-ed-utilizzi-per-l-analisi-dei-dati-spaziali-terrestri.html>

10 Campana S., Pranzini E., 1999, *Il telerilevamento in Archeologia*, Ciclo di Lezioni sulla ricerca applicata in archeologia; Remote sensing in archaeology, pg. 1-2. Disponibile su <https://www.researchgate.net/publication/200458975_Il_telerilevamento_in_Archeologia>

11 Agapiou, A.; Alexakis, D.D.; Sarris, A.; Hadjimitsis, D.G., 2014, *Evaluating the Potentials of Sentinel-2 for Archaeological Perspective*. Remote Sense. https://doi.org/10.3390/rs6032176. Disponibile su https://www.mdpi.com/2072-4292/6/3/2176/htm.

7.2 Classificazione delle bande spettrali

Così come avviene con la banda del visibile, tutto lo spettro elettromagnetico è, in realtà, suddiviso e classificato in intervalli, le bande spettrali. Tuttavia, occorre precisare che i valori utilizzati come limiti dei diversi range di lunghezza d'onda sono indicativi e non hanno una precisione assoluta, dipendendo, anzi, dal sensore utilizzato.

Innanzitutto, una prima suddivisione dello spettro deriva dalle modalità di emissione o riflessione dell'energia da parte delle superfici. Vengono considerati, fondamentalmente, due segmenti: la porzione con lunghezza d'onda compresa tra 0.2 μm e 20 μm, definita "finestra ottica" in cui l'energia viene emessa o riflessa naturalmente dalla superficie senza alcuna attivazione artificiale, e la porzione compresa tra 0.2 cm e 100 cm, "finestra radar", con caratteristiche esattamente opposte.
La finestra ottica, inoltre, a differenza di quella radar, è ulteriormente suddivisa in bande spettrali, estese dall'ultravioletto (UV) fino all'infrarosso (IR), come riportato nella tabella seguente.[12]

Banda	**Range lunghezza d'onda**
Ultravioletto (UV)	200 - 450 nm
Blu	450 - 520 nm
Verde	520 - 600 nm
Rosso	600 - 690 nm
Bordo rosso	670 - 750 nm
Vicino infrarosso (NIR)	750 - 1300 nm
Medio infrarosso (MIR)	1550 - 2350 nm
Infrarosso termico (TIR)	10400 - 12500 nm

12 Boccardo P., 2018-2019, op. cit.

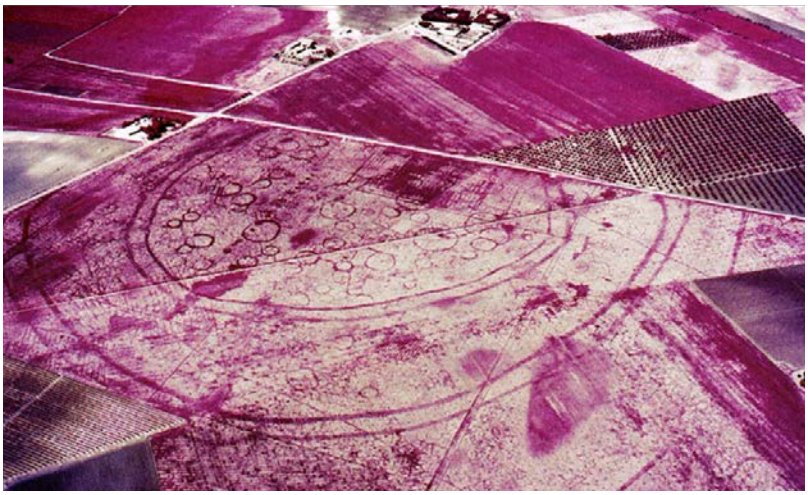
7.2.1 Il vicino infrarosso (Nir) e il bordo rosso (Red Edge)

Le bande del Vicino infrarosso e bordo rosso saranno, assieme al rosso, giallo e blu, le bande utilizzate per portare avanti un'indagine non invasiva sui beni architettonici presenti nell'area dell'altopiano della Gardetta.

La radiazione infrarossa, innanzitutto, è una banda la cui lunghezza d'onda è compresa tra 1 mm e 750 nm ed è suddivisa, a sua volta, in tre intervalli:

- FIR, far infrared, ovvero lontano infrarosso, più vicino alla banda delle microonde;
- MIR, medium infrared, ovvero medio infrarosso;
- N-IR, near infrared, ovvero vicino infrarosso, prossimo alla banda della luce vibile.[13]

In particolare, il NIR è compreso in un intervallo tra i 750 nm e i 1300 nm ed è una banda frequentemente utilizzata nel delle indagini ambientali che necessitano di classificare la vegetazione, legata alla caratteristica delle piante di riflettere radiazioni nel campo del verde e dell'infrarosso, soprattutto quello vicino, elemento che determina, se opportunamente analizzato, lo stato di salute della coltura.[14]



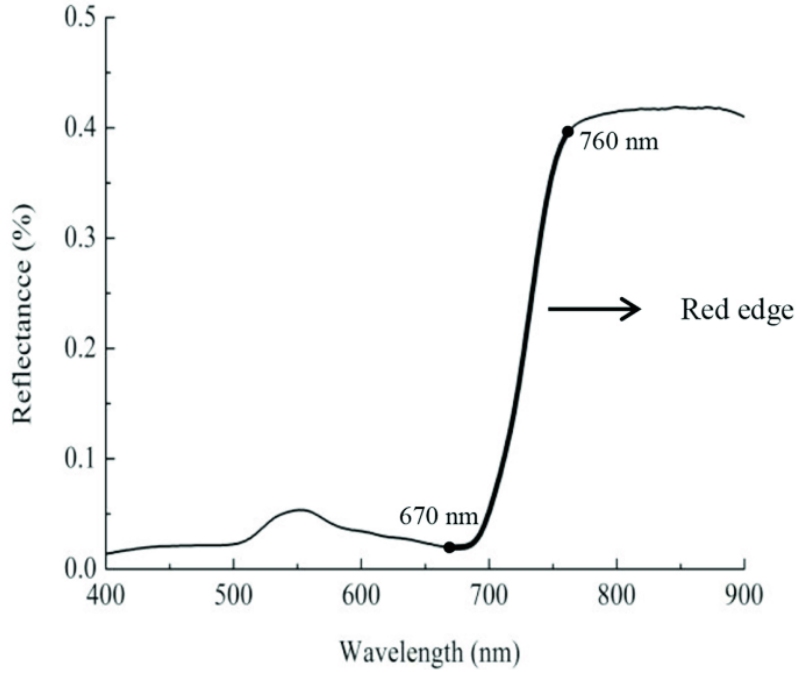
▶ A destra, **Immagine ripresa con sensore NIR di un'area archeologica con rovine Romane e Neolitiche.** Fonte: G. J. Verhoeven, P. F. Smet, D. Poelman, F. Vermeulen, op. cit.

Il Red Edge (bordo rosso in italiano), invece, è una banda compresa tra i 670/750 nm, al limitare dello spettro del visibile, situata tra il rosso e il vicino infrarosso. Seppur si tratti di un intervallo relativamente breve, esso è particolarmente rilevante in quanto si ha il punto di flesso della curva della riflettanza data dalla vegetazione e si evincono i massimi valori sia di assorbimento che di riflettanza che, come nel caso del Nir, permettono di effettuare una serie di valutazioni sulle condizioni delle colture come, ad esempio, la mappatura

13 Rossi A. M., *Lo spettro elettromagnetico,* Università di Bologna, Disponibile su <http://www.bo.infn.it/~rossim/presentazioni/ONDE%20E.M.%20%20PRESENTAZIONE%20FINALE9.pdf>

14 Dibari C., *STRUMENTI PER UNA COLTIVAZIONE SOSTENIBILE E DI PRECISIONE*, Università degli Studi di Firenze.

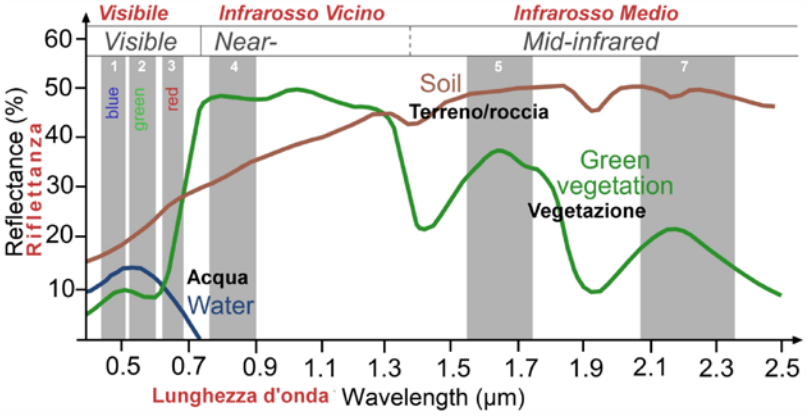
della concentrazione di clorofilla.[15]



◀ A sinistra, **Rappresentazione della curva di riflettanza Red edge.**
Fonte: Guo, Bin-Bin & Zhu, Yun-Ji & Feng, Wei & He, Li & Wu, Peng & Zhou, Yi & Ren, Xing-Xu & Ma, Ying, 2018, *Remotely Estimating Aerial N Uptake in Winter Wheat Using Red-Edge Area Index From Multi-Angular Hyperspectral Data.* Frontiers in Plant Science. 9. 10.3389/fpls.2018.00675.

Tuttavia, per entrambe le bande, per poter comprendere appieno cosa si intenda per valori di riflettanza e/o assorbimento è necessario introdurre un altro concetto: la firma spettrale.

Riprendendo quanto visto nel paragrafo 7.1.1, la firma spettrale di un oggetto altro non è che la misurazione, effettuata per mezzo di un sensore, della quantità di energia emessa o riflessa dalla superficie di questo corpo a lunghezze d'onda diverse. Essa può essere efficacemente rappresentata mediante un grafico che riporta, in funzione della lunghezza d'onda (ascisse), la percentuale di riflettanza (ordinate).
Poiché, come già visto, ogni corpo riflette la radiazione in modo diverso, saranno anche diverse le firme spettrali e

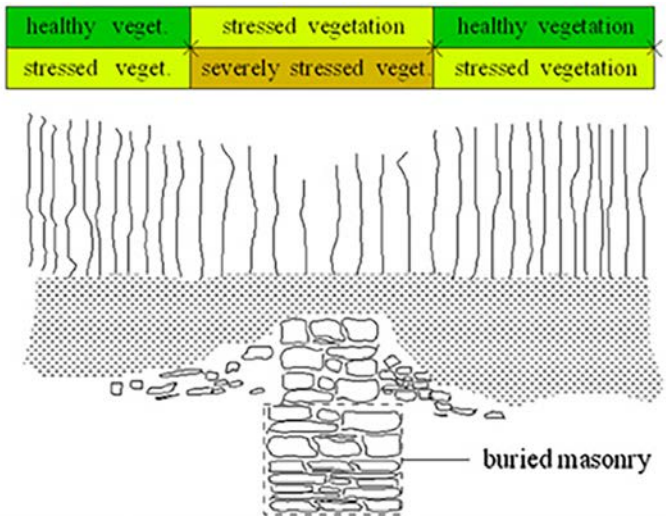


◀ A sinistra, **Firma spettrale comparativa tra tre classi di superfici diverse.**
Fonte: Pirotti F., 2019, Teoria - Principi di Fisica nel Telerilevamento, l'immagine digitale, sensoristica, Dispense del Corso di Telerilevamento e Sistemi Informativi Territoriali.

15 Anatoly A. Gitelson, Mark N. Merzlyak, Hartmut K. Lichtenthaler, 1996, *Detection of Red Edge Position and Chlorophyll Content by Reflectance Measurements Near 700 nm*, Journal of Plant Physiology, Volume 148, Issues 3–4, pgg. 501-508, ISSN 0176-1617, https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80285-9. Disponibile su <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161796802859>

▶ A destra, **Schema esemplificativo di vegetazione soggetta a stress quando presenti resti interrati sottostanti.**
Fonte: Agapiou, Athos & Hadjimitsis, Diofantos & Sarris, Apostolos & Themistocleous, Kyriacos & Papadavid, George, 2010, Hyperspectral Ground Truth Data for the Detection of Buried Architectural Remains. 318-331. 10.1007/978-3-642-16873-4_24.

grazie a ciò sarà possibile, confrontando i valori, riconoscere elementi diversi.
A titolo di esempio, la vegetazione sana ha un'alta riflessione nell'infrarosso, particolarmente elevata nel vicino, mentre l'acqua e la neve hanno picchi di riflessione nel campo del visibile che decrementa man mano che ci si sposta verso il medio/lontano infrarosso.[16]

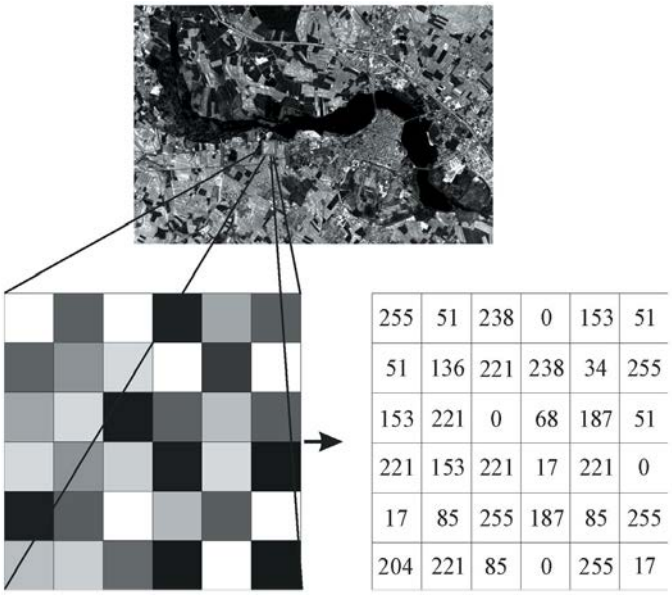


Lo studio della firma spettrale e delle bande RE e NIR è già ampiamente utilizzato nei già citati campi delle indagini ambientali e dell'archeologia ma sta vedendo uno sviluppo applicativo anche nel campo delle tecniche diagnostiche non invasive dei beni culturali e architettonici. Come si vedrà nei prossimi paragrafi, infatti, una possibile applicazione, ripresa dall'ambito archeologico, è quella di analizzare le modalità attraverso cui la presenza di edifici interrati o di resti di manufatti architettonici sepolti vada ad influenzare lo stato di salute della vegetazione soprastante e/o le condizioni dello strato di terreno che le ricoprono, sfruttando, appunto, le firme spettrali. Infatti, i resti sepolti possono causare delle differenze in termini di altezza e di colore sia nel suolo nudo che nella vegetazione soprastante, rendendo evidente, a partire dall'interpretazione di immagini acquisite nel range dell'ingfrarosso vicino e del Red Edge, delle tracce potenzialmente utili a rintracciare eventuali resti archeologici.[17]

16 Boccardo P., 2018-2019, op. cit.
17 G. J. Verhoeven, P. F. Smet, D. Poelman, F. Vermeulen, 2009, *Spectral Characterization of a Digital Still Camera's NIR Modification to Enhance Archaeological Observation, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING,* VOL. 47, NO. 10, OCTOBER 2009, pg. 3456. Disponibile su < https://users.ugent.be/~pfsmet/papers/A1_33%202009%20GV%20PFS%20IEEE%20Geosc%20RemSens.pdf>

7.3 Immagini multispettrali acquisite da piattaforma UAV

Fino a questo momento si è parlato di radiazione incidente su un corpo e radiazione che viene recepita da un sensore, ma come si passa da ciò a immagini digitali telerilevate?
In realtà, le immagini digitali, rilevate grazie a sensori equipaggiati su sistemi UAV, altro non sono che *"una rappresentazione grafica di misure di energia radiante"*[18], ovvero delle matrici di celle, chiamate pixel, ognuna delle quali contiene un valore numerico legato alla radianza registrata dal sensore e opportunamente convertita in un livello di grigio cosicchè l'immagine finale risultante è in scala di grigio. I valori dei pixel vanno dallo 0, il nero, a 255, ovvero il bianco. Questi livelli di grigio, che, appunto, sono funzione della radianza registrata, sono anche chiamati



◀ A sinistra,
Schematizzazione di immagine come una matrice di numeri.
Fonte: *A.A. V.V., 2005, Telerilevamento 3, op. cit.*

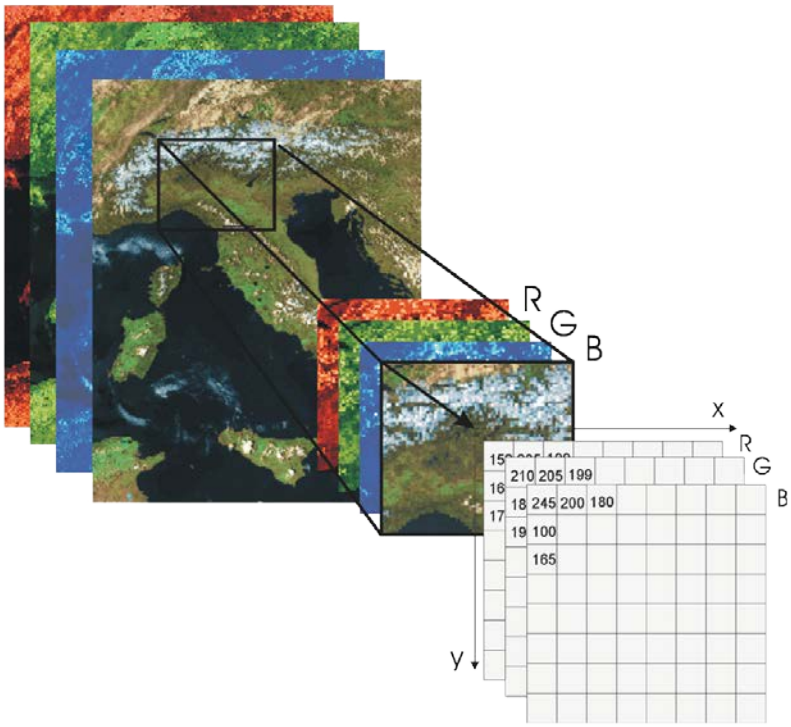
Digital Number (DN) o *Pixel Value* (PV).
In base alla tipologia di sensore utilizzato, le informazioni registrate nell'immagine sono differenti e si possono distinguere immagini pancromatiche, immagini multispettrali e immagini iperspettrali.
"Le immagini pancromatiche sono ottenute da strumenti

18 A.A. V.V., 2005, *Telerilevamento 3*, in collana "Diffusione e sperimentazione della cartografia, del telerilevamento e dei sistemi informatici geografici, come tecnologie didattiche applicate allo studio del territorio e dell'ambiente", Litografia Artistica Cartografica, Firenze, pg. 50.

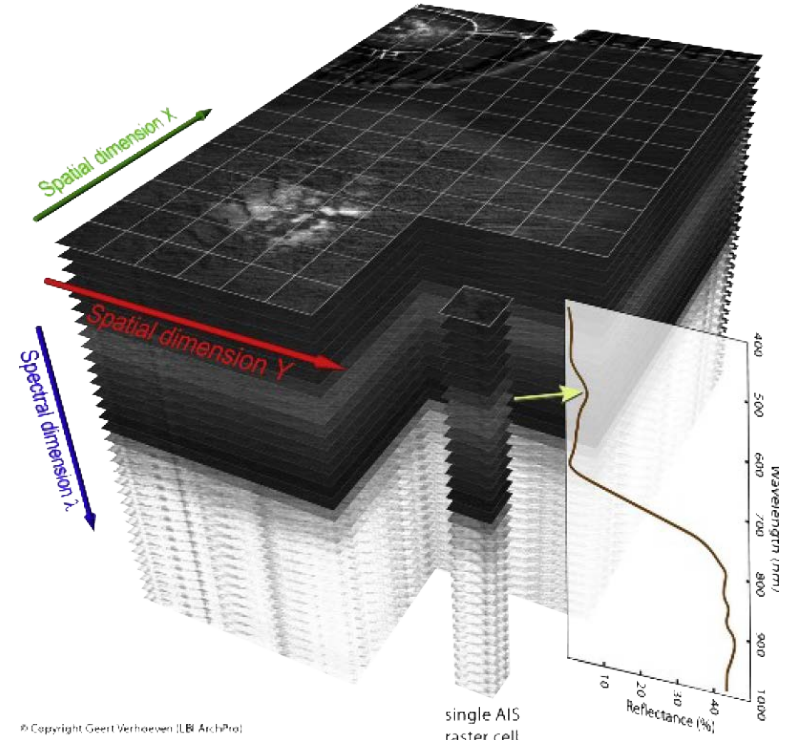
sensibili unicamente alla banda VIS che viene acquisita come un singolo segnale. Le immagini multispettrali sono invece derivanti da apparecchiature in grado di registrare specifiche bande dello spettro elettromagnetico"[19]



▲ In alto, **Esempio di immagine pancromatica realizzata da satellite**.
Fonte: Lasaponara R., Masini N., Scardozzi G., 2007. Immagini satellitari ad alta risoluzione e ricerca archeologica: applicazioni e casi di studio con riprese pancromatiche e multispettrali di Quickbird, in Archeologia e Calcolatori, n°18, pg. 187-227.



Le immagini iperspettrali, infine, sono caratterizzate, similmente a quelle multispettrali, da un numero elevato di bande, acquisite ad intervalli anche molto ravvicinati, e hanno generalmente una risoluzione spaziale molto bassa.



▶ A destra, In alto, **Schema esemplificativo di immagine multispettrale.**
In basso, **Schema di immagine iperspettrale.**
Fonte: A.A. V.V., 2005, Telerilevamento 3, op. cit.

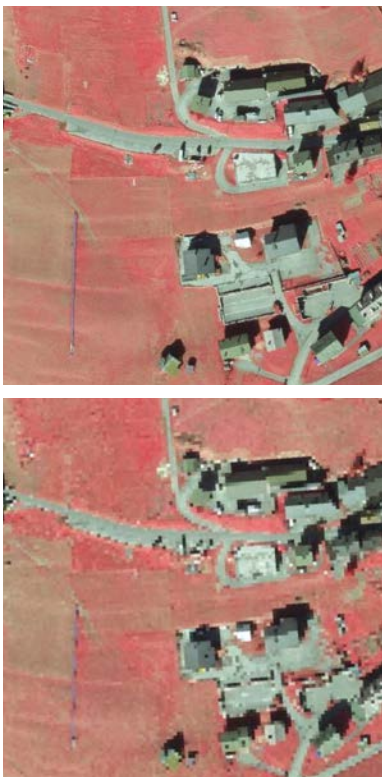
19 Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012). *Valutazione dello stato sanitario delle piante forestali: quali prospettive dal telerilevamento nel visibile e nell'infrarosso?.* Forest@ 9: 89-102. - doi: 10.3832/efor0691-009

Il sensore multispettrale, in particolare, è in grado di ottenere diverse immagini e quindi diverse matrici di DN, in funzione della lunghezza d'onda, fornendo quindi un'immagine composta da n matrici quante sono le sue bande spettrali.[20] Ad ogni pixel, di conseguenza, non corrisponderà più un singolo DN ma un vettore con tutti i livelli di grigio o insieme di DN associati ad ogni banda multispettrale. La lunghezza del vettore dipende dalla risoluzione spettrale e quindi dal numero delle bande catturate dal sensore.

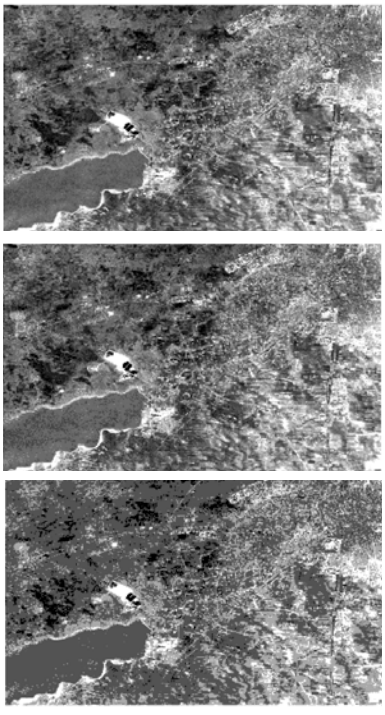
Avendo citato sia la risoluzione geometrica che quella spettrale, è utile quindi introdurre il concetto generale di "risoluzione", tipicamente associato all'immagine. Esso, in particolare, entra in gioco nel momento di interpretazione delle immagini, influenzandone le modalità attraverso cui è possibile distinguerne e classificarne gli elementi rappresentati. Gli strumenti di ripresa e, conseguemente, la qualità dell'immagine sono fortemente condizionati dai seguenti quattro assi di risoluzione:

- Risoluzione geometrica o spaziale; definisce il grado di dettaglio dell'immagine e, nel caso delle immagini digitali, corrisponde con la dimensione del pixel e dipende dalla distanza di presa e dalle caratteristiche del sensore; come nel caso della risoluzione spettrale, diminuire la distanza di presa e quindi aumentare la risoluzione è utile all'interpretaizone e la classificazione delle immagini;
- Risoluzione radiometrica; rappresenta i livelli di energia che il sensore è in grado di rilevare e registrare, rappresentandoli in livelli di grigio associati a ciascun pixel ed indicati in bits; l'aumento di risoluzione in questo caso aiuta nell'identificazione di oggetti con caratteristiche di energia e riflettanza simile;
- Risoluzione temporale; si riferisce alla frequenza (intesa come tempo) con cui un sensore registra valori per una stessa area che, ovviamente, tendono a cambiare in funzione dell'orario, delle condizioni metereologiche e della stagione; l'analisi di più immagini e quindi una maggiore risoluzione aiutando a comprendere tutti quei fenomeni legati al trascorrere del tempo;[21]
- Risoluzione spettrale, data dal numero e dall'ampiezza delle bande a cui il sensore è sensibile; incremendola, aumenta il contrasto spettrale e quindi diventa più facile distinguere elementi differenti.[22]

▼ In basso, **Esempio di immagini a diversa risoluzione geometrica.**
Fonte: Pirotti F., 2019,



▼ In basso, **Esempio di immagini a diversa risoluzione radiometrica a 16 valori (4 bit), 8 valori (3 bit) e 4 valori (2 bit).**
Fonte: Pirotti F., 2019,

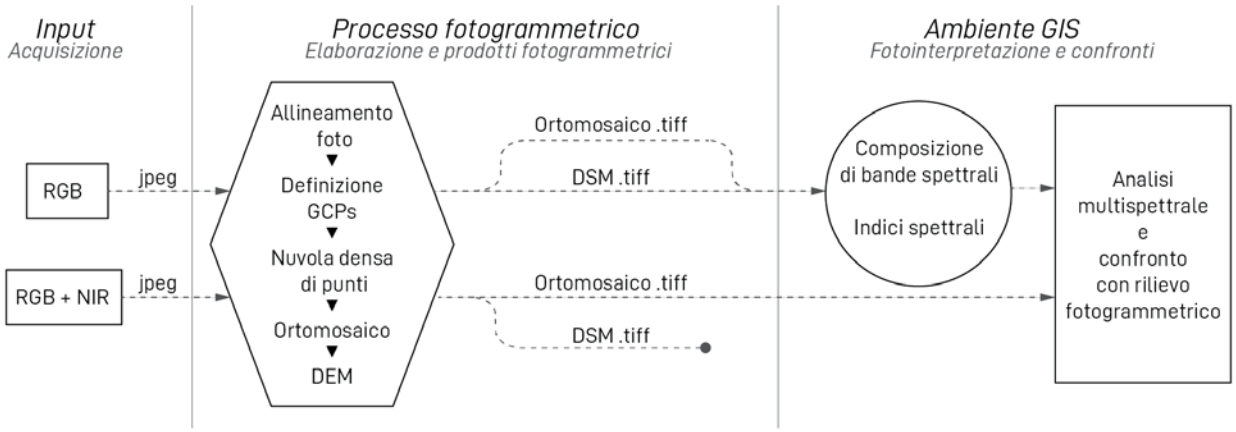


20 Lingua, A.M. e Parizia, F. 2021. Uso di immagini iperspettrali per l'agricoltura di precisione. Bollettino della società italiana di fotogrammetria e topografia. 2 (lug. 2021), 1–11.
21 Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012), op. cit.
22 Lingua, A.M. e Parizia, F. 2021. Op. cit.

7.3.1 Acquisizione, elaborazione e interpretazione delle immagini multispettrali

Come già visto nel capitolo 2, qualsiasi tipo di rilievo fotogrammetrico fa sempre seguito ad una prima fase di rilievo topografico dell'area di interesse, che permette, per mezzo della realizzazione di una rete topografica, di ottenere tutta una serie di punti di appoggio grazie ai quali georeferenziare i prodotti ottenuti mediante le altre tecnologie e consente anche di contenere la propagazione dell'errore e di verificare l'accuratezza dei prodotti metrici a valore aggiunto (es. modelli 3D, ortofoto, ecc.).
Poiché anche l'analisi di immagini multispettrali afferisce, almeno per quanto riguarda l'acquisizione e l'elaborazione di dati, al campo della fotogrammetria, anch'essa sarà interconnessa con la rete topografica impiantata a Gardetta che, tra l'altro, è la stessa utilizzata anche nella fase di orientamento dei fotogrammi ottenuti nel campo del visibile, i cui prodotti e workflow operativo sono stati analizzati nel capitolo 6.

▼ In basso, **Schema processo di elaborazione dati e analisi output.**



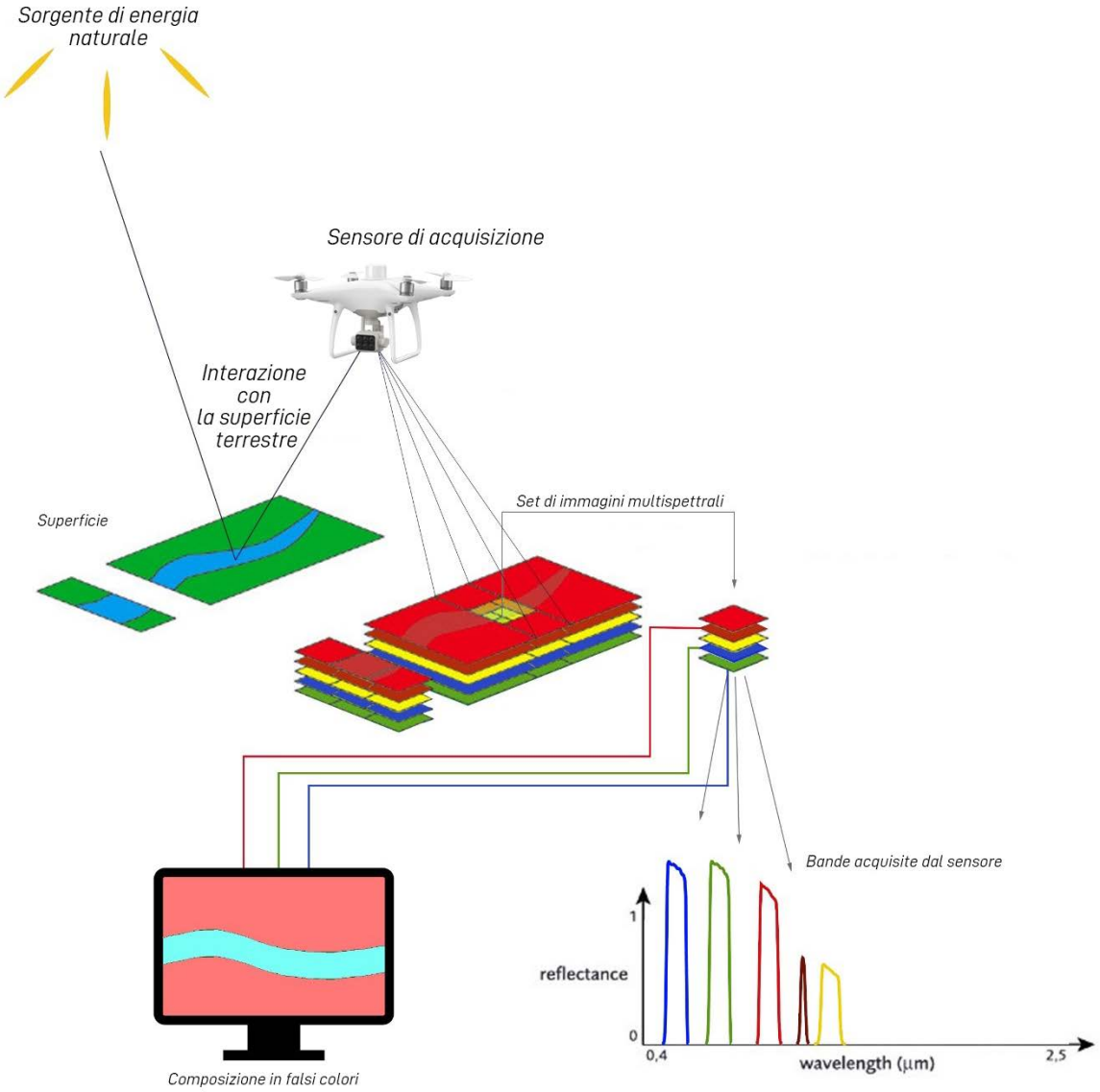
/ Acquisizione

L'acquisizione di fotogrammi multispettrali, è avvenuta per mezzo di sistema UAV che ha acquisito immagini digitali dell'area di studio sfruttando sensori in grado di registrare informazioni sulla radiazione elettromagnetica riflessa o emessa dalle superfici mappate e restituire dei valori in uscita proporzionali all'energia incidente. In questo caso, il drone utilizzato era dotato di sei sensori CMOS[23], dei quali uno RGB e cinque monocromatici per l'acquisizione di immagini multispettrali delle singole bande del blu (450 nm ± 16 nm), verde (560 nm ± 16 nm), rosso (650 nm ± 16 nm), Red-Edge (730 nm ± 16 nm) e vicino infrarosso (840 nm ± 26 nm).
Questo sensore, facente parte della categoria dei sensori passivi[24], ha permesso di acquisire un'immagine RGB, nell'area visibile dello spettro, e cinque immagini in scala di grigio, ognuna acquisita nella lunghezza d'onda corrispondente a ciascuna delle bande multispettrali considerate.

23 Cfr. cap. 6.
24 Cfr. cap. 6.

Durante la fase di acquisizione le camere sono state oggetto di calibrazione radiometrica, utile a regolare le impostazioni della camera stessa per evitare che si raggiunga il valore massimo di riflettanza ed evitare quindi la saturazione dell'immagine e la perdita delle informazioni. Tipicamente, la calibrazione radiometrica è effettuata per mezzo di pannelli di calibrazione posizionati al suolo, nell'area oggetto del volo, caratterizzati da superfici con valori di riflettanza noti. La calibrazione della camera, quindi, avviene costruendo una relazione lineare tra i valori DN delle immagini ottenute e i valori di riflettanza del pannello.[25]
Nel caso della Gardetta, tuttavia, per ottimizzare le tempistiche di volo, si è optato per una calibrazione di tipo automatico, effettuata grazie al sensore solare integrato sul drone, con la consapevolezza che, rispetto al pannello, restituirà valori un po' meno precisi ma, comunque, idonei agli scopi di questa tesi.

▼ In basso, **Schema visuale processi di acquisizione, elaborazione dati e analisi output.**



25 F. Iqbal, A. Lucieer, and K. Barry, "Simplified radiometric calibration for UAS-mounted multispectral sensor," Eur. J. Remote Sens., vol. 51, no. 1, pp. 301–313, 2018, doi: 10.1080/22797254.2018.1432293

▼ In basso, **Set immagini multispettrali in scala di grigi + immagine RGB riprese a Gardetta.**
Fonte: Team DIRECT

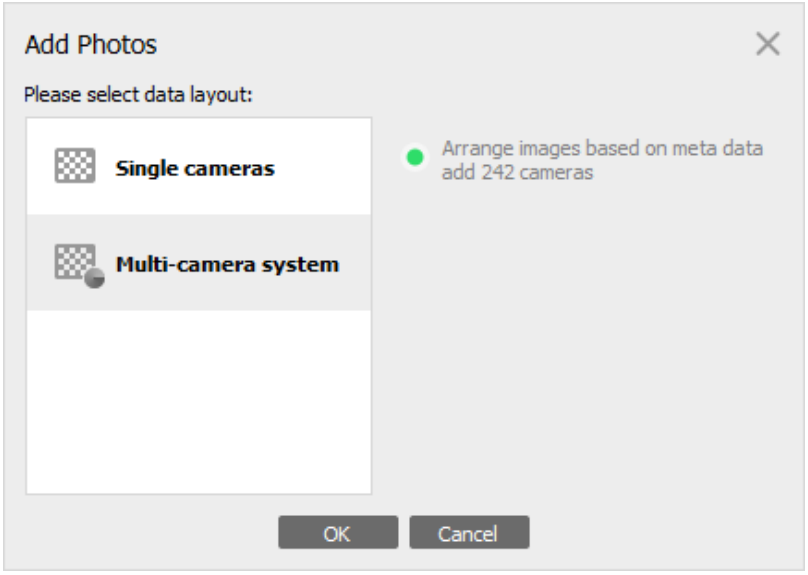
/ Elaborazione

Se per la fase di acquisizione, in linea generale, si è seguito lo stesso procedimento illustrato precedentemente, ponendo particolare attenzione alla quota, all'estensione dell'area da sorvolare, alle condizioni di illuminazione e alla presenza di vento, le prime differenze si vedono già nel momento in cui si analizzano le immagini ottenute dal drone ovvero, come già anticipato, 6 immagini di cui una a colori (tre bande) e cinque in scala di grigio (a banda singola).

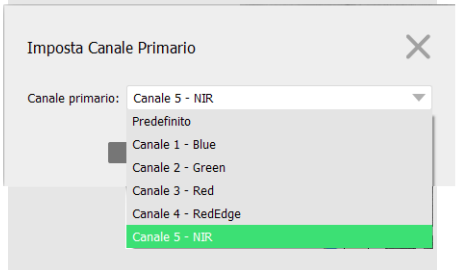


Ciascuna delle immagini a banda singola rappresenta dunque una delle bande multispettrali, ovvero quelle matrici di pixel descritte nel paragrafo precedente. Partendo, quindi, da questo presupposto, si potrebbe pensare che il processo di elaborazione, che segue la classica procedura fotogrammetrica, debba essere ripetuto per ben 6 volte, una per ogni banda spettrale a cui sono associate le immagini. Fortunatamente, tranne che per un passaggio nello specifico, il processo è unico per tutti i fotogrammi, questo grazie ad una particolare impostazione del software utilizzato che, nel momento di caricamento delle foto, riconosce automaticamente, a partire dai metadati, ciascun fotogramma come banda dell'immagine multispettrale.

▶ A destra, **Procedura di caricamento foto differenziata per immagini multispettrali.**
Fonte: Screenshot da software Agisoft Metashape Professional.



▼ In basso, **Comando per cambiare visualizzazione banda.**
Fonte: Screenshot da software Agisoft Metashape Professional.

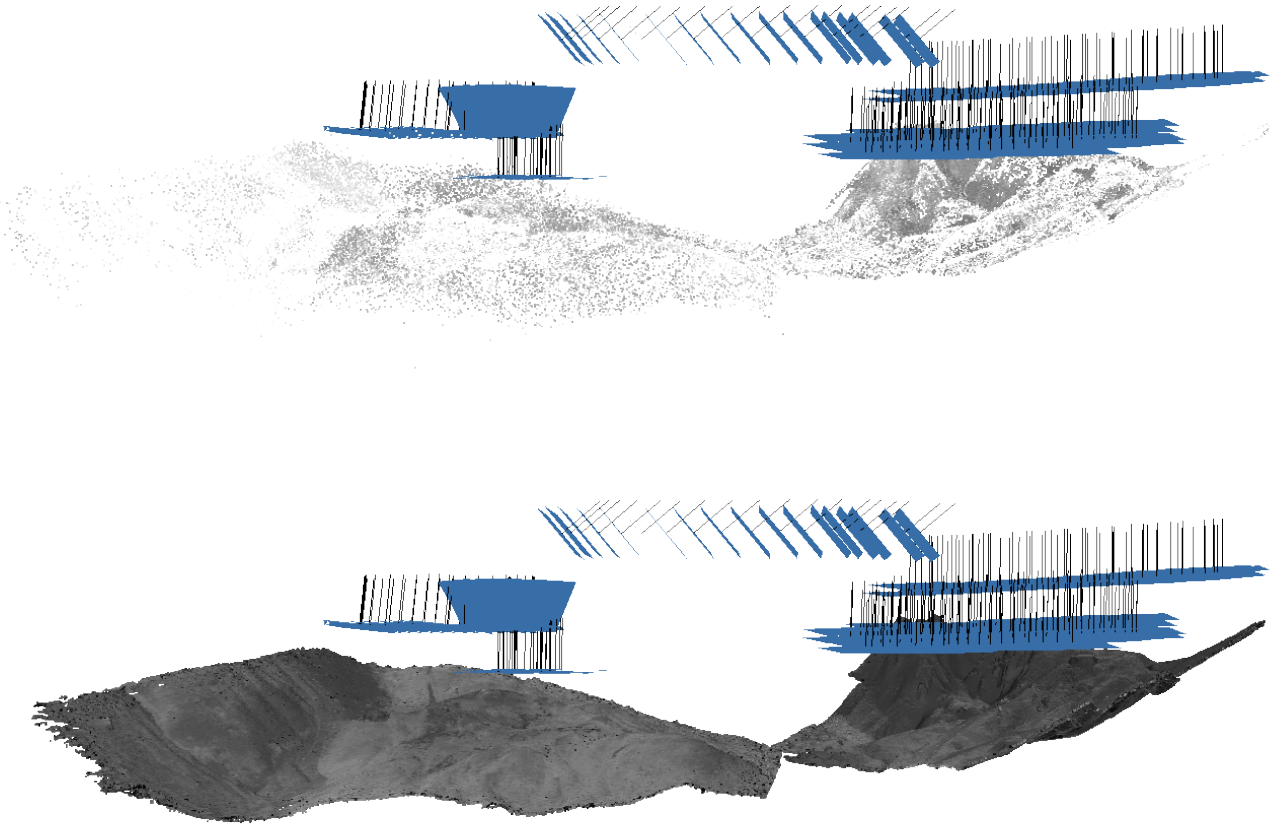


Come per le elaborazioni fotogrammetriche descritte nei capitoli precedenti, derivate dalle immagini visibili, anche in questo caso è stato utilizzato il software *Agisoft Metashape*[26], in grado di eseguire le fasi di orientamento fotogrammetrico e la generazione di un modello denso di punti sfruttando

26 Pagina web Agisoft Metashape disponibile su < https://www.agisoft.com/>

algoritmi di tipo SfM (*Structure from Motion*)[27].
Dopo la prima fase di importazione delle immagini, è stato seguito un workflow fotogrammetrico standard che, come già visto, prevede l'orientamento delle foto in una nuvola sparsa di punti, la georefenziazione della nuvola mediante punti di controllo, che permettono inoltre di effettuare delle verifiche per quanto riguarda ll'accuratezza metrica, la generazione della nuvola densa e, infine, la restituzione dei vari prodotti metrici a valore aggiunto (es. DTM, Ortofoto..).
In particolare, se l'allineamento che, ricordiamo, è automatico e sfrutta le capacità del software di individuare punti corrispondenti nelle immagini che riprendono lo stesso oggetto (*processo di image matching*[28]) viene effettuato una sola volta e vale per tutte le 6 bande presenti, la collimazione dei punti di controllo necessari per georiferire correttamente il modello ed effettuare dei controlli sull'accuratezza metrica,

▼ In basso, **Vista laterale fotogrammi allineati su nuvola sparsa di punti (in alto) e su nuvola densa (in basso),** estratta da Agisoft Metashape Pro.



al contrario, è un processo più lento che, come vedremo, va ripetuto su tutti i fotogrammi di tutte le bande.

E', innanzitutto, opportuno specificare che il drone utilizzato è in grado di sfruttare la tecnologia RTK integrata e, quindi, misurare già in fase di ripresa le coordinate dei dei centri di presa delle immagini acquisite con un'accuratezza centimetrica.

27 Già presentato nel paragrafo 2.2.2.
28 Spanò A. T., 2021, Dispense del corso "Laboratory of Geomatics for Architecture modeling", Politecnico di Torino

▼ In basso, **Nuvola sparsa di punti da immagini multispettrali Gardetta,** estratta da Agisoft Metashape Pro.



Proprio a causa di ciò, in un primo momento, si è cercato di sfruttare queste coordinate per la georeferenziazione della nuvola di punti, riscontrando comunque un errore stimato nell'ordine di circa 50 cm che, considerando il GSD e la scala del rilievo, è stato riputato non idoneo. Per questa ragione, quindi, per co-registrare correttamente nuvola con quella ottenuta dall'altro volo effettuato, si è deciso di georeferirla dei punti di controllo misurati con tecniche topografiche.

Si è proceduto, quindi, con l'importare nel software il file CSV contenente le coordinate dei *Ground Control Points* localizzati nel sito e poi con la collimazione di questi punti, inserendo dei *markers* sulle diverse immagini (una per una) a cui è abbinata la specifica coordinata del punto misurato in situ. Con "una per una" si intende che questo matching tra markers e punto del file CSV è stata effettuata per tutti i fotogrammi di tutte le bande, presi e analizzati singolarmente, quindi per tutti i 1716 fotogrammi e non solo i 286 accorpati dal software. Questo è stato fatto per correggere eventuali disallineamenti e/o errori di co-registrazione tra le diverse bande spettrali.
Come riporta l'immagine in basso, nonostante un errore medio (RMSE[29]) che si attesta attorno ai 4 cm, uno dei 5 punti (106) presenta uno spiccato errore sull'asse Z (circa 6.30 cm) piuttosto elevato rispetto a quello degli altri punti. Se, nel caso dell'altro processo fotogrammetrico, al fine di limitare l'errore, i punti di controllo caratterizzati da un RMSE elevato - probabilmente dovuto ad un errore grossolano in fase di misura - non sono stati utilizzati per georiferire la nuvola, in questo caso si è è stato reputato necessario utilizzare anche il punto (106) proprio a causa dell'esiguo numero di GCP presenti (in totale 5) e utilizzabili per georeferire una nuvola così estesa. Tuttavia, un errore dell'ordine dei 4 cm, ai fini di questa tesi, risultava accettabile e la co-registrazione tra due nuvole è stata reputata accettabile per gli scopi di questa tesi.

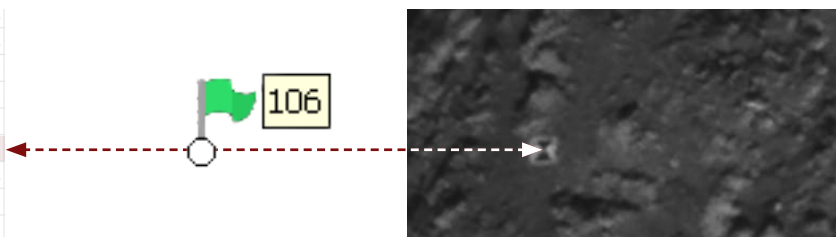
▼ In basso, **Schema di inserimento e matching GCPs su foto con markers.**

Excel .CSV

101	340955,3	4919633	2511,914	2457,778
102	340951,3	4919470	2498,491	2444,358
103	340869,8	4919586	2477,152	2423,015
104	340738,5	4919696	2463,108	2408,965
105	340627,2	4919741	2444,878	2390,731
106	340523,7	4919762	2402,954	2348,803
107	340522,5	4919725	2402,438	2348,288
108	340458,7	4919767	2386,616	2332,463
109	340444	4919813	2361,936	2307,781

Dopo questa fase, si è proceduto generando una nuvola di punti completa, accurata e opportunamente georeferenziata, utile, successivamente, all'elaborazione di altri prodotti metrici a

Agisoft Metashape



valore aggiunto. La densità della nuvola è definita dall'utente, in fase di elaborazione. A seconda della risoluzione con cui vengono elaborati i fotogrammi (un ottavo della risoluzione

29 *Root Mean Square Error* ovvero scarto quadratico medio.

▼ In basso, **Localizzazione Ground Control Points e stima dei rispettivi errori.** I colori fanno riferimento all'errore dell'asse Z, la forma dell'ellisse agli errori degli assi X e Y.
Fonte: Rapporto Elaborazione Multispettrale estratto da Agisoft Metashape Pro.



▼ In basso, **Nuvola densa di punti da immagini multispettrali Gardetta con markers,** estratta da Agisoft Metashape Pro.



Conteggio	errore X (cm)	errore Y (cm)	errore Z (cm)	errore XY (cm)	Totale (cm)
5	2.67482	1.00557	2.88851	2.85759	4.06317

◀ A sinistra, **Tabella riassuntiva GCPs e errori quadratici medi.**
X - verso Est, Y - verso Nord, Z - Altitudine

Etichetta	errore X (cm)	errore Y (cm)	errore Z (cm)	Totale (cm)	Immagine (pix)
106	2.22932	1.28079	6.30893	6.8127	2.739 (60)
107	-3.48904	-1.52869	-1.03511	3.94737	2.396 (50)
108	3.62098	0.841381	-0.912163	3.82772	2.789 (75)
109	-2.34916	-0.608763	-0.106967	2.42911	3.384 (125)
112	0.000480133	-0.000966969	0.00196446	0.00224157	2.605 (219)
Totale	**2.67482**	**1.00557**	**2.88851**	**4.06317**	**2.830**

◀ A sinistra, **Tabella GCPs e errori quadratici medi per ogni GPS inserito.**
X - verso Est, Y - verso Nord, Z - Altitudine

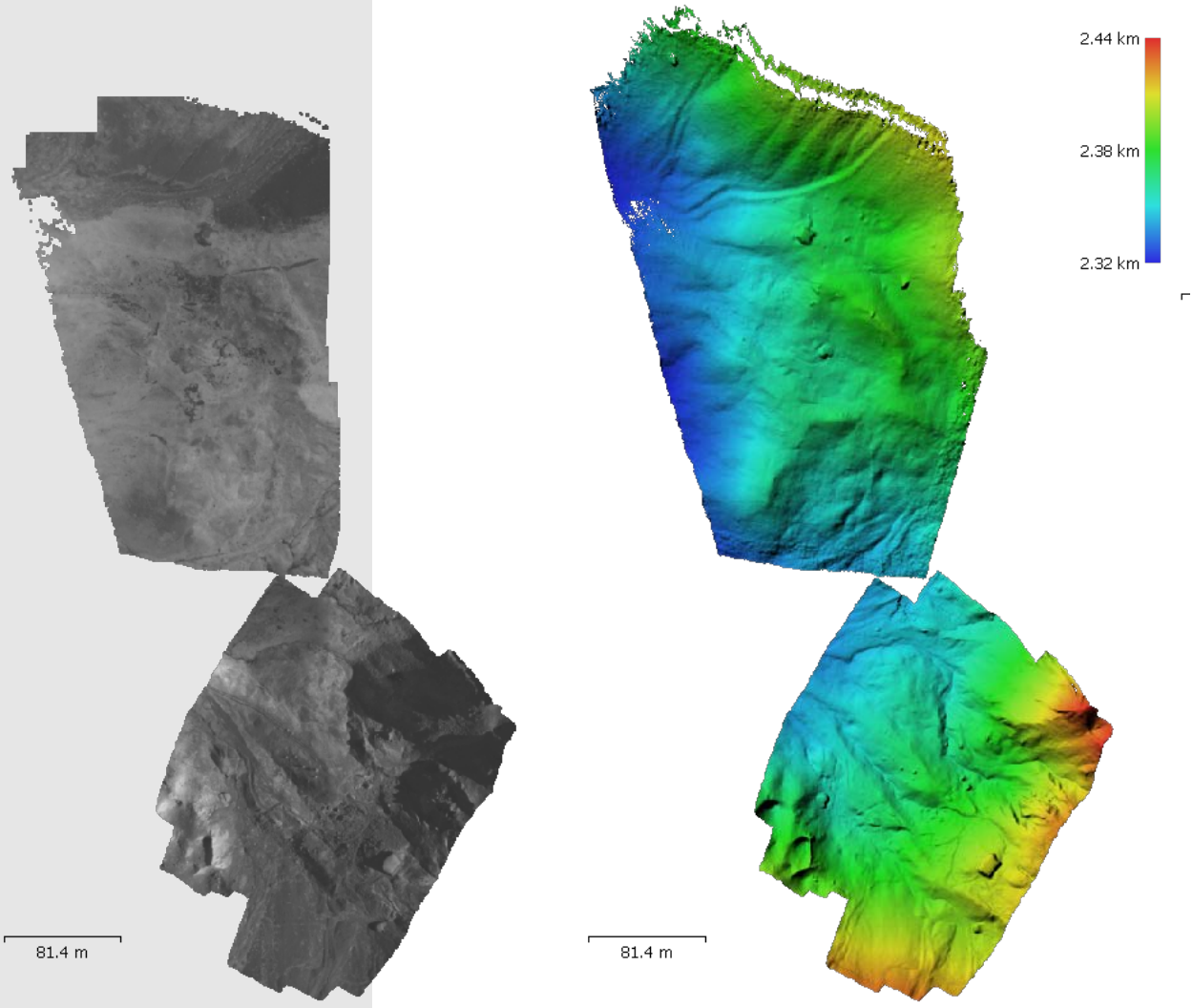
Fonte: Rapporto Elaborazione Multispettrale estratto da Agisoft Metashape Pro.

originale; un quarto; la metà; risoluzione originale; due volte la risoluzione originale). Maggiore è la risoluzione con cui i fotogrammi vengono elaborati, più alta è la densità della nuvola di punti generata. In questo caso, la nuvola è stata generata con qualità massima.

/ Prodotti fotogrammetrici

Dalla nuvola di punti così ottenuta, è possibile ricavare diversi prodotti metrici che verranno utilizzati durante la successiva fase di analisi.

In questo caso, si è provveduto a realizzare sia un DSM (*Digital Surface Model*) che un ortofoto bidimensionale (proiezione ortogonale di un oggetto 3D derivata dalla mosaicatura delle immagini digitali ortorettificate [30]) la quale, una volta esportata dal software, è costituita da un unico file .tiff contenente tutte le bande multispettrali e che sarà oggetto dell'analisi dei prossimi paragrafi. Nell'ambiente di Agisoft Metashape, invece, è possibile passare da una banda all'altra e quindi visualizzare, per ognuna di esse, la relativa ortofoto in scala di grigi.

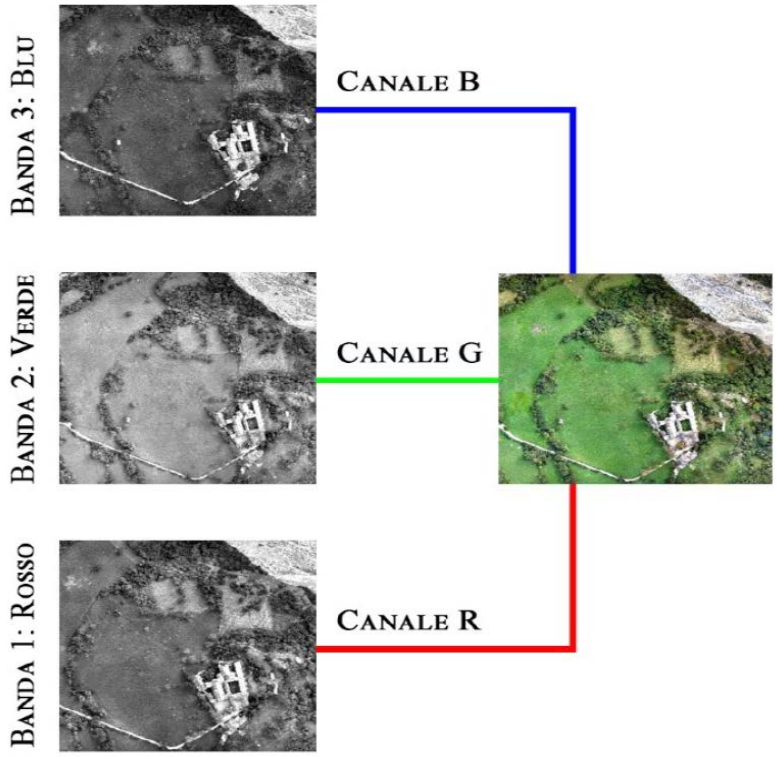


▼ In basso, **Ortofoto banda NIR (a sinistra) e** *Digital Surface Model* **(a destra),** estratti da Agisoft Metashape Pro.

30 Spanò A.T., dispense di Fotogrammetria digitale e scansioni 3D, Politecnico di Torino.

7.3.2 Visualizzazione delle immagini multispettrali

Per procedere con l'analisi dell'ortofoto ottenuta dal processo fotogrammetrico, è necessario implementare la visualizzazione in scala di grigi, rendendola quindi più facilmente interpretabile dall'occhio umano.



◀ A sinistra, **Procedimento di associazione dei canali RGB a bande spettrali per ottenere immagine a "veri colori".**

Fonte: Rielaborazione di Rando S. da Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012), op. cit.

Per fare ciò si sfrutta il principio della sintesi additiva dei tre colori fondamentali (rosso, verde e blu) che consiste nell'associare ai canali del rosso, del verde e del blu le relative bande multispettrali, ottenendo, quindi, un'immagine detta a "veri colori" (true colour), ovvero dove i colori sono percepiti analogamente a come l'occhio umano.[31]

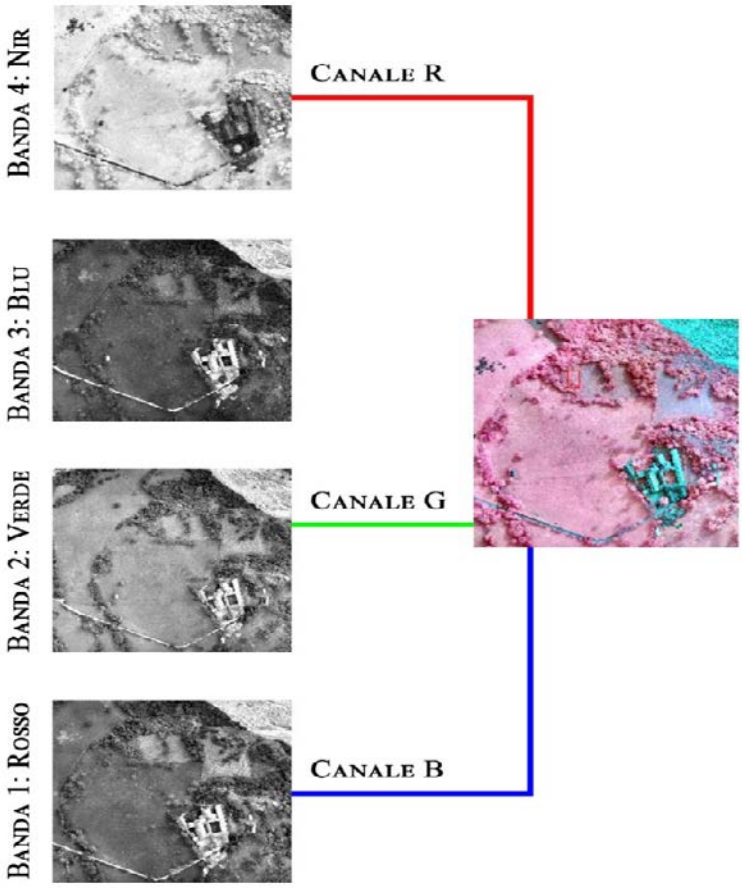
Esiste, tuttavia, anche una visualizzazione a "falsi colori" che *"non rispetta invece la corrispondenza tra banda elettromagnetica e canale assegnato"*[32], generando un'immagine con colori diversi da quelli a cui si è normalmente abituati, generando, in un primo momento, una "*diversa percezione cromatica della realtà"*[33].

Questa tipologia di visualizzazione è molto utilizzata nel campo del Remote Sensing nel caso di immagini multispettrali acquisite in intervalli non visibili dello spettro elettromagnetico. Di seguito si riportano le sintesi additivi utilizzate generalmente nel caso di immagini NIR e RE.

31 Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012), op. cit.
32 Ibidem.
33 Dainelli N., 2011, p.7.

▶ A destra, **Procedimento di associazione dei canali RGB a bande spettrali per ottenere immagine a "falsi colori".**

Fonte: Rielaborazione di Rando S. da Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012), op. cit.



Sintesi NIR:
R = NIR
G = Verde
B = Blu

Sintesi RE:
R = RE
G = Verde
B = Blu

Queste combinazioni di bande permettono evidenziare determinati fenomeni, favorendo il processo interpretativo ma, in realtà, come si vedrà nel prossimo paragrafo, esistono molte tipologie di sintesi (o di indici) molto efficaci per quanto riguarda l'interpretazione dell'immagine multispettrale.

7.4 Gli elementi della fotointerpretazione

"La fotointerpretazione è un procedimento mediante il quale a partire dall'osservazione visiva di immagini telerilevate si derivano informazioni relative all'oggetto di studio. L'obiettivo di fondo e il riconoscimento e la classificazione degli oggetti in categorie."[34]

Queste categorie, in particolare, sono:

- fotointerpretazione visiva, consiste in un'operatore che esegue la classificazione, talvolta anche attraverso l'uso di tecniche informatiche per elaborare e migliorare l'immagine;
- classificazione pixel-based, rientra tra quelle di tipo assistito (*supervised)* e consiste in una procedura informativa che, basata su algoritmi, permette di assegnare a ciascun pixel una classe di pertinenza;
- classificazione di tipo automatico (*unsupervised*) in cui è l'algoritmo a classificare automaticamente i *pixel* in un numero ben preciso di classi.

In questa sede, in particolare, ci si concentrerà su un'interpretazione del primo tipo e qualitativa.

L'obiettivo è quello di inviduare nella scena osservata elementi e contrasti cromatici che, ad esempio, possono caratterizzare la vegetazione sottoposta a stress o ad alterazioni nella crescita. Gli elementi che possono essere analizzati fanno parte di quattro gruppi/categorie e sono:

- elementi spettrali, ovvero tono, colore e firma spettrale;
- elementi geometrici, come forma, dimensione, tessitura, modello e ombre;
- elementi spaziali come la localizzazione e l'associazione;
- modelli temporali, ovvero la variabilità nel tempo degli oggetti.

Per quanto concerne gli elementi spettrali, essi permettono l'analisi della risposta spettrale delle superfici che, se confrontate con la firma spettrale di superifici naturali e antropiche note, permettono di determinare la presenza di

34 Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012), op. cit.

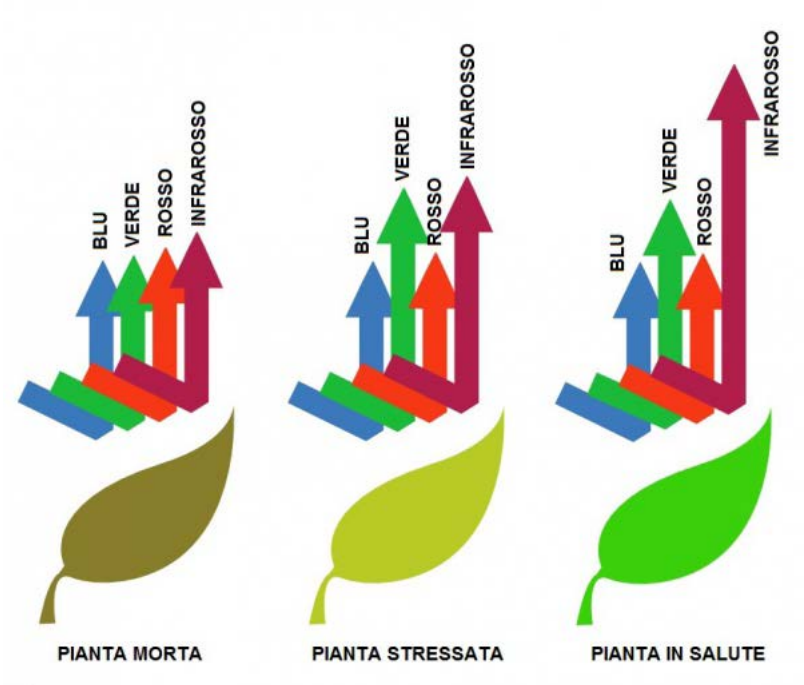
eventuali elementi anomali o particolari cambiamenti di tono nella vegetazione.
Gli elementi geometrici, invece, riguardano la pura geometria dell'oggetto espressa nelle tre dimensioni (altezza, larghezza e lunghezza) che ne permettono, inoltre, la definizione di contorni e ombre. Quest'ultime, in particolare, sono un elemento da tenere in considerazione per via delle modalità con cui influenza la risposta spettrale. Le zone d'ombra, infatti, hanno una risposta bassa o quasi nulla che possono determinare delle aree particolarmente evidenti nel fotogramma e, di conseguenza, deviare l'interpretazione. La tessitura e il modello, invece, il modo in cui la superficie si presenta: nel primo caso, può avere una tessitura fine e quindi liscia oppure rugosa e quindi grossolana; nel secondo caso, invece, si denota la ripetizione di trame o elementi simili.[35]
Per quanto riguarda gli elementi spaziali, invece, questi sono correlati e vengono letti in concomitanza. Per localizzazione, in particolare, ci si riferisce proprio alla posizione geografica dell'oggetto mentre l'associazione permette di localizzare l'oggetto stesso rispetto a quelli circostanti nella scena, spesso rendendo anche più facile l'individuazione e interpretazione.
La variabilità nel tempo, infine, permette di osservare in che modo lo stato o la condizione di un elemento cambiano nel tempo, rispetto ad un preciso momento.[36]

35 Gasparini P. & Rizzo, Maria & De Natale, Flora. (2014). Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, INFC 2015 - Terzo inventario forestale nazionale..
36 Ibidem.

7.4.1 Operazioni sulle immagini: gli indici spettrali

Come già visto nel paragrafo 7.2.1, sia nel caso dell'agricoltura di precisione che al fine di individuare resti di manufatti nel sottosuolo, l'elemento che viene spesso maggiormente indagato in modo approfondito è la vegetazione e, in particolare, sono proprio le bande Red Edge e Nir quelle che, tradizionalmente, vengono maggiormente utilizzate per effettuare investigazioni e analisi per quanto riguarda lo studio della vegetazione.

Le tecniche di analisi di questi dati, soprattutto negli ultimi anni, sono state oggetto studio e, in particolare, sono stati sviluppati degli indici, tra i quali compaiono gli "indici vegetativi", utilizzati *"per l'analisi numerica della riflettanza e la sintesi dell'informazione residente nelle bande originali. Questi differiscono per la scala a cui possono essere applicati (foglia o chioma), per il parametro biologico a cui sono principalmente correlati (clorofilla, LAI, stato di stress, biomassa, contenuto in azoto, pigmenti totali, contenuto idrico), per il grado di correlazione, per la specie su cui sono stati sperimentati"*[37]. Quest indici spettrali, quindi, in generale semplificano l'impiego dei sensori di misura, enfatizzando i toni della vegetazione rispetto agli elementi circostanti.[38]



◀ A sinistra, **Modalità di riflessione della vegetazione in funzione dello stato di salute.**

Fonte: https://www.dronebee.it/agriprecisione/

Così come la vegetazione, anche gli altri elementi sono in grado di riflettere energia e, di conseguenza, anche questi sono catturati dai sensori e possono essere oggetto di analisi. A questo scopo, così come avvenuto per gli indici vegetativi, sono stati sviluppati anche altri indici, i quali, in funzione della riflettanza propria di ogni materiale, coinvolgono bande

37 Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012), op. cit.
38 Ibidem.

spettrali diverse e offrono risultati diversi.

In questa sede, in particolare, verranno presi in considerazione anche gli indici relativi al suolo. Questi, infatti, prendono in esame elementi come l'umidità e la presenza di nitrati per identificare eventuali variazioni nel suolo e, quindi, l'eventuale presenza di resti sottostanti. Infatti, nel caso di resti archeologici, tipicamente l'area ha un'umidità differente rispetto alla zona circostante mentre il suolo nelle sue vicinanze è tipicamente povero di nitrati.[39]

Infine, oltre agli indici già citati, in questa tesi sono state utilizzate due ulteriori combinazioni di bande, che sono state utilizzate relativamente di recente nell'ambito di indagini archeologiche svolte mediante l'impiego di immagini satellitari multispettrali.
Il primo è il NAI (*Normalized Archaeological Index)* elaboratato da Agapiou et al., i quali hanno realizzato che la regione spettrale in cui si ha la migliore risposta in termini di riflettanza per la ricerca di beni archeologici è compresa tra i 700 e gli 800 μm. In funzione di ciò, quindi, hanno elaborato questo indice che, in realtà, altro non è che una sorta di rielaborazione dell'indice di vegetazione NDVI, con la differenza che il NAI prende in considerazione solo delle ben precise zone dello spettro e non intere bande come il NDVI.[40]
Il secondo indice preso in esame è, invece, una combinazione della banda del rosso e del NIR in grado di sfruttare, contemporaneamente, sia le caratteristiche spettrali delle due bande che una maggiore risoluzione spettrale.[41]

La scelta degli indici non è stata casuale e, anzi, è strettamente dipesa dalle caratteristiche dell'area di analisi che, seppur prevalentemente ricoperta da vegetazione di vario genere, presenta anche delle aree di roccia nuda e terreno su cui si è ipotizzato gli indici di suolo potessero, in qualche modo, essere applicati. L'impiego degli altri due, invece, è derivato fondamentalmente dai promettenti risultati ottenuti nel corso delle ricerche svolte.

39 Salgado Carmona J. A., Quirós E., Mayoral V., Charro C., 2020, Assessing the potential of multispectral and thermal UAV imagery from archaeological sites. A case study from the Iron Age hillfort of Villasviejas del Tamuja (Cáceres, Spain), Journal of Archaeological Science: Reports, Volume 31, 102312, ISSN 2352-409X, https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102312.
40 Agapiou, A.; Alexakis, D.D.; Sarris, A.; Hadjimitsis, D.G. Evaluating the Potentials of Sentinel-2 for Archaeological Perspective. Remote Sens. 2014, 4, 2176–2194
41 Zanni, S., De Rosa A., 2019, Remote Sensing Analyses on Sentinel-2 Images: Looking for Roman Roads in Srem Region (Serbia). Geosciences. 9. 25. 10.3390/geosciences9010025.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva con gli indici esaminati:

Nome	Acronimo	Formula
Indici di vegetazione		
Normalized difference vegetation index	NDVI	$\frac{NIR - RED}{NIR + RED}$
Normalized difference red edge	NDRE	$\frac{(\mathrm{NIR} - \mathrm{RE})}{(\mathrm{NIR} + \mathrm{RE})}$
Green-NDVI	GNDVI	$\frac{NIR - GREEN}{NIR + GREEN}$
Indici di suolo		
Brightness Index	BI	$\sqrt{\frac{RED^2 + GREEN^2}{2}}$
Secondo Brightness Index	BI 2	$\sqrt{\frac{RED^2 + GREEN^2 + NIR^2}{3}}$
Altri		
Normalized Archaeological Index	NAI	$(800\ \mu m - 700\ \mu m)/(800\ \mu m + 700\ \mu m),$
Red / Nir	RN	$\mathrm{Red} + \mathrm{NIR}.$

7.4.2 Visualizzazione in falsi colori e GIS

Le indagini descritte nei paragrafi successivi sono state eseguite a partire dall'ortofoto multispettrale derivata dalle elaborazioni fotogrammetriche descritte in precedenza. La piattaforma utilizzata per gestire questo dato raster è stato il software open-source QGIS, che permette - attraverso strumenti avanzati per la gestione delle bande e della loro rappresentazione - di effettuare analisi di tipo interpretativo.

La scelta del software non è casuale e, anzi, è legata sia alle potenzialità dello stesso nel campo dell'analisi multispettrale, permettendo di svolgerla in modo semplice ma efficace, ma anche alla possibilità di riunire in un unico ambiente/progetto dati eterogenei, con la facoltà di metterli in relazione.

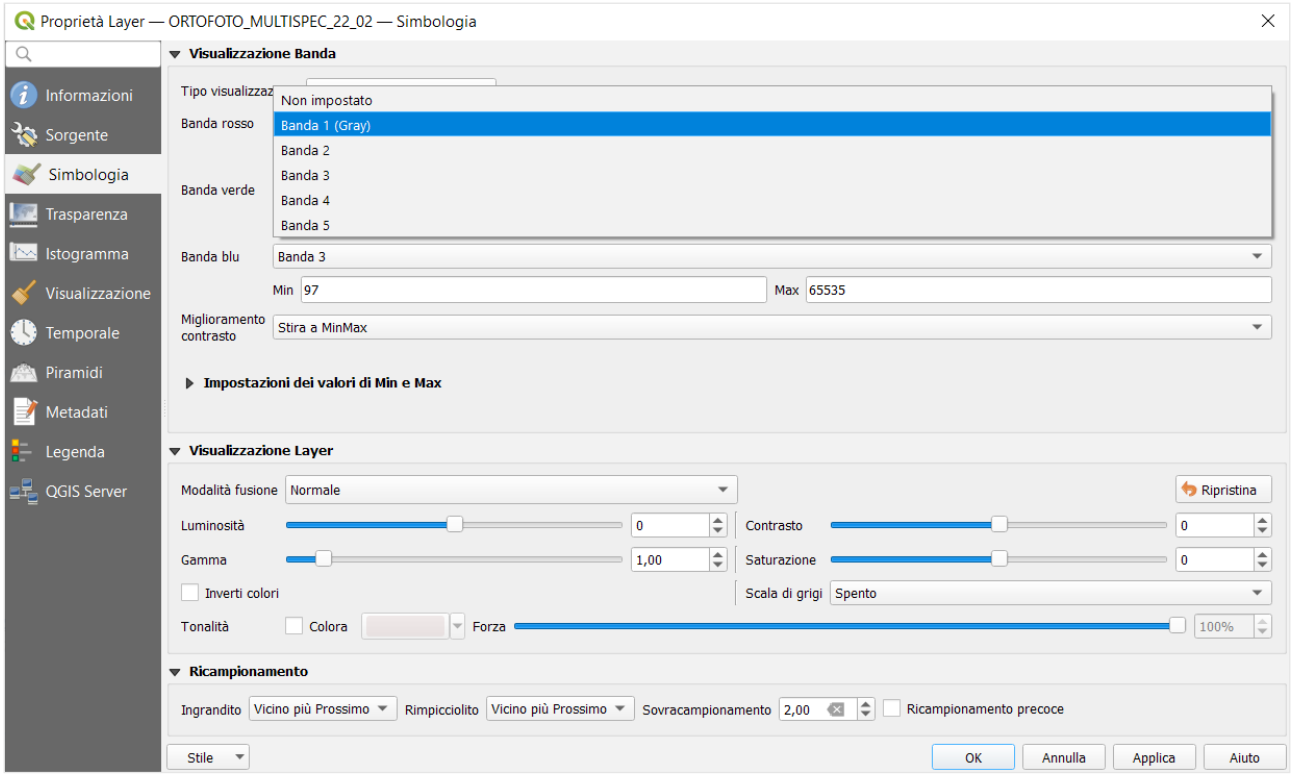
Il software utilizzato consente di visualizzare le delle singole bande spettrali, anche realizzare visualizzazioni a falsi colori e calcolare i vari indici spettrali. Proprio questi ultimi, in particolare, tipicamente visualizzati in scala di grigi, potranno anche essere visualizzati in scale di colori differenti tra loro, in modo da mettere in evidenza in modo più netto l'eventuale presenza di elementi/zone di interesse. La possibilità, poi, di "stretchare" la visualizzazione e zoomare in un determinato punto, permette, infine, un'analisi più approfondita di dettaglio.

Occorre sottolineare l'importanza del contributo dell'operatore che, con attenzione, dovrà ricercare gli opportuni segnali utili a verificare la presenza di eventuali resti/elementi sotterrati e, anche, l'apporto degli altri dati già presenti nel software (planimetrie e carte georiferite), utili per confronti e per un'eventuale validazione di quanto rinvenuto.

/ Visualizzazione falsi colori

Il software Qgis permette di modificare la modalità di visualizzazione e gestione di un dato raster, ad esempio un'ortofoto o un DTM/DSM. Nel caso dell'ortofoto multispettrale generata seguendo il workflow illustrato nei paragrafi precedenti, invece delle tradizionali tre bande delle immagini true colour, vi saranno 6 bande distinte.

La presenza di queste diverse bande fa sì che attraverso un semplice processo di associazione con i rispettivi canali RGB si possa ottenere un'immagine a falsi colori. Tutto questo è possibile semplicemente andando modificare le

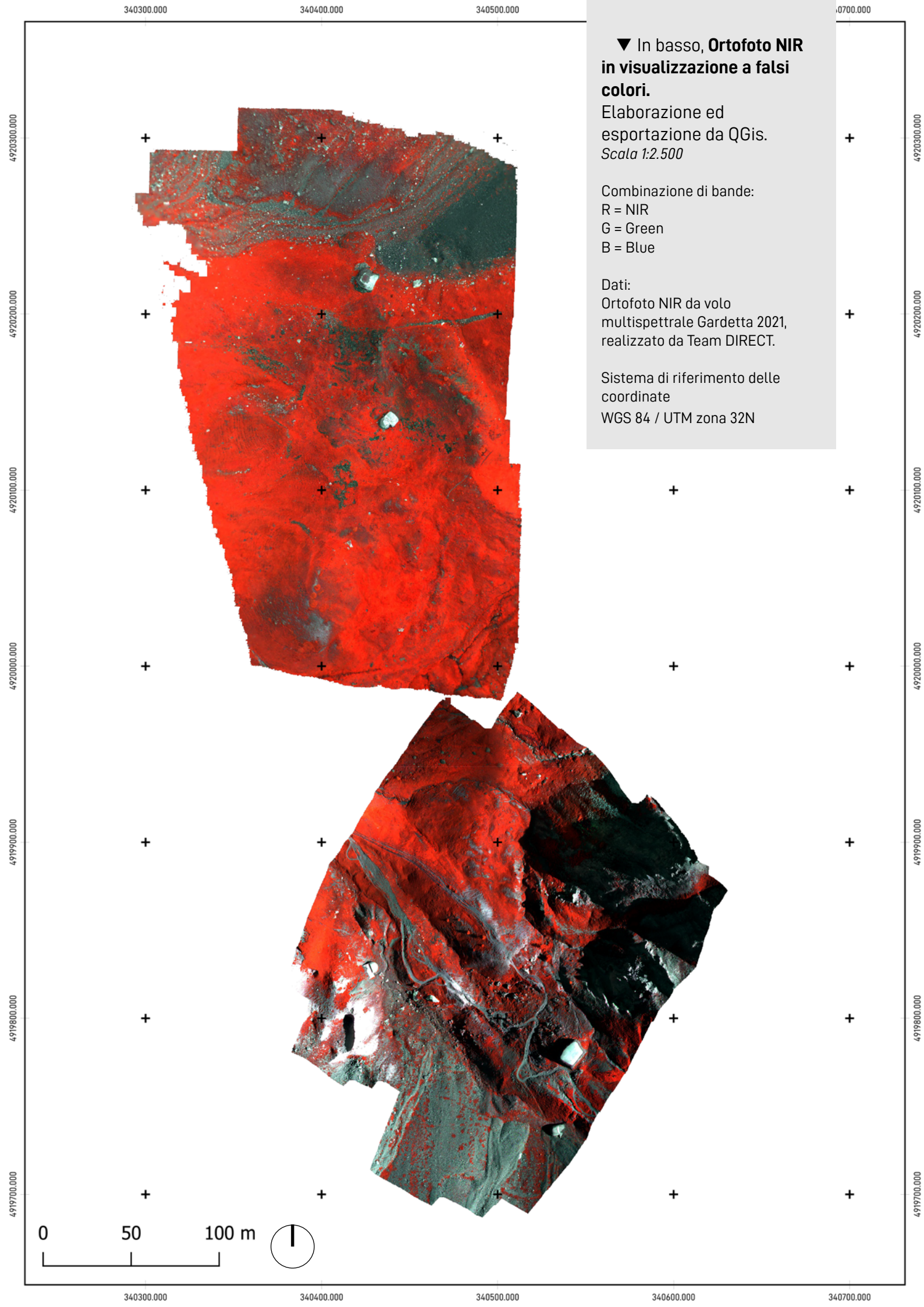


impostazioni di visualizzazione di banda, ritrovabili nella finestra "Simbologia" del layer relativo all'ortofoto.

Le bande, tuttavia, non sono denominate per mezzo del colore ma con una numerazione crescente che segue l'ordine crescente delle lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico.
Quindi la Banda 1 corrisponderà al Rosso, Banda 2 al Verde, Banda 3 al Blu, Banda 4 al Red Edge e, infine, la Banda 5 al Near Infrared.

Come anticipato nel paragrafo 7.3.2, utilizzando le opporture sintesi NIR e RE è possibile visualizzare le due bande spettrali a colori.

▲ In alto, **Finestra *Proprietà layer di Ortofoto multispettrale.***
Dettaglio visualizzazione banda con assegnazione al relativo canale RGB (sinistra) della banda da elenco (destra).
Fonte: Screenshot da software QuantumGis.

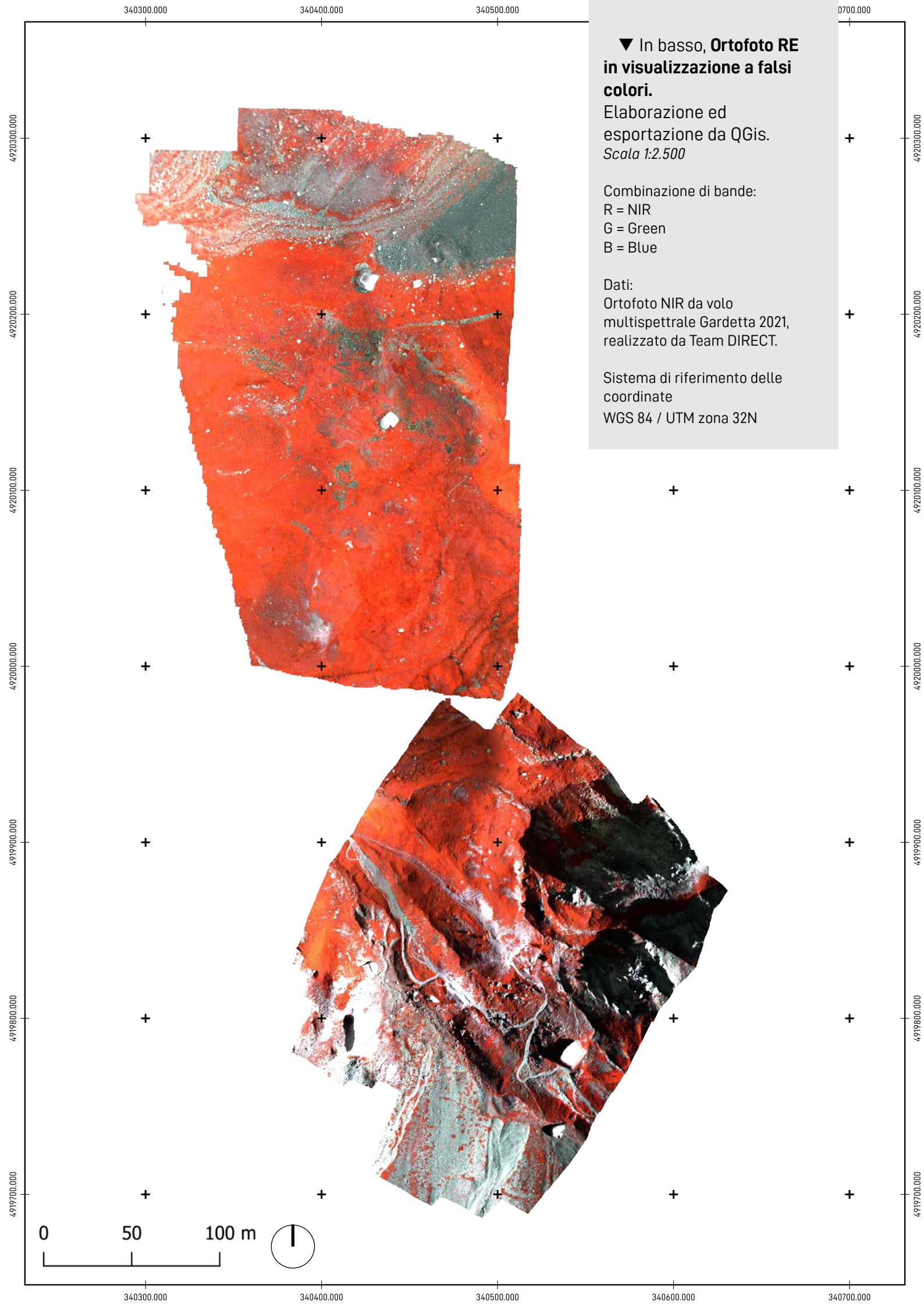


▼ In basso, **Ortofoto NIR in visualizzazione a falsi colori.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Combinazione di bande:
R = NIR
G = Green
B = Blue

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Ortofoto RE in visualizzazione a falsi colori.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

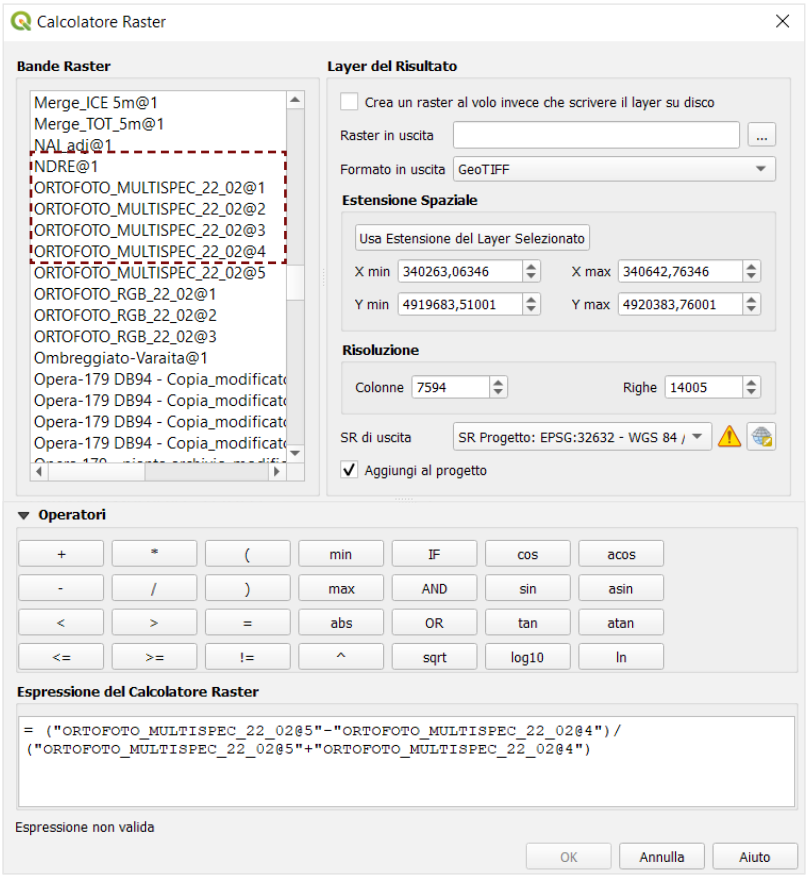
Combinazione di bande:
R = NIR
G = Green
B = Blue

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

/ Indici spettrali

L'applicazione degli indici spettrali viene eseguita a partire dalle diverse bande spettrali dell'ortofoto che, tramite le formule degli indici, vengono opportunamente combinate fino ad ottenere un'ulteriore immagine raster differente dalla precedente e in grado di far risaltare determinati elementi rispetto a quest'ultima.
Per fare ciò, si sfrutta una funzionalità del software denominato "Calcolatore Raster" che, tramite opportune espressioni da inserire nella riga in basso della finestra, permette di lavorare sulle diverse bande dei raster. Come si vede, per ogni raster riportate nel progetto, vengono presentate tutte le sue bande. In rosso, evidenziate le 5 bande dell'ortofoto multispettrale.



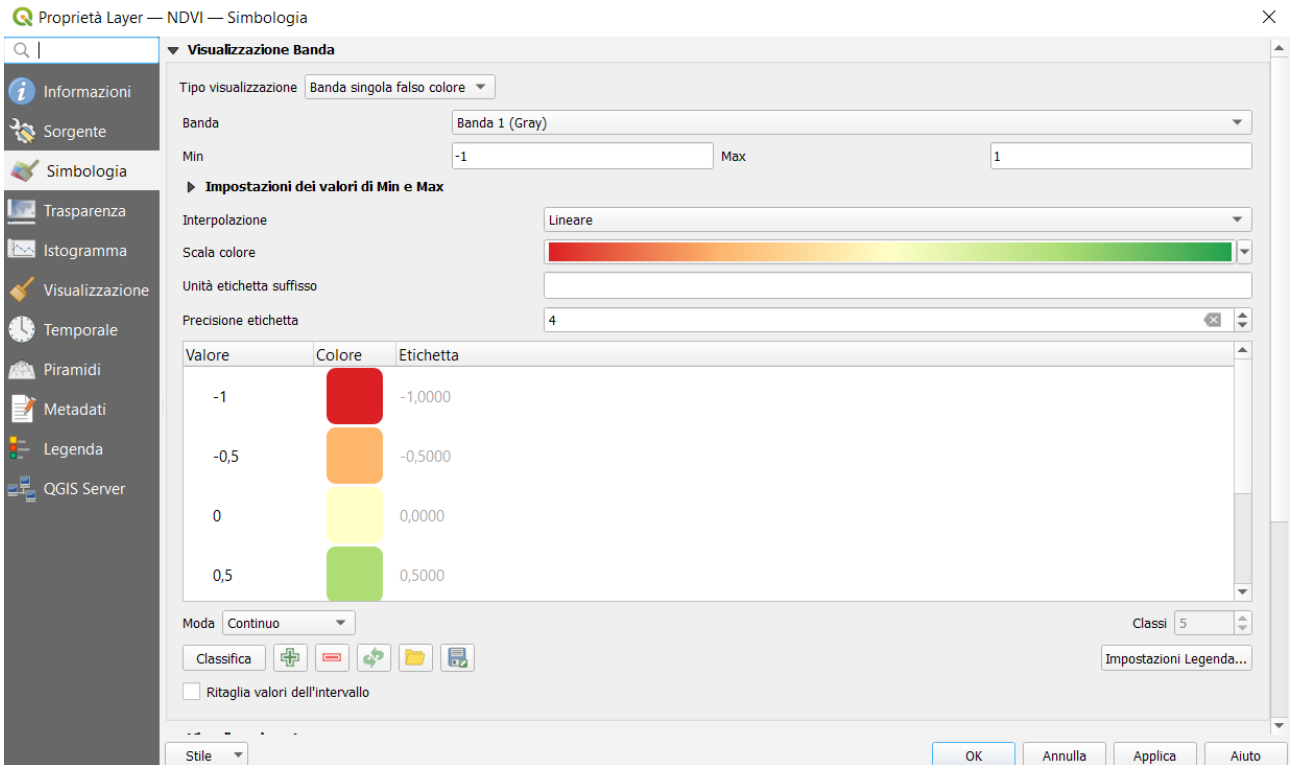
▶ A destra, **Finestra comando *Calcolatore Raster*.**
In *Bande Raster* sono presenti tutte le bande di tutti i file raster caricati sul progetto, a destra le opzioni di salvataggio del fine in uscita mentre in basso operatori e barra di scrittura per le espressioni da effettuare.

E' riportato, a titolo di esempio, l'espressione usata per il calcolo dellindice NDVI mentre, in rosso, sono evidenziato le bande del raster ORTOFOTO MULTISPETTRALE GARDETTA.

Fonte: Screenshot da software QuantumGis.

Una volta effettuato il calcolo ed esportato il raster in uscita, questo sarà visualizzato in scala di grigio.
Ancora una volta, agendo sulla visualizzazione del layer sarà possibile modicarne la colorazione, scegliendone una più appropriata e efficace per l'analisi.
Solitamente, per gli indici è stata utilizzata una visualizzazione singola in falso colore, dove per "singola" si intende l'unica banda in uscita dalla fusione delle precedenti tramite indice mentre i "falsi colori" sono definiti da una scala colore, costituita da sfumature di due colori differenti.

Zoomando e *stretchando* le varie rappresentazioni degli



▲ In alto, **Finestra *Proprietà layer di Ortofoto multispettrale.*** Modalità di visualizzazione per raster ad unica banda in falso colore, definito per mezzo del comando "scala colore" che permette di scegliere la gamma di colori da utilizzare per la rappresentazione.

A titolo d'esempio, sono visualizzati valori e colori della visualizzazione scelta per l'indice NDVI.

Fonte: Screenshot da software QuantumGis.

indici è stato, quindi, possibile definire delle aree di interesse differenti dalle circostanti per colore, tono e/o geometria oltre che per risposta spettrale.

Come verrà approfondito nel prossimo capitolo, inoltre, non tutti gli indici hanno fornito una buona risposta, anzi, alcuni addirittura sono risultati praticamente inefficaci o inutilizzabili. In particolare, l'indice NAI che sembrava piuttosto promettente, in realtà è stato utilizzato "aggiustandolo" alle bande di cui si era in possesso, finendo quindi per ottenere dei valori molto simili a quelli dell'indice NDVI.
Il NAI, infatti, sviluppato sulle lunghezze d'onda delle bande delle immagini satellitari WV2, lavora con le bande di 700 e 800 µm che, rispettivamente, ricadono nel campo del Red Edge e del Vicino Infrarosso. In questa sede, tuttavia, poiché l'UAV utilizzata non acquisisce queste precise lunghezze d'onda, si è optato per utilizzare i valori ad esse più prossimi, come segue:

Formula NAI:

$$NAI = (800\ \mu m - 700\ \mu m)/(800\ \mu m + 700\ \mu m)$$

Ma al posto di 800 µm si usa NIR e al posto di 700 µm si una RE, così diventa:

$$NAI\_mod = (NIR - RE)/(NIR+RE)$$

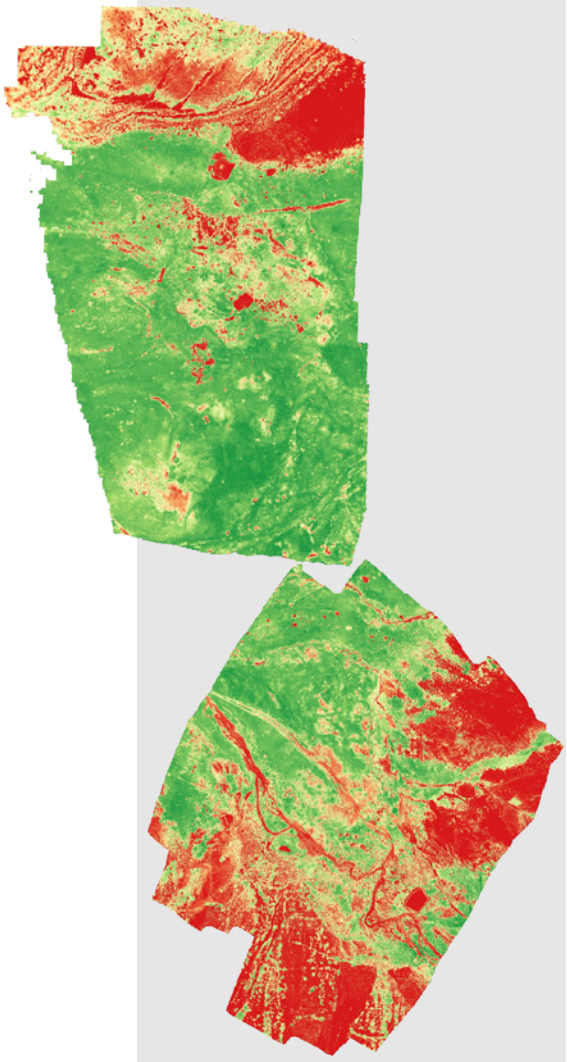
07

7.5 Risultati ottenuti e analisi comparativa con dati da rilievo 3D

▼ In basso, **Sintesi di indice NDVI - Scala valori ridotta.** Elaborazione ed esportazione da QGis.*Scala 1:2.500*

Legenda indice NDVI - scala ridotta





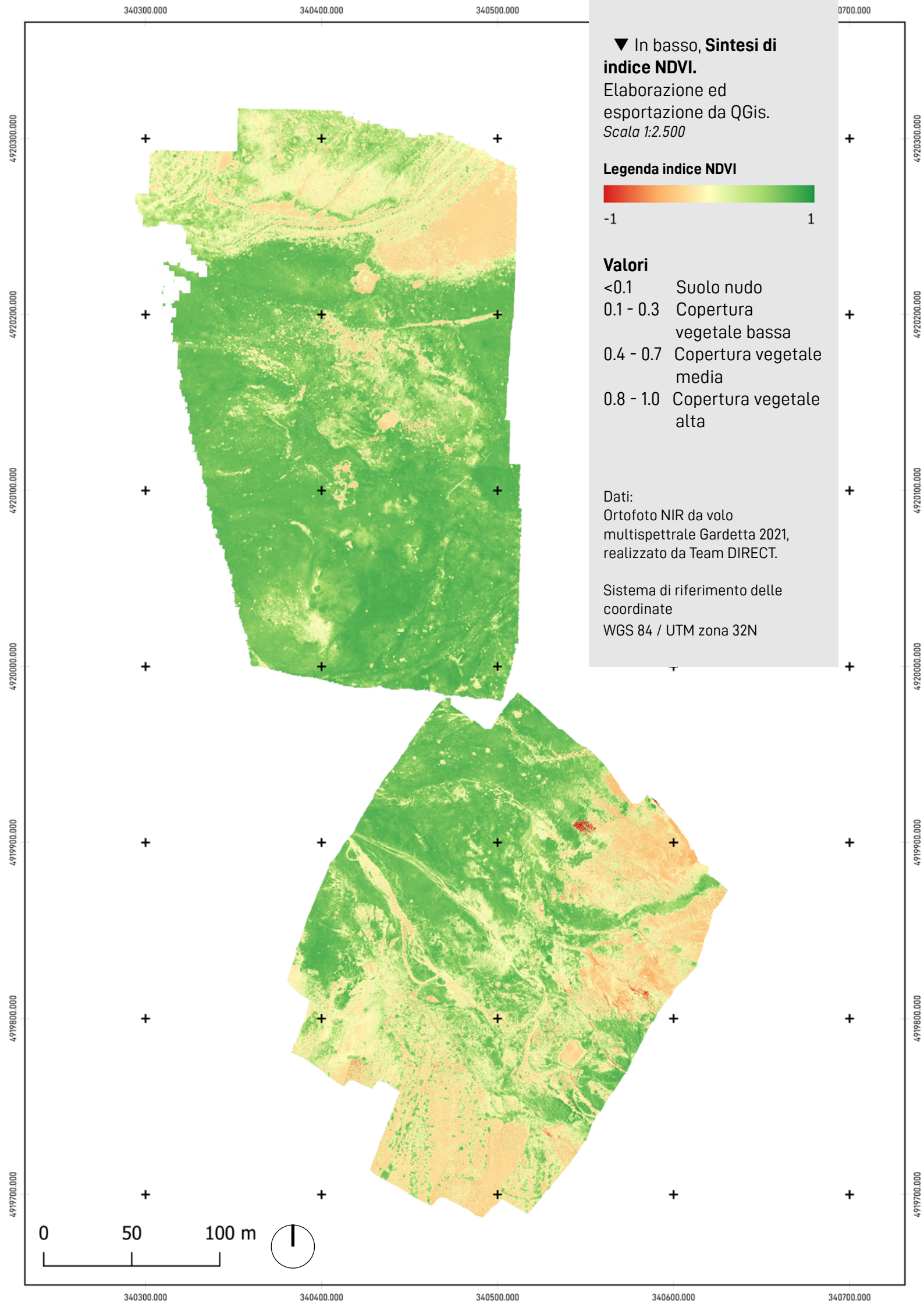
In questo capitolo sono riportate le rappresentazioni a falsi colori di ogni indice analizzato. Come si vedrà, per alcuni indici il range di valori è talmente ampio che la visualizzazione alla scala presentata non è molto efficace e, soprattutto, non aiuta l'interpretazione. Per questa ragione, lo studio è stato effettuando modificando i valori della scala di colori per evidenziare meglio il contrasto tra aree limitrofe. Questo ha permesso di ottenere delle immagini più efficaci nel processo di interpretazione.

Proprio in funzione di ciò, nei capitoli successivi, suddivisi per tipologia di sistema fortificato e numero di opera, sono riportati stralci delle visualizzazioni degli indici più significativi con evidenziati i relativi risultati. Questi, inoltre, sono stati confrontati con altre fonti e dati, tra i quali quelli ottenuti dal rilievo metrico tridimensionale, al fine di avere una validazione di quanto emerso.

Invece, per comprendere al meglio in che modo migliora la visualizzazione dell'ortofoto dopo aver applicato i diversi i indici, cambiando il range di valori presi in esame, a lato viene riportato l'esempio offerto dall'indice NDVI.
Mentre a destra è proposta la rappresentazione in falsi colori nel suo range complessivo, da -1 a +1, a sinistra si ha una visualizzazione in un range ridotto, tra -0,13 a + 0,83.

La differenza tra le aree ricoperte da vegetazione e aree rocciose è decisamente più evidente così come sono evidenti le aree con piante più rigogliose, in verde scuro.

Per effettuare quest'operazione di *stretch* della scala di valori è stato sufficiente modificare, dalla finestra Proprietà layer, il range di visualizzazione, passando dalla modalità "Intero raster" a "Mappa aggiornata". Questo permette, zoomando l'ortofoto, di aggiornare il range di valori visualizzati e quindi i colori dell'immagine, adattandoli alla porzione compresa nel riquadro dello schermo.



▼ In basso, **Sintesi di indice NDVI.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice NDVI

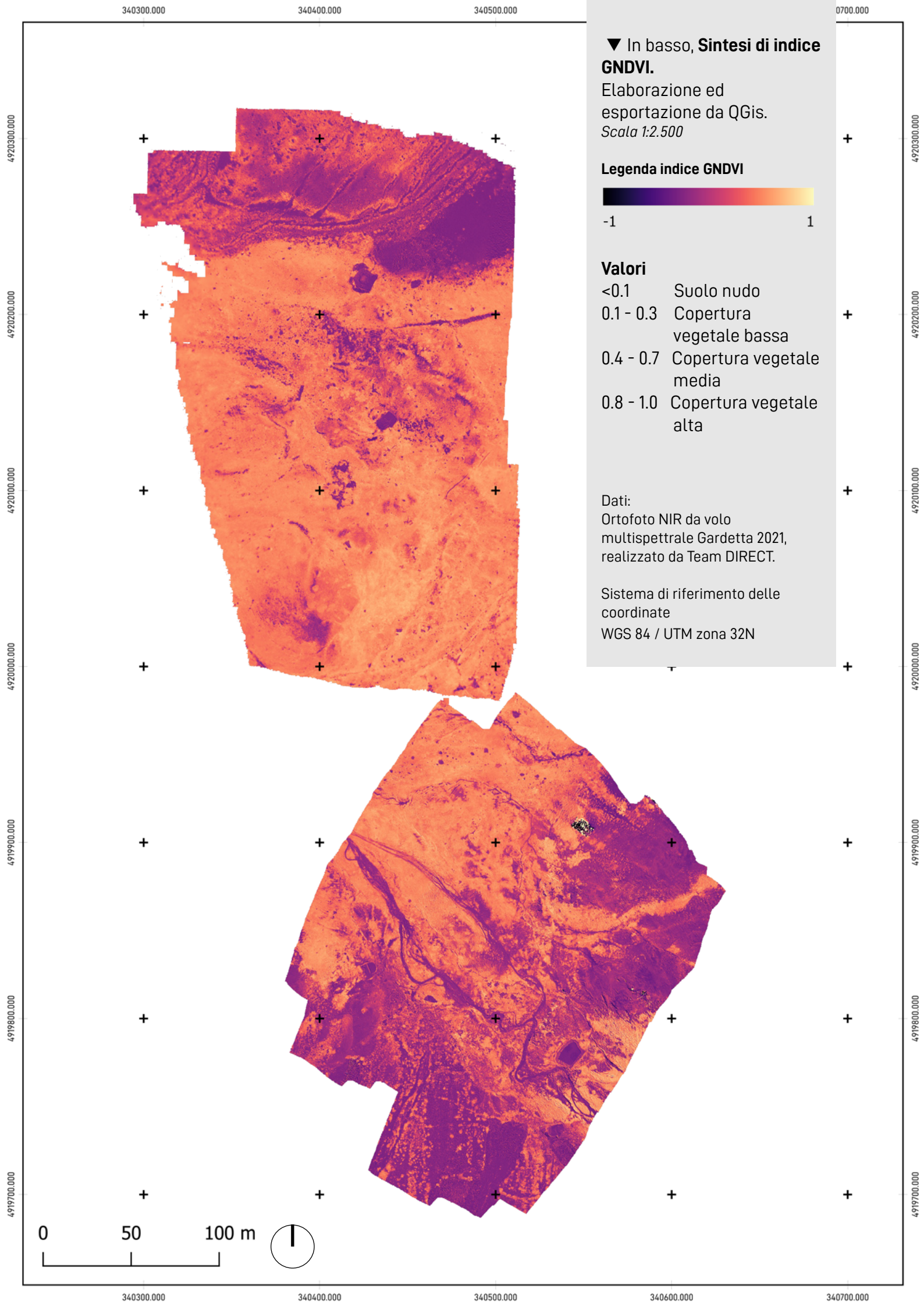
-1 1

Valori

<0.1	Suolo nudo
0.1 - 0.3	Copertura vegetale bassa
0.4 - 0.7	Copertura vegetale media
0.8 - 1.0	Copertura vegetale alta

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Sintesi di indice GNDVI.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice GNDVI

-1 1

Valori

<0.1	Suolo nudo
0.1 - 0.3	Copertura vegetale bassa
0.4 - 0.7	Copertura vegetale media
0.8 - 1.0	Copertura vegetale alta

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Sintesi di indice NDRE.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice NDRE

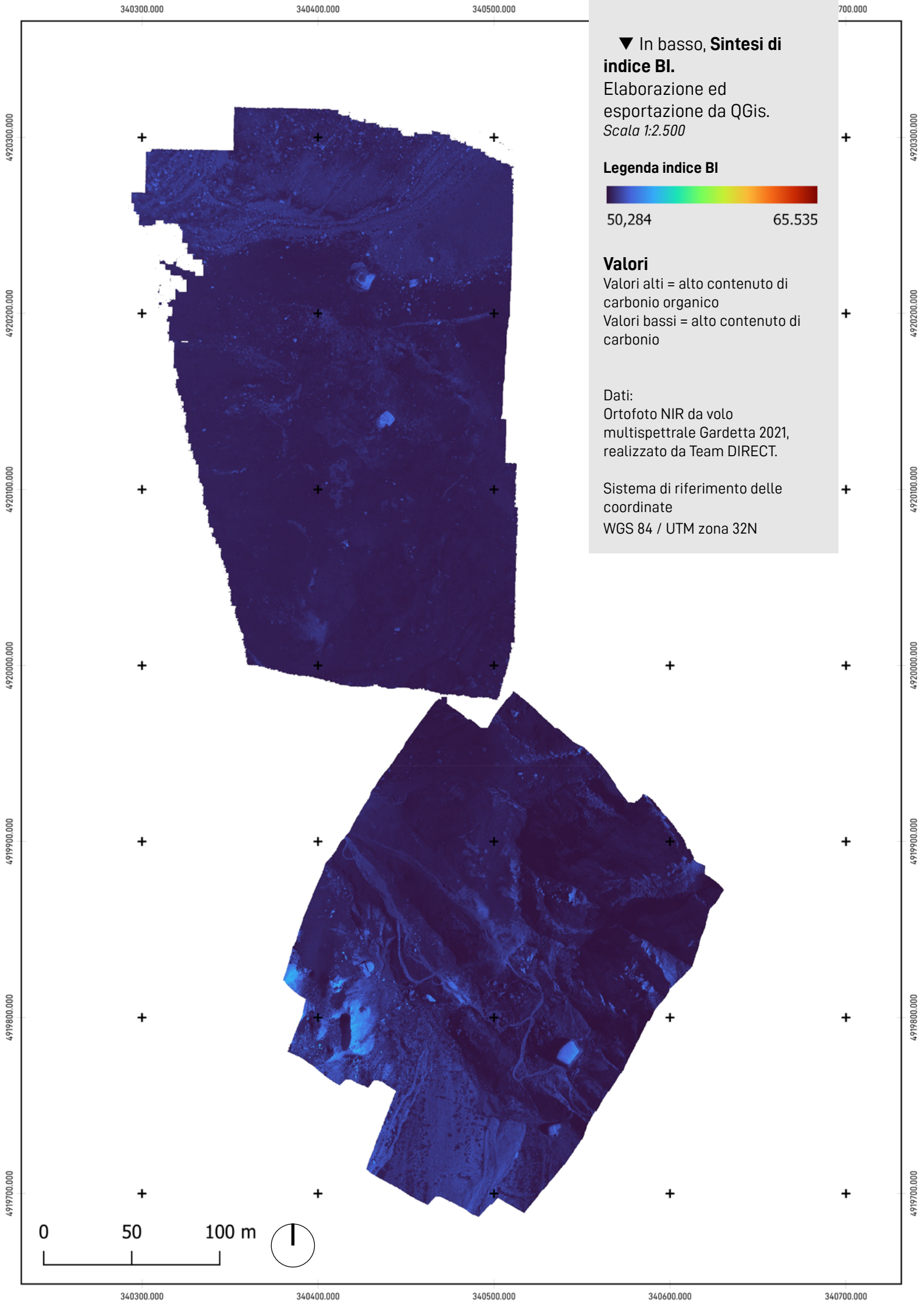
-1 1

Valori

<0	Oggetto inanimato o morto
0 - 0.3	Materiale vegetale insalubre o stressato
0.3 - 0.6	Moderatamente sano
0.6 - 1.0	Molto sano

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Sintesi di indice BI.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice BI

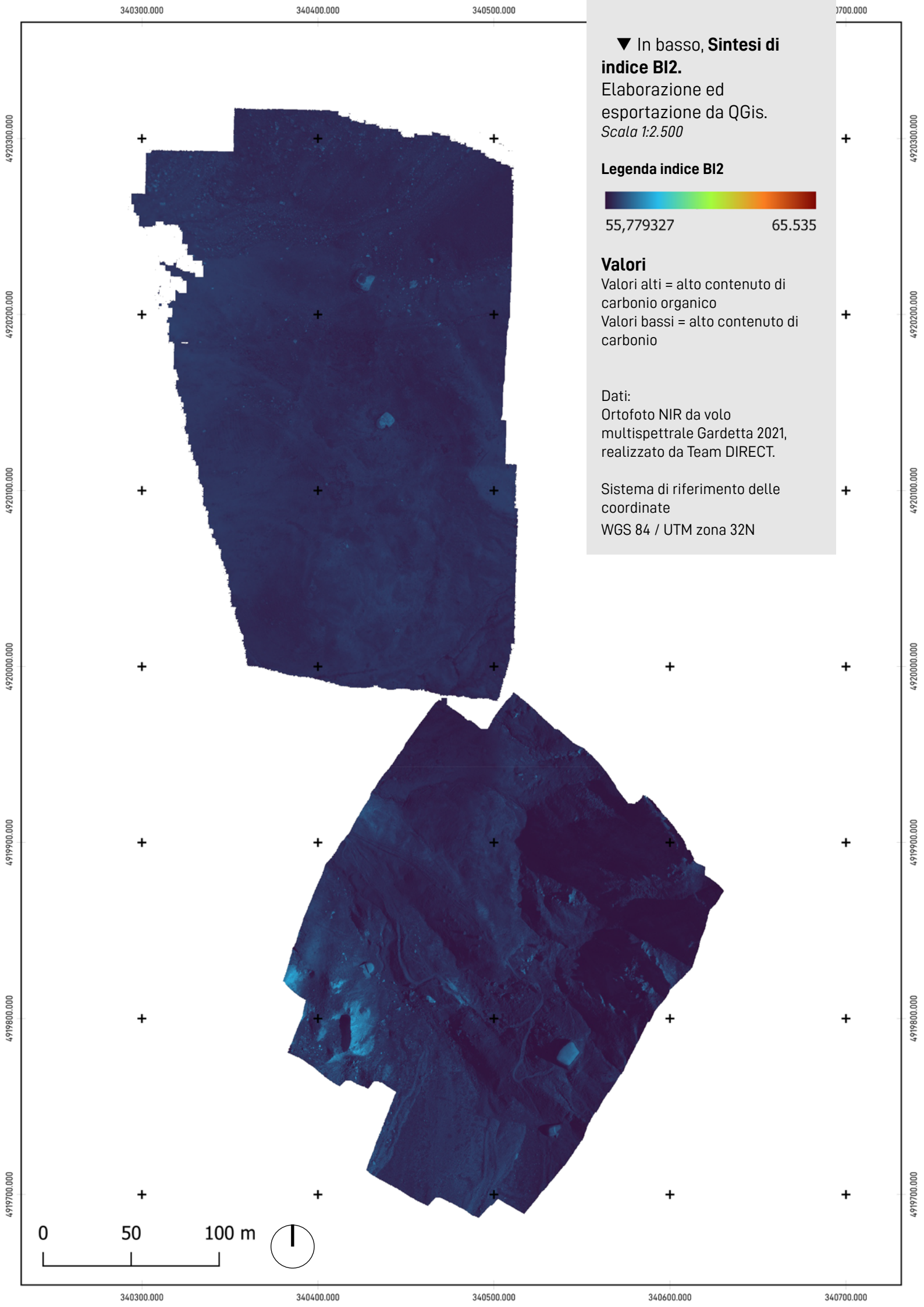
50,284 65.535

Valori

Valori alti = alto contenuto di carbonio organico
Valori bassi = alto contenuto di carbonio

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Sintesi di indice BI2.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice BI2

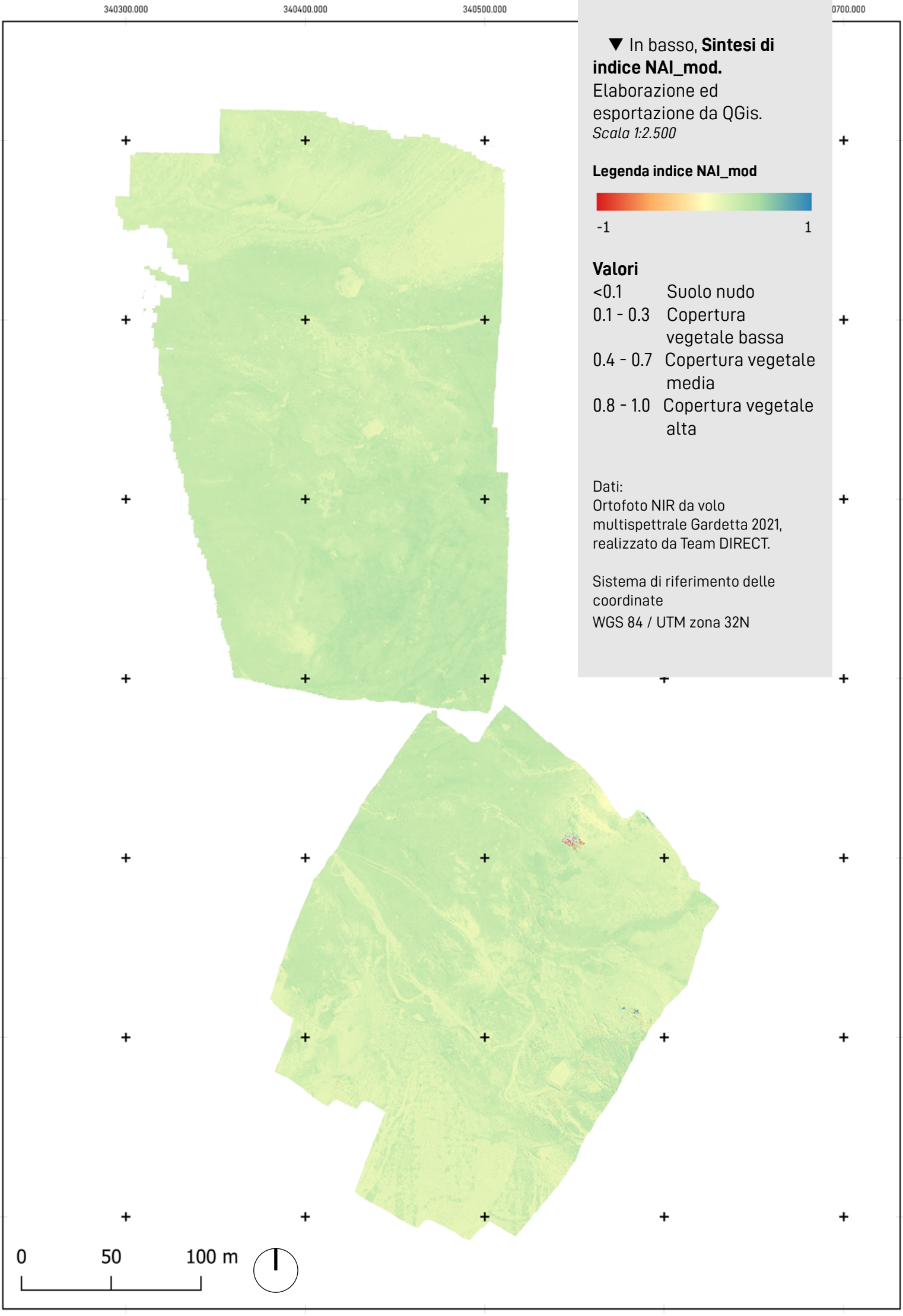
55,779327 — 65.535

Valori

Valori alti = alto contenuto di carbonio organico
Valori bassi = alto contenuto di carbonio

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Sintesi di indice NAI_mod.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice NAI_mod

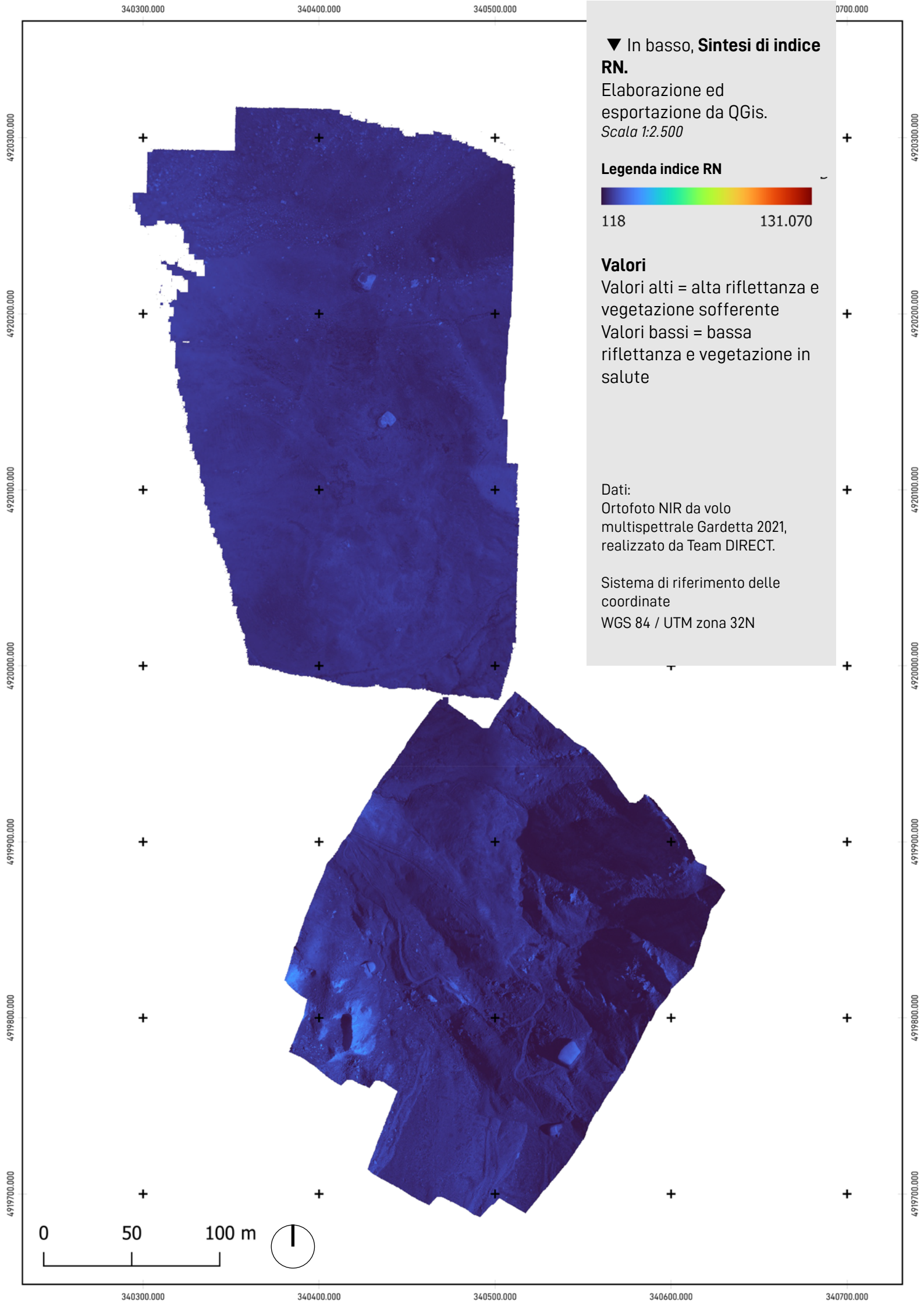
-1 1

Valori

<0.1	Suolo nudo
0.1 - 0.3	Copertura vegetale bassa
0.4 - 0.7	Copertura vegetale media
0.8 - 1.0	Copertura vegetale alta

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



▼ In basso, **Sintesi di indice RN.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.
Scala 1:2.500

Legenda indice RN

118 131.070

Valori
Valori alti = alta riflettanza e vegetazione sofferente
Valori bassi = bassa riflettanza e vegetazione in salute

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

07

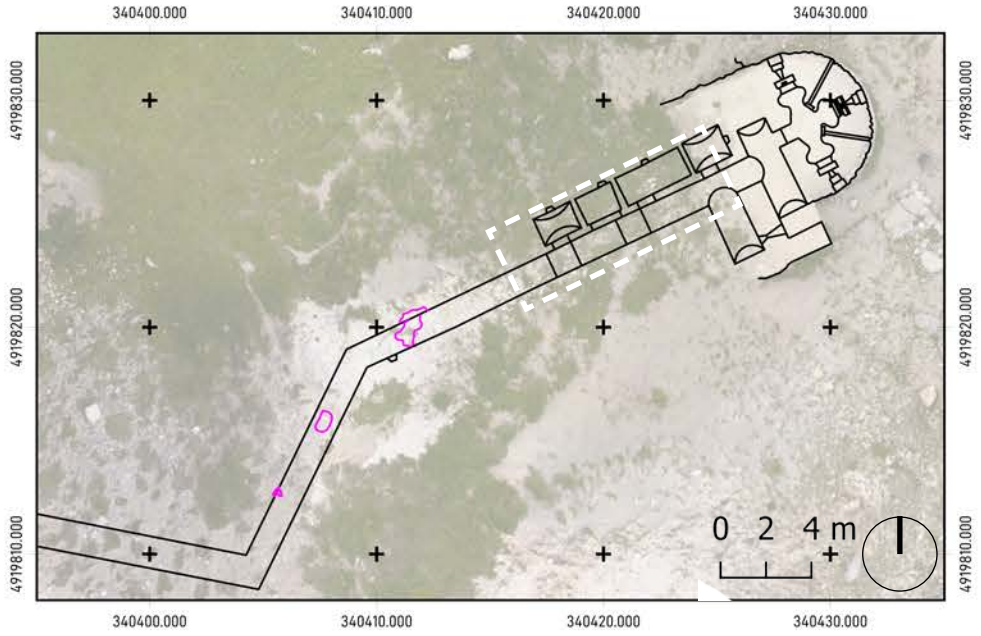
7.6 Opera 179

L'analisi dell'opera 179 è stata sviluppata su due aspetti differenti.
Una prima analisi ha riguardato la possibile individuazione di manufatti interrati e il riconoscimento indicativo della loro planimetria. L'idea è quella di sperimentare un metodo attraverso cui verificare la presenza e l'ingombro generale di una struttura, come in questo caso, scavata nel sottosuolo sfruttando le potenzialità delle tecnologie connesse al Remote Sensing che permettono di eseguire indagini e analisi da remoto senza la necessità del contatto diretto con il manufatto studiato.

Il secondo tentativo di applicazione dell'analisi multispettrale, invece, è stato fatto nella ricerca di crolli, distacchi e fratture delle opere in caverna allo scopo, ancora una volta, di verificarne la presenza e, più in generale, controllare le condizioni del manufatto senza necessariamente accedervi.

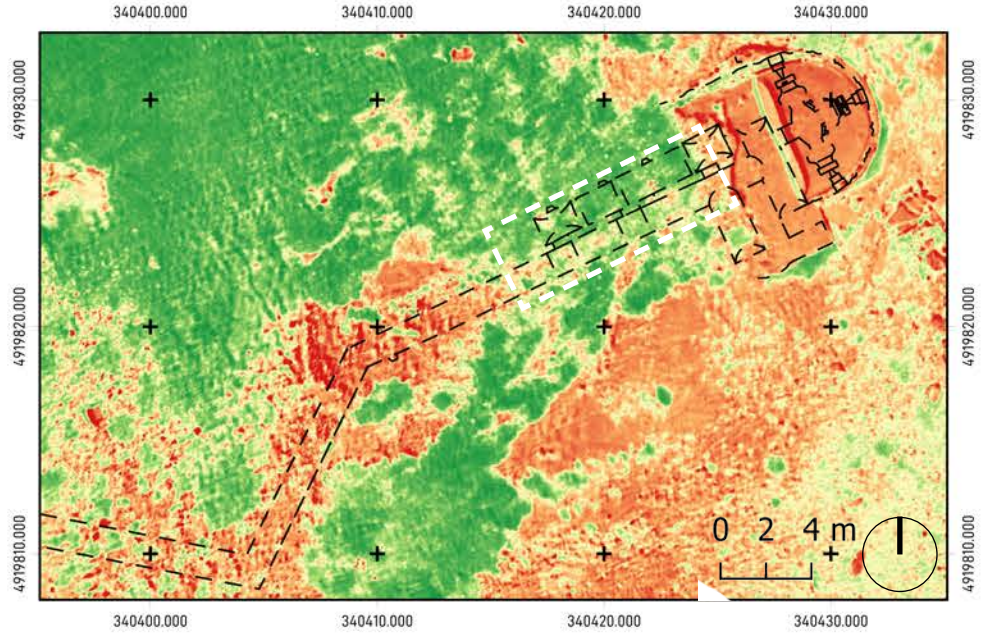
C'è, però, da tenere presente che, trattandosi di opere scavate nella roccia, alcune porzioni anche estese, raggiungono profondità piuttosto elevate. L'analisi, quindi, sia in questo caso che nei capitoli successivi, ha fornito dei risultati solo in quelle aree che, seppur interrate, sono ancora relativamente vicine alla superficie e, quindi, ancora in grado di influenzare, il vigore della vegetazione.

Un'ulteriore ragionamento, infine, riguarda i risultati ottenuti. Essi, ovviamente, sono influenzati da diverse variabili come la calibrazione dei sensori della fotocamera o ancora l'accuratezza dei rilievi e della georeferenziazione della cartografia storica usata. La metodologia adottata, per quanto non ancora perfetteramete replicabile per via delle condizioni appena elencate, rappresenta comunque un'opportunità molto interessante nell'ambito delle indagini non invasive del patrimoni.



◀ A sinistra, **Ortofoto RGB porzione opere 179.** Caponiera e corridoio verso camerone. Elaborazione ed esportazione da QGis.

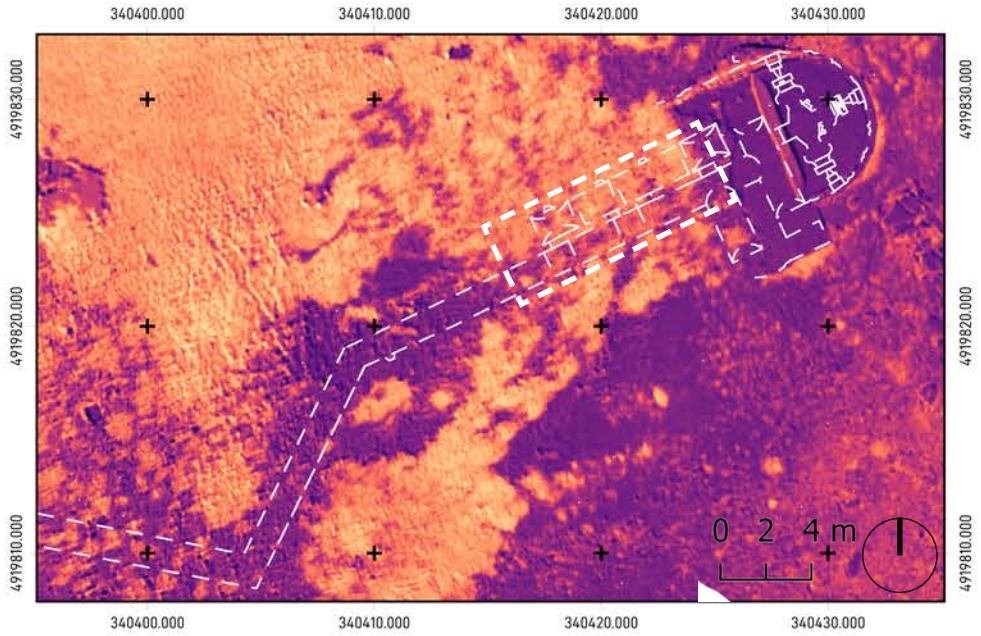
Pianta opera 179
Crolli e distacchi generali



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDVI.**

Legenda indice NDVI - scala ridotta

-0,337 0,837



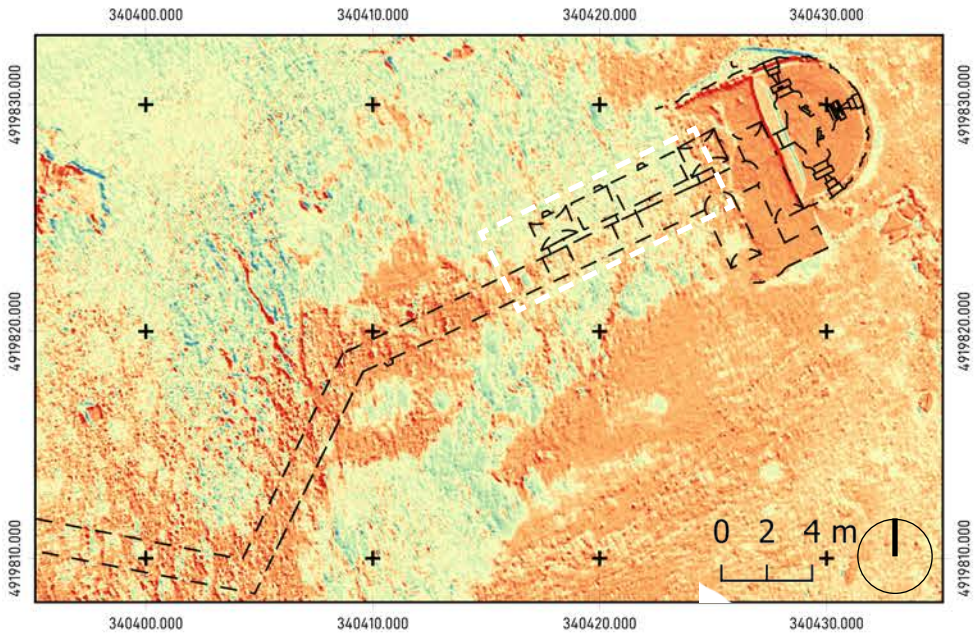
◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice GNDVI.**

Legenda indice GNDVI - scala ridotta

-0,783 0,864

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 179 da nuvola di punti.

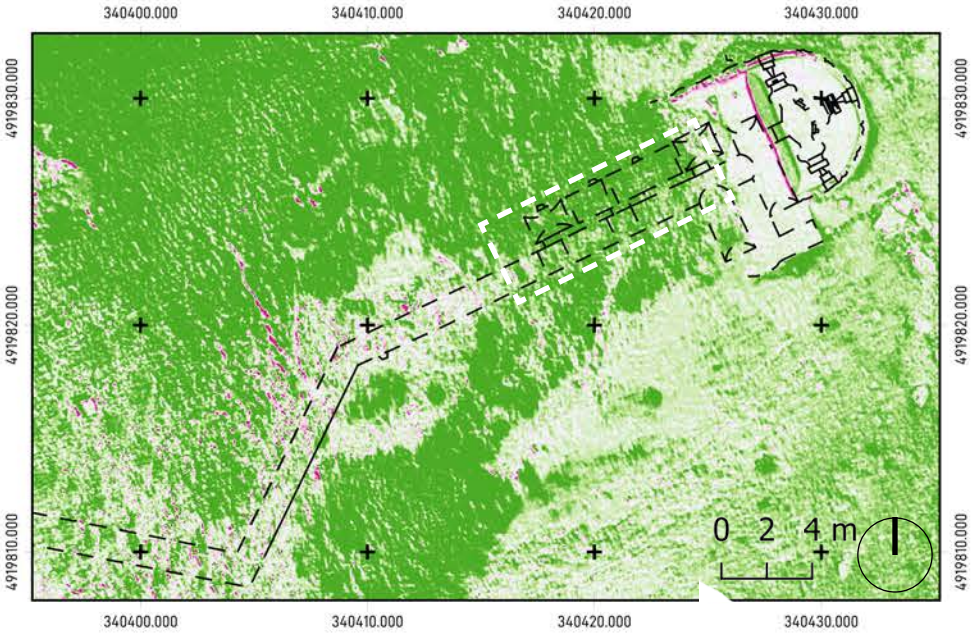
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NAI_mod.**

Legenda indice NAI_mod - scala ridotta





◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDRE.**

Legenda indice NDRE - scala ridotta

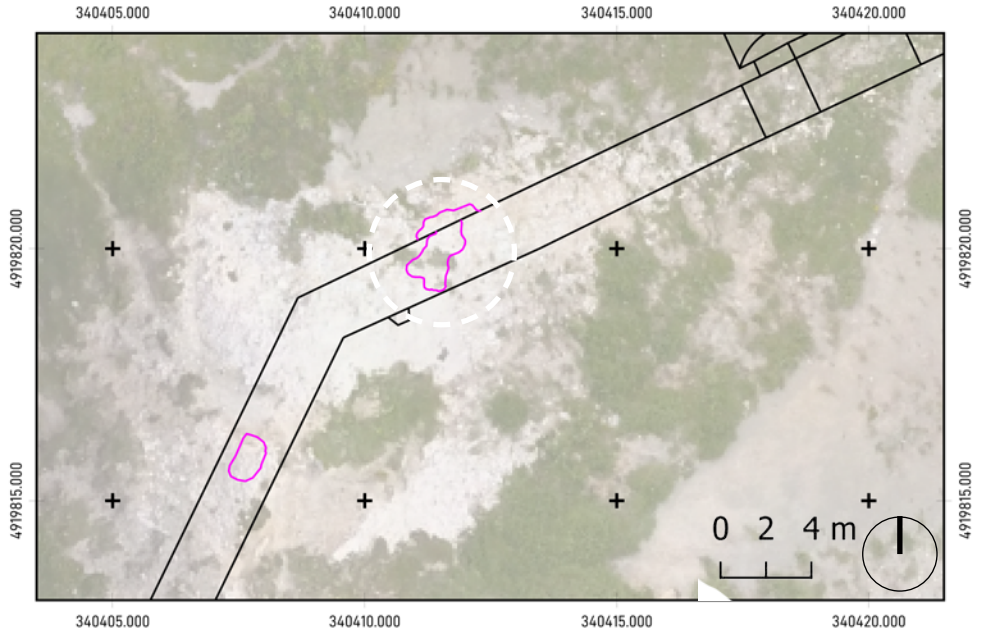


Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 179 da nuvola di punti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

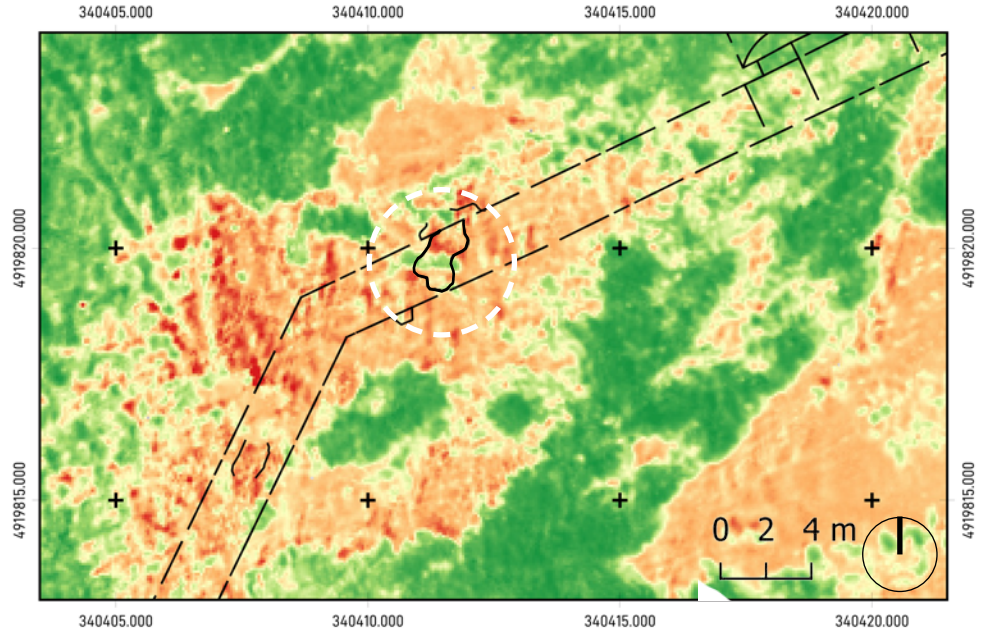
L'area in cima all'opera 179, a nord-est, appare ricca di vegetazione ma con dei tratti rocciosi, come si può osservare nell'ortofoto a veri colori. Se un primo confronto tra questa e la planimetria dell'opera georiferita mette in risalto come il perimetro dei tratti privi di vegetazione segua, in qualche modo, l'andamento del corridoio dell'opera, sono gli indici spettrali a fornire un'immagine più chiara della situazione.

L'indice NDVI, infatti, proprio nella porzione al di sopra il cunicolo rileva una crescita medio/bassa della vegetazione (oltre che ad estese aree di roccia nuda) che, a confronto con l'indice, NDRE appare stressata o insalubre. In particolare, mentre l'area circostante è di un verde intenso, la porzione sul corridoio appare più chiara e con valori vicini allo 0. C'è da specificare, comunque, che l'area rappresentata in verde scuro ha valori superiori al 0.3 ma, avendo ridotto la scala dell'indice a solo l'area dell'opera 179, tutti i valori che si attestano al di sopra e al di sotto del minimo e del massimo della scala, vengono accorpati ai valori più alti visualizzabili. Informazioni simili agli indici appena citati risultano anche dall'indice GNDVI e dall'indice NAI.



◀ A sinistra, **Ortofoto RGB porzione opere 179.** Caponiera e corridoio verso camerone. Elaborazione ed esportazione da QGis.

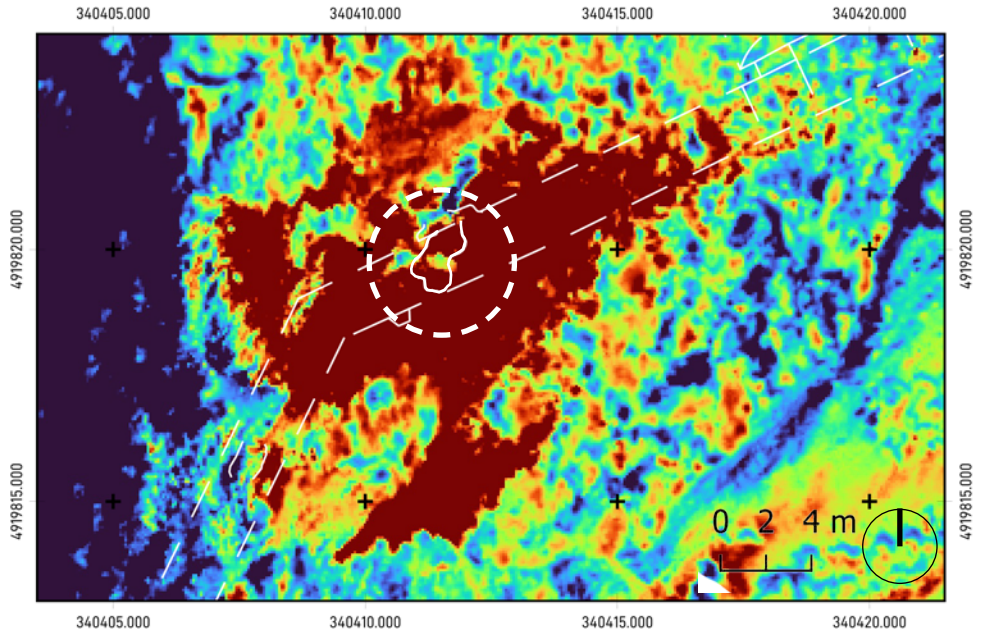
Pianta opera 179
Crolli e distacchi generali



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDVI.**

Legenda indice NDVI - scala ridotta

-0,539 0,84



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice RN.**

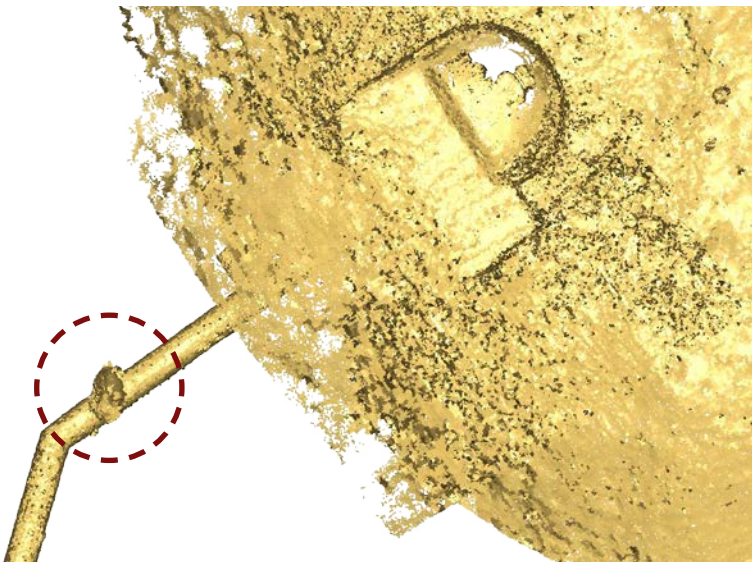
Legenda indice RN - scala ridotta

5.152 12.581

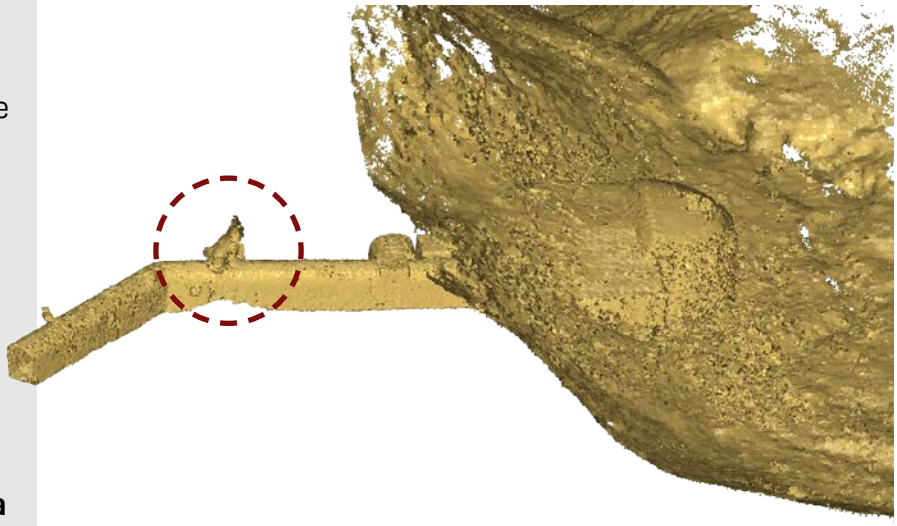
Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 179 da nuvola di punti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

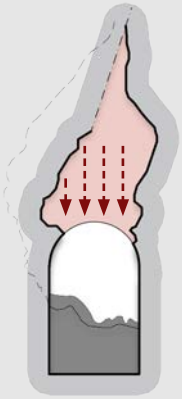
▶ A destra, **Stralcio di nuvola di punti - opera 179.** Vista dall'alto di caponiera e porzione del corridoio, con crollo evidenziato in rosso. Elaborazione ed esportazione da 3DReshaper.



▶ A destra, **Stralcio di nuvola di punti - opera 179.** Vista laterale di caponiera e porzione del corridoio, con crollo evidenziato in rosso. Elaborazione ed esportazione da 3DReshaper.



▼ In basso, **Stralcio di pianta stato di fatto - opera 179 e sezione G-G'.** Nella sezione è schematizzata la modalità di crollo avvenuto nell'area di analisi.



Crollo di porzione della volta e accumulo di materiale nella galleria

Partendo da quanto emerso nello step precedente di analisi, incentrato su una porzione di corridoio sito nei pressi della caponiera, si è quindi cercato di approfondire l'indagine, andando a lavorare sul range di visualizzazione degli indici spettrali.

Questo ha permesso circoscrivere l'analisi ad una piccola zolla di verde (indicata nell'ortofoto a colori) che, sovrapposta alla pianta georiferita dell'opera, è situata, circa, a qualche metro dalla curva del corridoio.
Per quanto concerne l'indice NDVI, innanzittuo, questa zona appare di un verde più chiaro, quasi giallo, rispetto invece al verde più acceso delle aree circostanti e quindi, parrebbe sensato dire che la vegetazione presente in questo punto sia più rada e meno rigogliosa di quella cresciuta nelle altre porzioni del versante.
Un risultato simile è stato ottenuto dall'indice RN (Rosso + Nir) che, prendendo in considerazione la banda Nir in cui la vegetazione riemette in modo più intenso e e avendo una risoluzione spettrale maggiore data dalla somma delle due bande, permette di evidenziare quelle zone con una riflettanza più alta. Ciò che si evince è che, rispetto alla riflettanza della vegetazione circostante e anche a quella della roccia nuda, l'area in esame presenta valori che si collocano nella seconda metà della scala di riferimento dell'indice, trattandosi quindi di vegetazione stressata e non in salute come quelle circostanti.

Quello che, però, ha reso l'analisi più interessante è la connessione spaziale tra questa area e un crollo avvenuto precisamente nella roccia sottostante e indicato nella planimetria. Una porzione piuttosto estesa della volta del corridoio dell'opera, infatti, è totalmente collassata, riempiendo la quasi totalità del passaggio di detriti e roccia. Come si evince dalla sezione realizzata dall'elaborazione della nuvola di punti, è un crollo che ha raggiunto una certa profondità nella roccia, probabilmente tale da influenzare anche la crescita della vegetazione soprastante.
Ovviamente la sezione del crollo è da considerare con le opportune cautele, in quanto l'accuratezza del rilievo deriva da quella dello strumento utilizzato in fase di rilievo metrico.

▼ In basso, **A e B| Viste della porzione di volta crollata**; per terra il cumulo di macerie che occupano il corridoio;
C| Vista della cavità risultante dal crollo della volta, in cui si nota un tentativo di rinforzo della struttura con elementi metallici (Corino cita l'uso di cavalli di frisia).



Fonte: Screenshots rielaborati da video realizzato da Jaysheel Shah, Team DIRECT

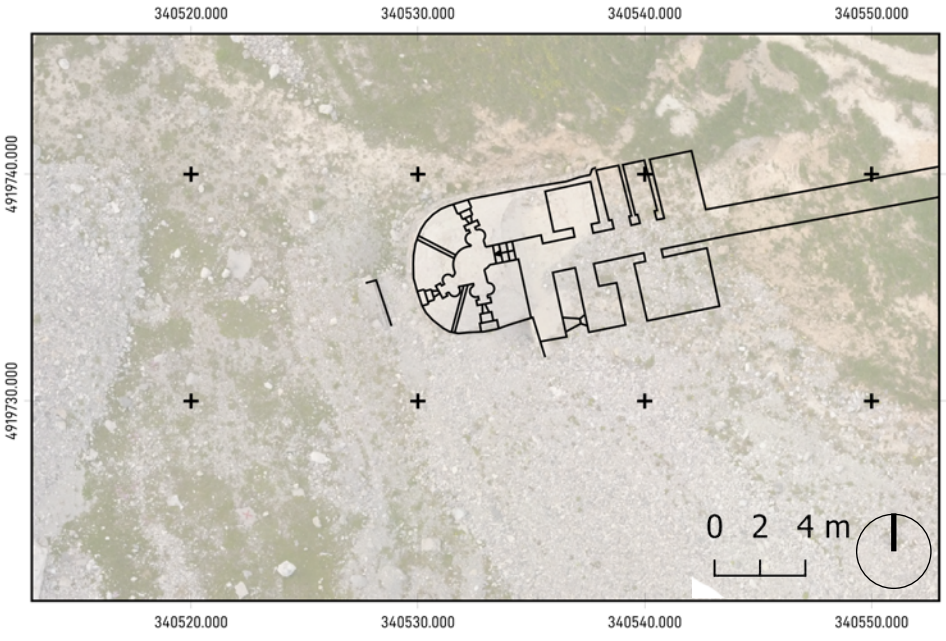
07

7.7 Opera 180

L'opera 180 fornisce un esempio di come gli elementi spettrali della fotointerpretazione, a volte, possano portare a conclusioni errate se non opportunamente validati, ad esempio, prendendo in esame elementi geometrici (es. l'ombra dell'elemento analizzato).

In questo caso, infatti, sia l'indice NDVI che GNDVI (in realtà, anche altri ma, avendo prodotto dei risultati del tutto analoghi e coerenti, sono stati omessi) mettono chiaramente in evidenza due segni netti sul terreno attorno alla caponiera dell'opera 180. Con un confronto con l'ortofoto a colori, realizzata con il primo volo nell'area con acquisizione nel campo del visibile, non appare nulla di particolarmente rilevante né tantomeno appaiono delle differenze così nette tra il terreno e la vegetazione tali da spiegare queste tracce caratterizzate da elevato contrasto radiometrico.

Per questa ragione, è stato effettuato un confronto con l'ortofoto a colori ottenuta dal volo multispettral e derivata dalla sintesi delle tre bande rossa, verde e blu ottenuta dal volo con camera multispettrale (in basso nella pagina seguente). Proprio questo confronto, infatti, ha permesso di realizzare che quei segni derivavano dall'ombra della caponiera proiettata al suolo, che, tra l'altro, generava lo stesso effetto anche nei pressi dell'ingresso, altra zona in ombra della struttura.

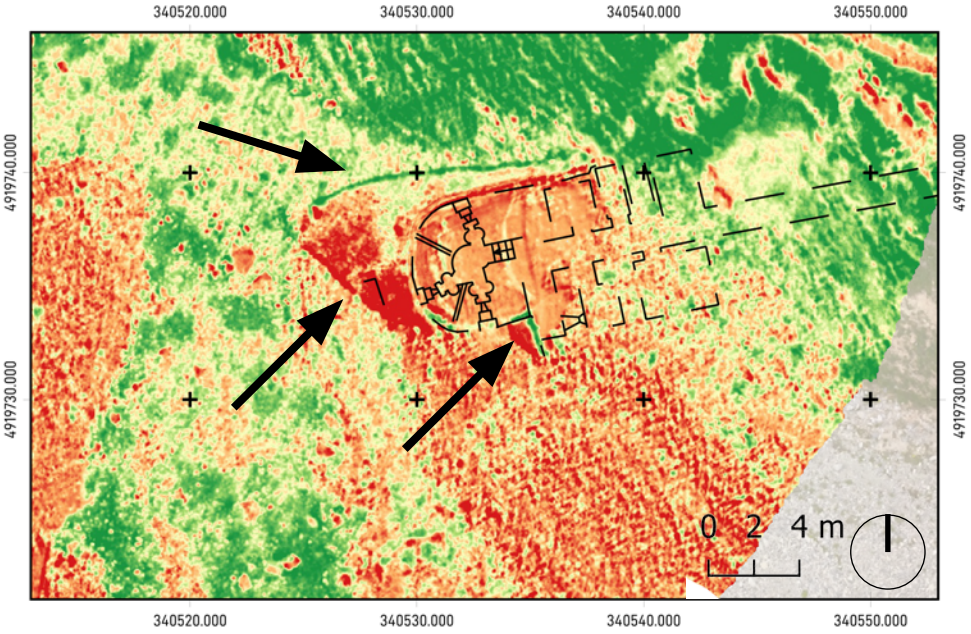


▶ A destra, **Ortofoto RGB (primo volo) porzione opere 180.** Caponiera e corridoio verso camerone. Elaborazione ed esportazione da QGis.

____ Pianta opera 180

Dati:
Ortofoto da volo Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 180 da nuvola di punti.

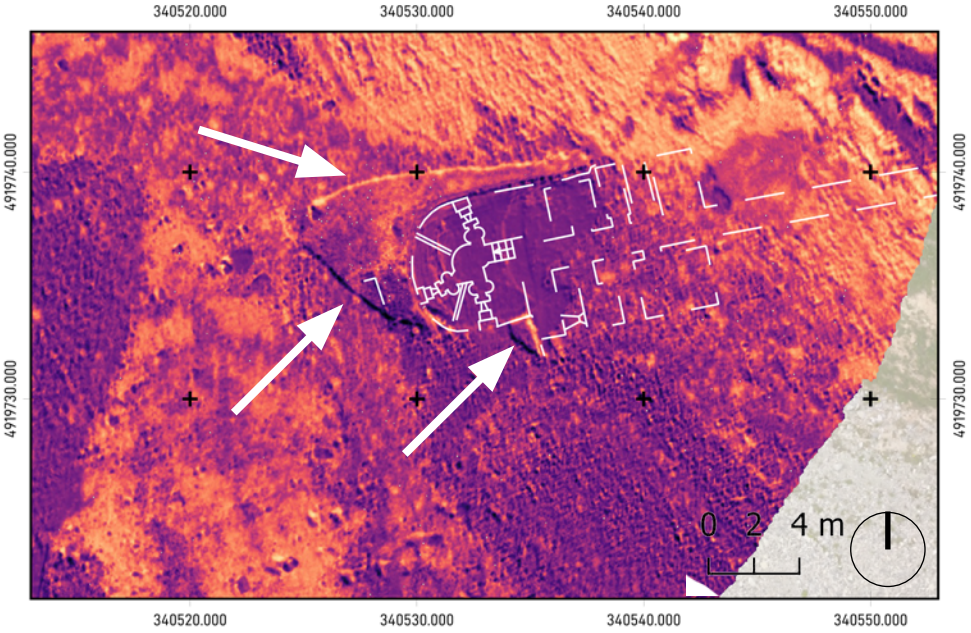
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDVI.**

Legenda indice NDVI - scala ridotta

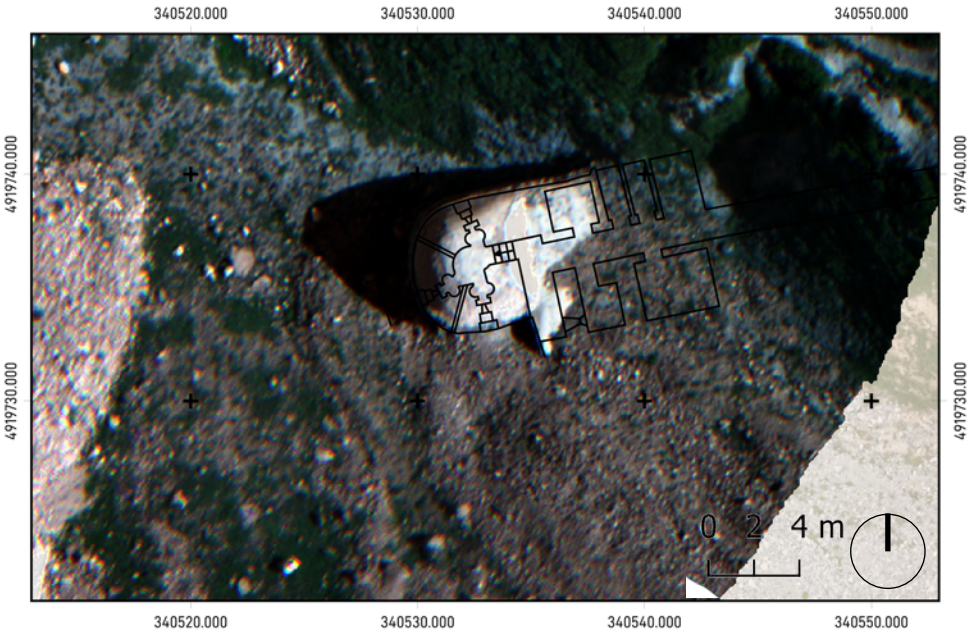




◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice GNDVI.**

Legenda indice GNDVI - scala ridotta





◀ A sinistra, **Ortofoto sintesi RGB da volo multispettrale - porzione opere 180.** Caponiera e corridoio verso camerone. Elaborazione ed esportazione da QGis.

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 180 da nuvola di punti.

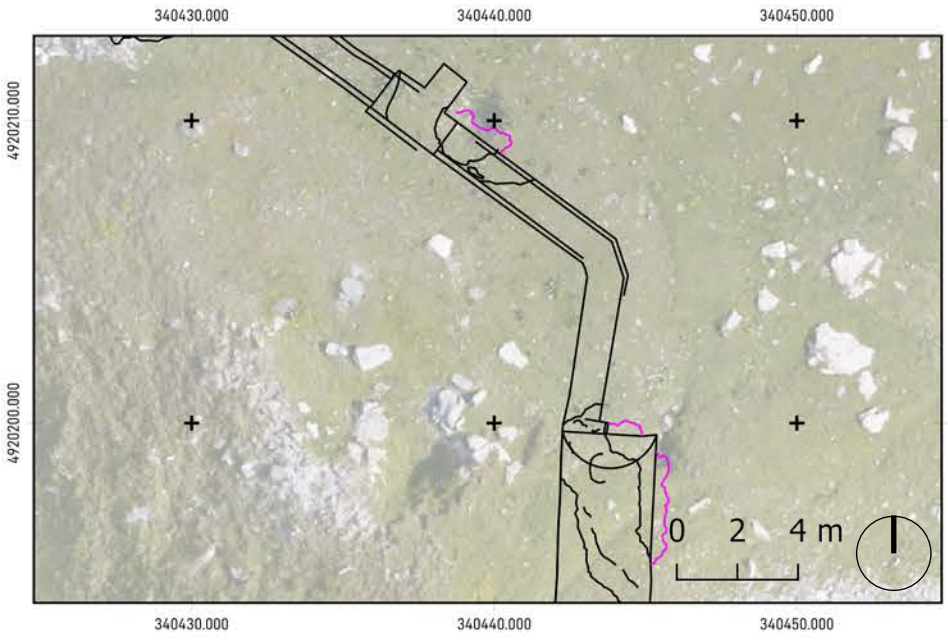
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

07

7.8 Opera 181

Partendo da quanto emerso nel caso dei crolli nel corriodoio dell'opera 179, un approccio simile è stato applicato anche per quanto riguarda l'opera 181. Anche in questo caso si è effettuato un confronto tra la visualizzazione dell'indice NDVI è la pianta georiferita dell'opera e, in corrispondenza di due porzioni crollate, è stato possibile nuovamente evidenziare due aree di colore più chiaro, riferite ad una copertura vegetale più bassa. In particolare, nella zona 2 è stato possibile riscontrare un traccia rossa particolarmente intensa ma non riconducibile alle rocce presenti nell'area.
Dei risultati simili sono emersi anche nel caso dell'indice NDRE e dell'indice RN, il quale presentava delle zone a bassa riflettanza.

Un confronto con l'ortofoto RGB ha aiutato a comprendere il fenomeno verificatosi in quei due punti. Infatti, in entrambi i casi, si è notata la presenza di un lieve avallamento con vegetazione molto bassa e piccole porzioni rocciose. Probabilmente queste piccole conche sono dovute proprio a quei crolli verificatisi a qualche metro di profondità, nel corridoio e nell'angolo della camerata dell'opera, generando elementi di discontinuità nelle visualizzazioni dei vari indici.

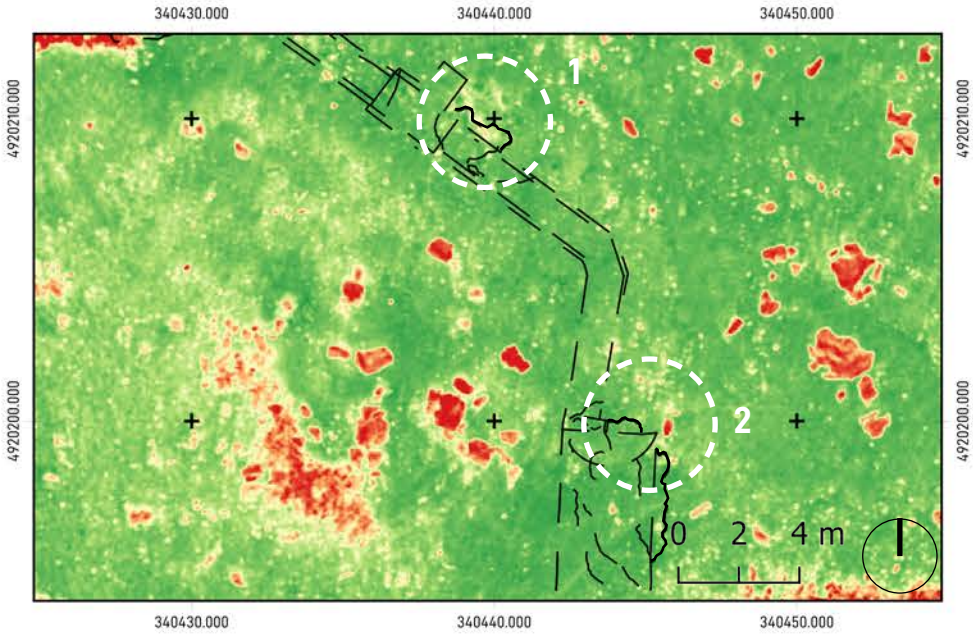


▶ A destra, **Ortofoto RGB porzione opere 181.**
Tratto di corridoio e di camerata.
Elaborazione ed esportazione da QGis.

Pianta opera 179
Crolli e distacchi generali

Dati:
Ortofoto da volo Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 181 da nuvola di punti.

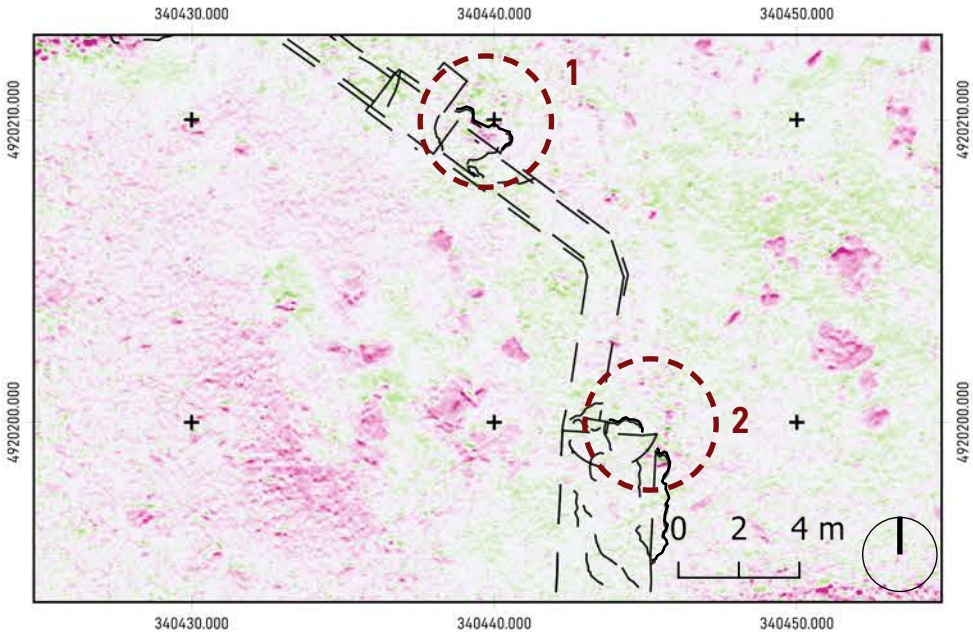
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDVI.**

Legenda indice NDVI - scala ridotta

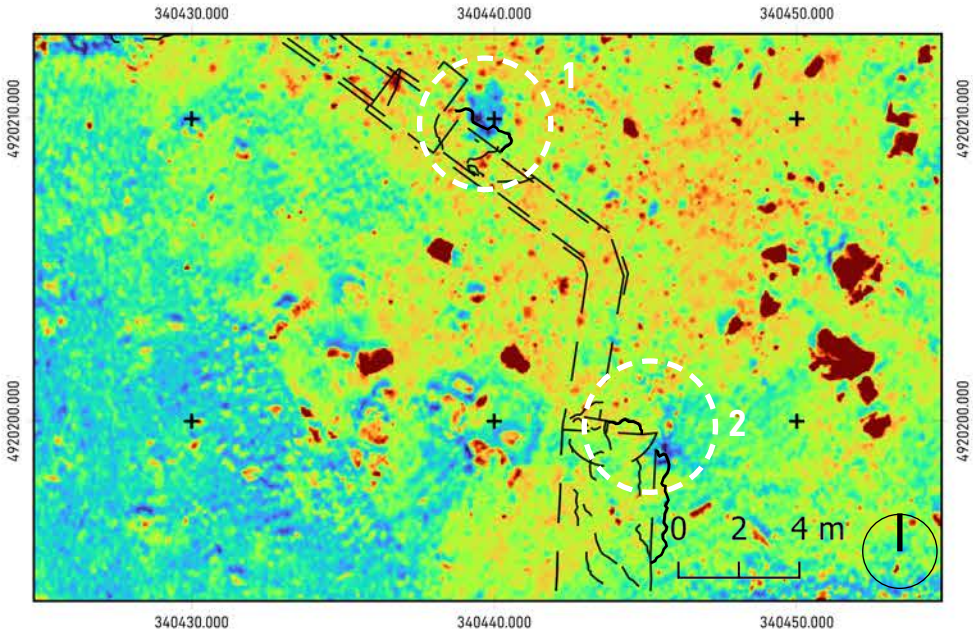
-0,319 0,867



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDRE.**

Legenda indice NDRE - scala ridotta

0,031 0,605



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDRE.**

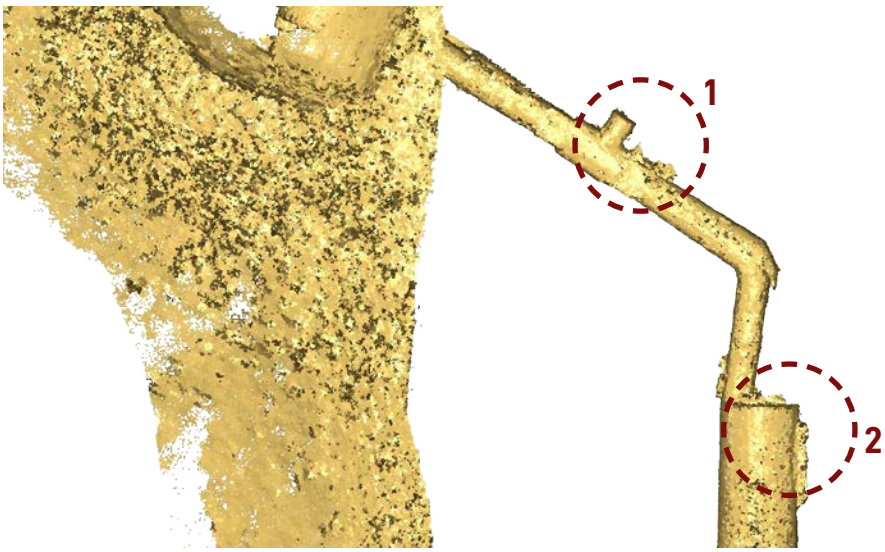
Legenda indice NDRE - scala ridotta

1.955 8.820

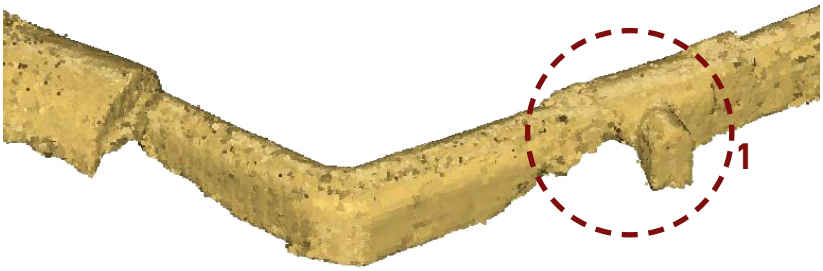
Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; pianta opera 181 da nuvola di punti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

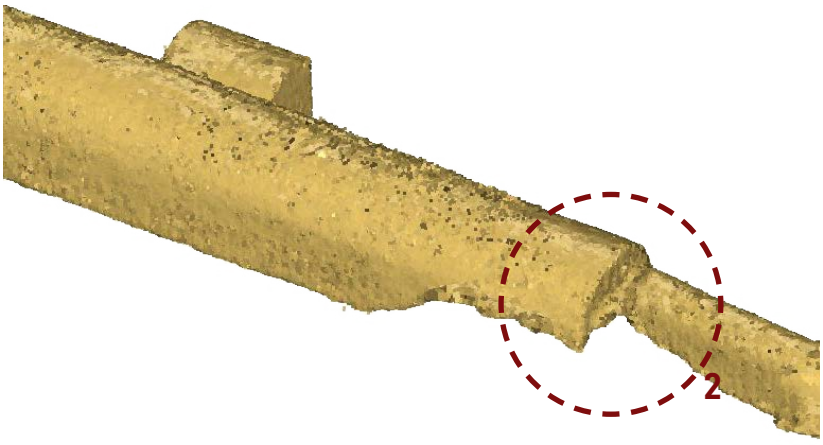
▶ A destra, **Stralcio di nuvola di punti - opera 181.** Vista dall'alto di caponiera e porzione di corridoio e camerata, con crolli evidenziati in rosso. Elaborazione ed esportazione da 3DReshaper.



▶ A destra, **Stralcio di nuvola di punti - opera 181.** Vista laterale area A con evidenziato in rosso crollo di porzione del corridoio e locale antigas. Elaborazione ed esportazione da 3DReshaper.



▶ A destra, **Stralcio di nuvola di punti - opera 181.** Vista laterale area B con evidenziato in rosso crollo di porzione della parte finale della camerata (verso malloppo). Elaborazione ed esportazione da 3DReshaper.

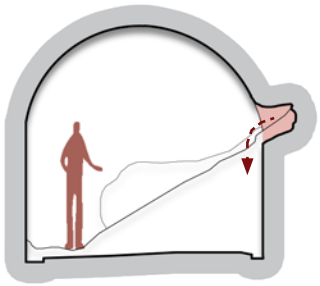


Come per l'opera 179, si tratta di cedimenti della struttura muraria e delle volte in calcestruzzo, probabilmente per la spinta del terreno che hanno portato al collasso dello stesso all'interno dell'opera, ostruendone i passaggi e gli ambienti con rocce e detriti, come si può vedere nelle immagini seguenti.

▼ In basso, **A| Vista della porzione di parete della camerata crollata**;
B e C| Vista dei crolli del corridoio e della porzione di camera antigas. Vista B dal lato della camerata, vista C dall'ingresso posto nel malloppo.



Fonte: Screenshots rielaborati da video realizzato da Jaysheel Shah, Team DIRECT.



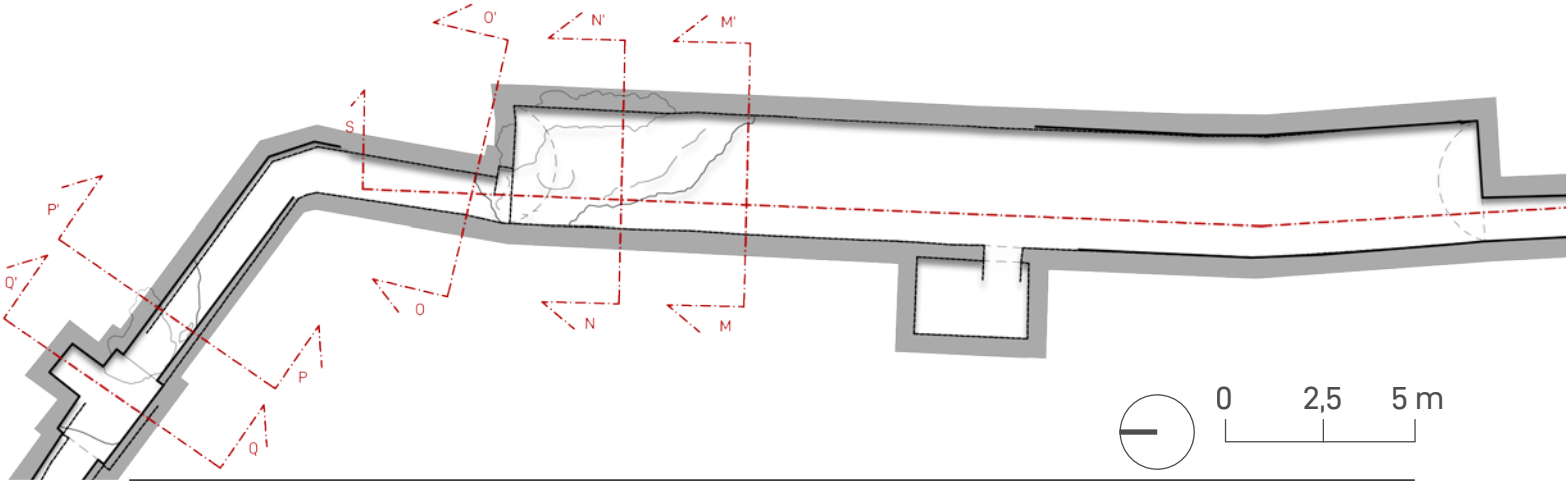
Sezione N - N'
Frattura della parete e riversamento di materiale lapideo nella camerata, in seguito al distacco dello strato di calcestruzzo



Sezione P - P'
Cedimento di parete e imposta della volta con riversamento di materiale lapideo nel corridoio, in seguito al distacco dello strato di calcestruzzo

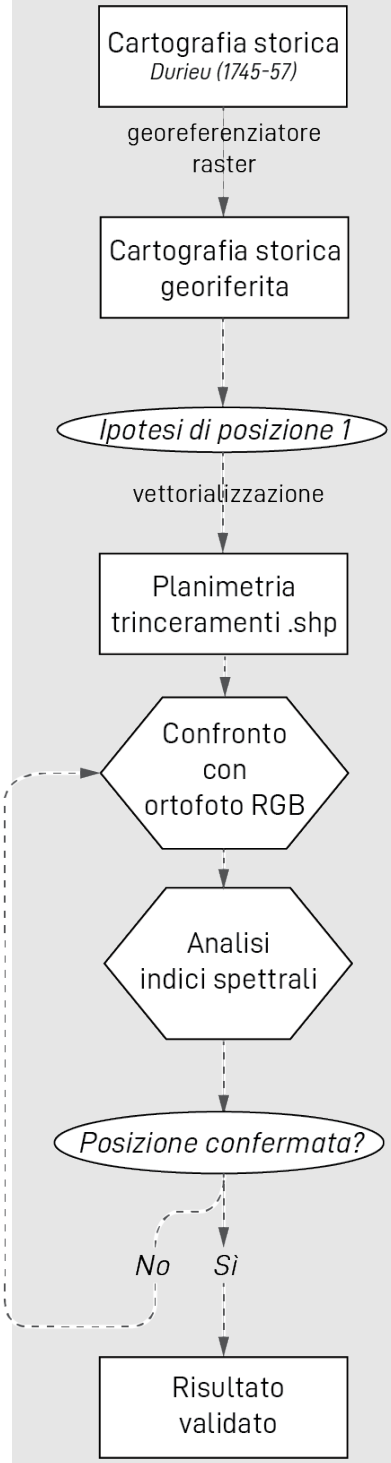
◀ A sinistra, **Sezioni delle aree crollate con, in rosa, evidenziata la porzione distaccatasi.**

▼ In basso, **Stralcio di pianta stato di fatto - opera 181.**



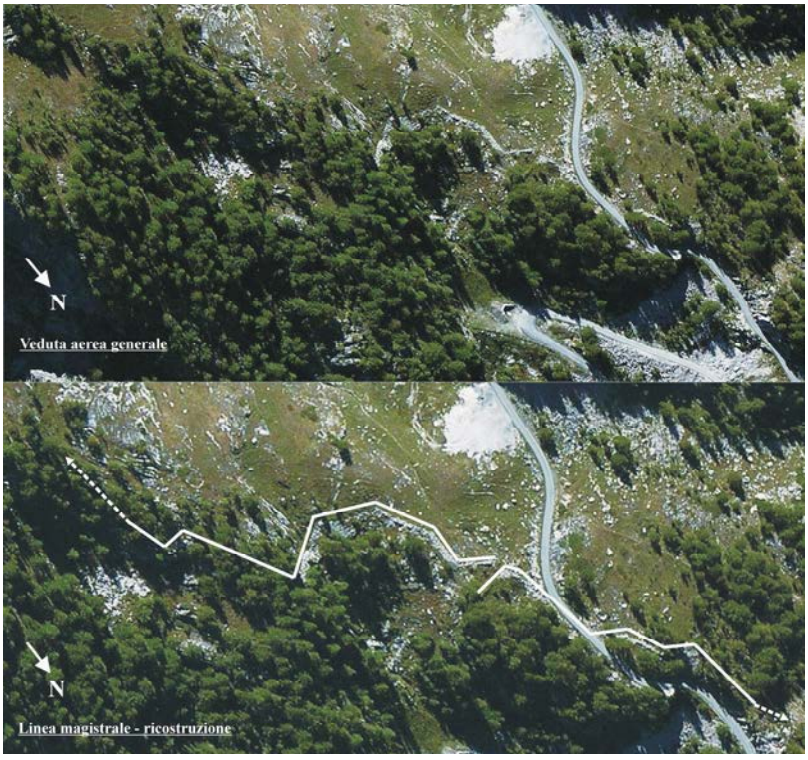
07

8.9 Fortificazioni XVIII secolo



I trinceramenti Settecenteschi realizzati oltre il Passo della Gardetta rappresentano un altro interessante caso studio su cui sperimentare la metodologia illustrata nei paragrafi precedenti a partire dagli indici spettrali.
Come visto nel capitolo 4, infatti, quest'area è stata storicamente caratterizzata da avamposti militari così come anche l'area del Preit[1].
Tuttavia, mentre ancora oggi al colle del Preit sono presenti e facilmente individuabili i resti degli antichi trinceramenti, lo stesso non si può dire della Gardetta. Infatti, la realizzazione di altre infrastrutture difensive negli anni '30 del Novecento e l'area particolarmente soggetta ad erosione e scivolamenti di masse rocciose hanno sicuramente influito sulla perdita di tracce e resti di questi manufatti di cui, ad oggi, non si conosce neppure la precisa localizzazione.

In questa sede, in particolare, sfruttando sia la cartografia storica precedentemente georiferita che le opportunità offerte dall'analisi di immagini multispettrali si

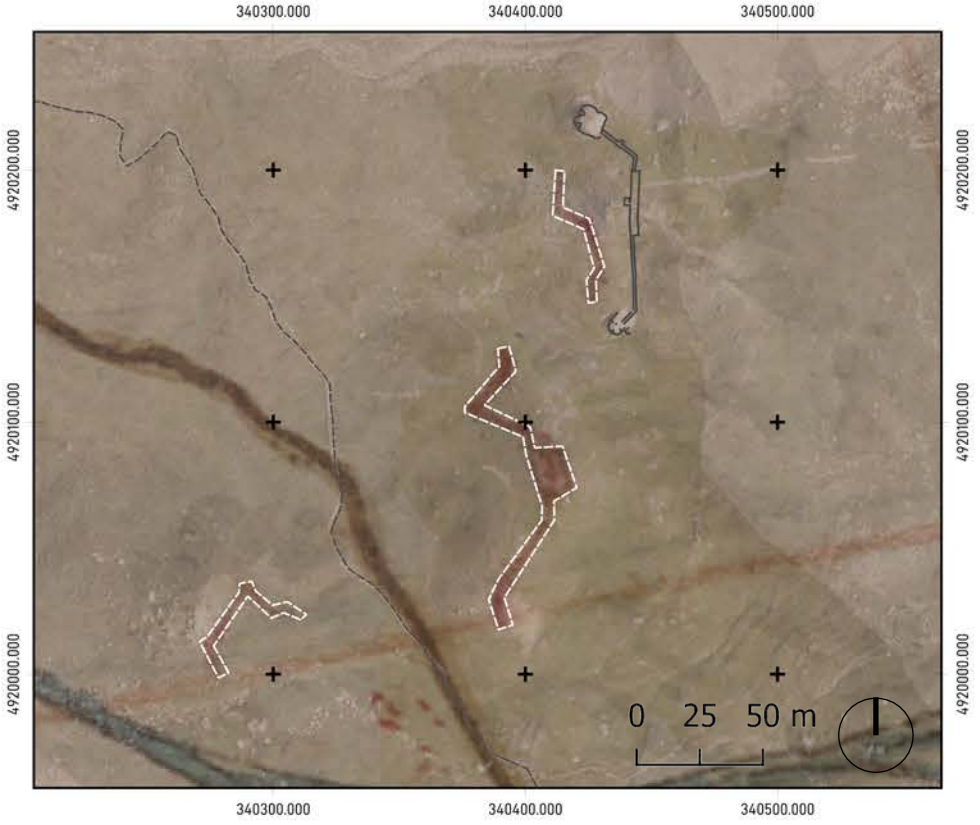


1 Uggè, Sconfienza, 2015, Canosio, colli del Preit e della Gardetta. Sito di interesse paleontologico e trinceramenti del XVIII secolo, pgg. 307-310.

cercherà di ricostruire, nei limiti imposti dalle metodologie utilizzate e dalle conoscenze in materia, la posizione e la struttura di questi apparati.

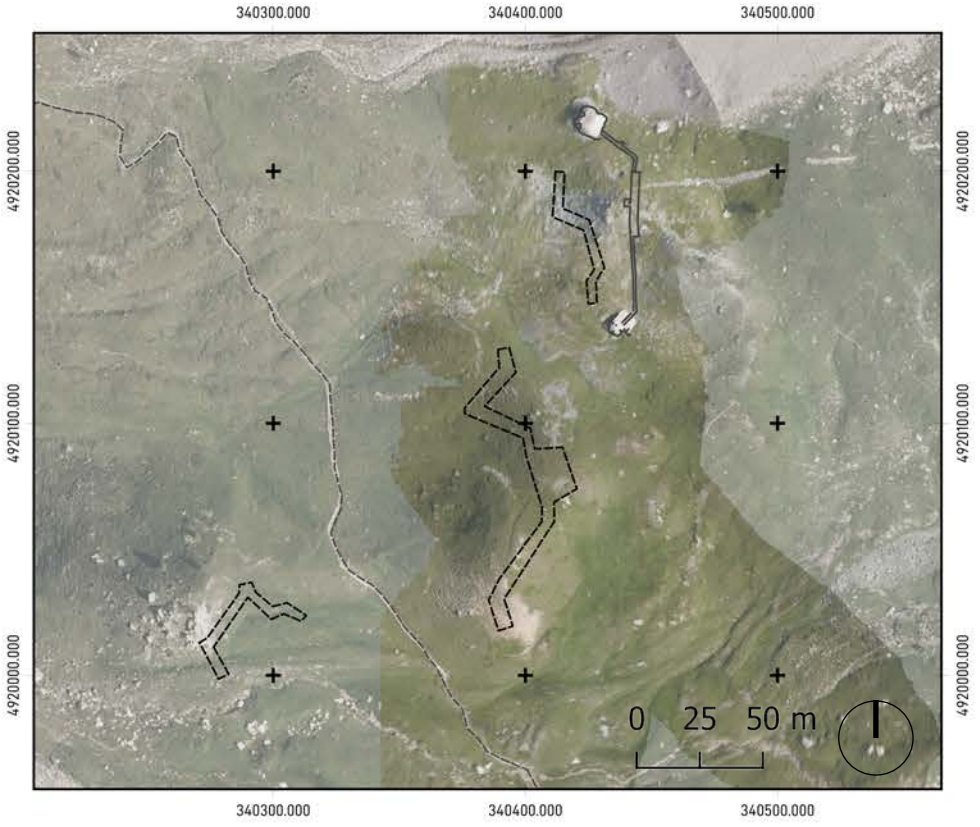
L'analisi ha seguito i passaggi indicati nello schema a destra, partendo da un'accurata georeferenziazione della cartografia per poi cercare di convalidare i dati relativi alla localizzazione di queste opere attraverso le metodologie

◀ A sinistra, **Vista aerea generale dei resti dei trinceramenti a Colle del Preit.**
Fonte: Uggè, Sconfienza, 2015, op. cit.



◀ A sinistra, **Sovrapposizione Cartografia Durieu (1745-57) con ortofoto RGB e vettorializzazione trinceramenti.**
In alto a destra, si nota l'opera 181 costruita durante la Seconda Guerra Mondiale. Elaborazione ed esportazione da QGis.

Pianta opera 181
Vettorializzazione trinceramenti '700



◀ A sinistra, **Ortofoto RGB con vettorializzazione trinceramenti e opera 181.** Elaborazione ed esportazione da QGis.

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021,realizzato da Team DIRECT; Ortofoto AGEA 2018 da Geoportale Piemonte; Cartografia raster "*Carta topografica della parte occidentale del Piemonte dalle frontiere del Contado di Nizza sino alla Valle di Lucerna e da Cuneo e Saluzzo sino alle frontiere di Francia";* shapefile pianta opera 181 da nuvola di punti; shapefile pianta trinceramenti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

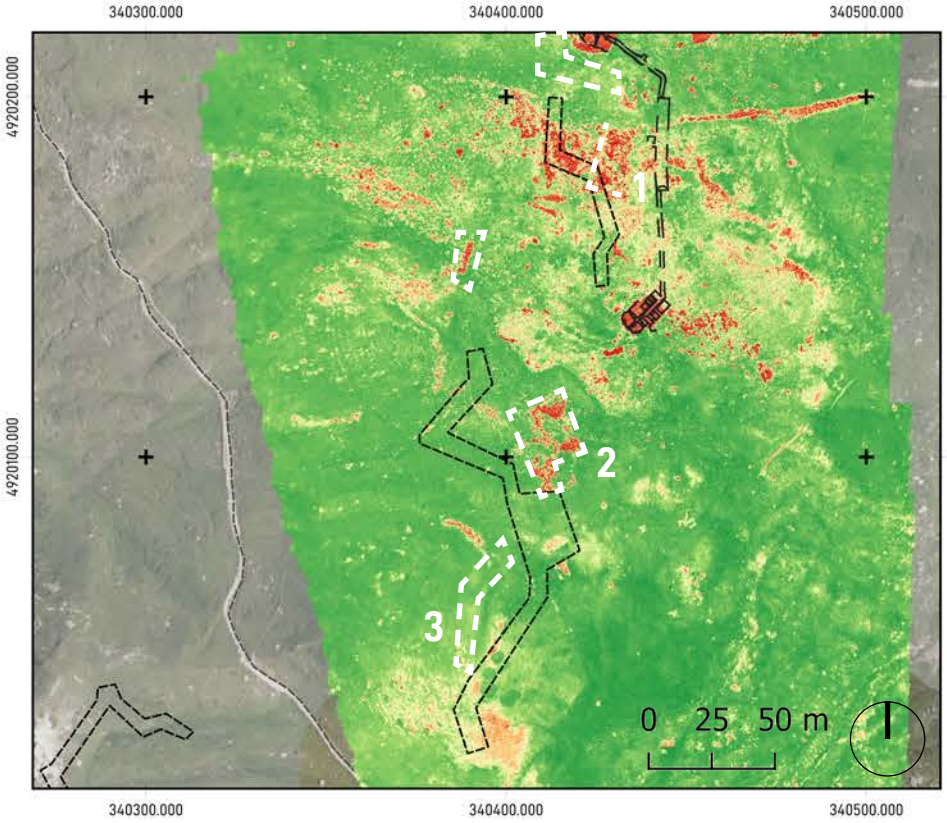
▶ A destra, **Stralcio sintesi di indice NDVI.**

Legenda indice NDVI - scala ridotta



-0,319 0,867

Elaborazione ed esportazione da QGis.



▶ A destra, **Stralcio sintesi di indice NDRE.**

Legenda indice NDRE - scala ridotta

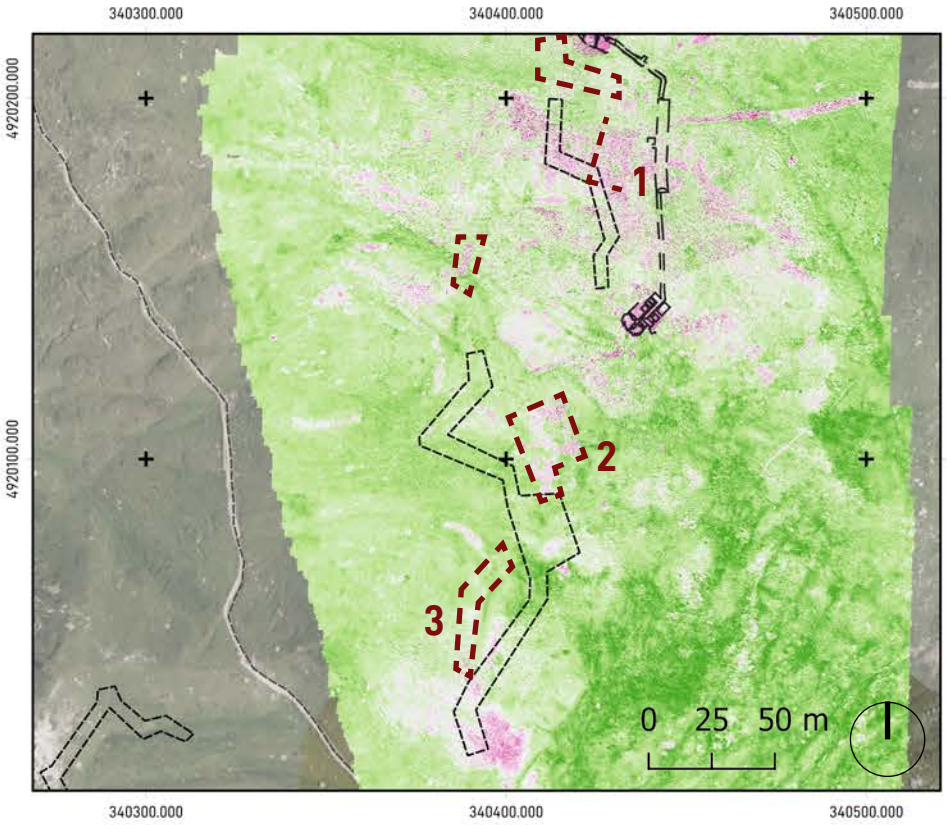


0,077 0,441

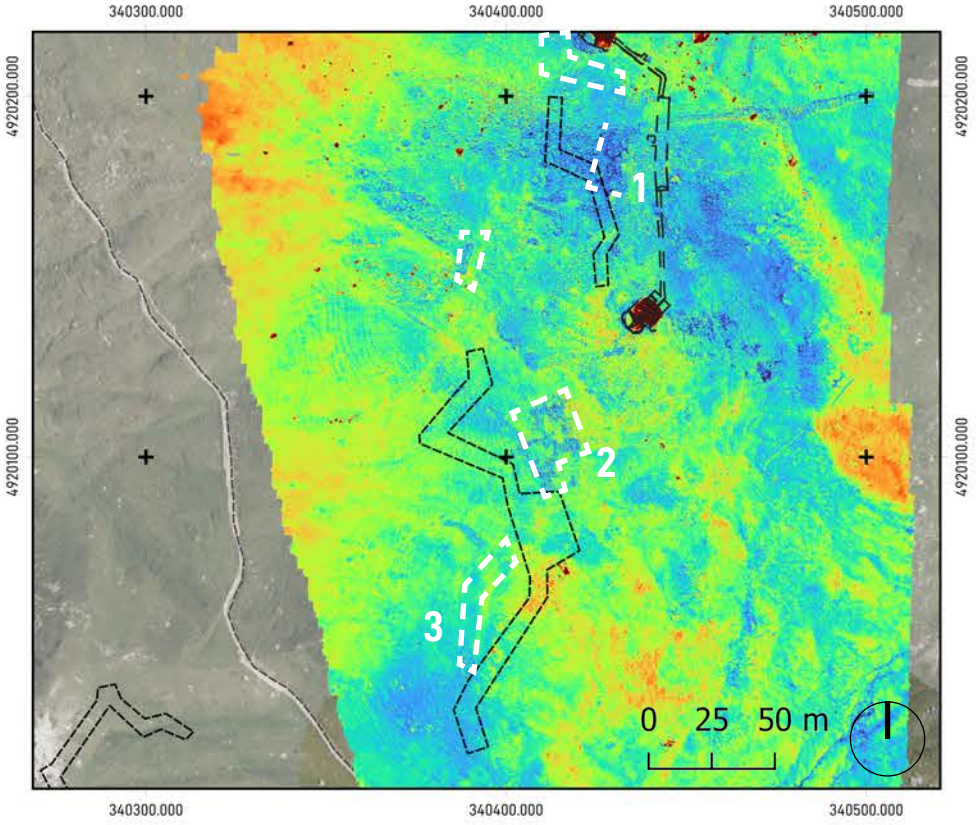
Elaborazione ed esportazione da QGis.

Dati:
Ortofoto da volo Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT;shapefile pianta opera 181 da nuvola di punti; shapefile pianta trinceramenti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N



d'analisi qui presentate.
L'analisi dei tre indici qui proposti (NDVI, NDRE, RN) effettuata nell'area circostante all'ipotetica posizione dei trinceramenti ha prodotti dei risultati piuttosto interessanti. Se è vero che



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice RN.**

Legenda indice RN - scala ridotta



Elaborazione ed esportazione da QGis.

Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; shapefile pianta opera 181 da nuvola di punti; shapefile pianta trinceramenti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

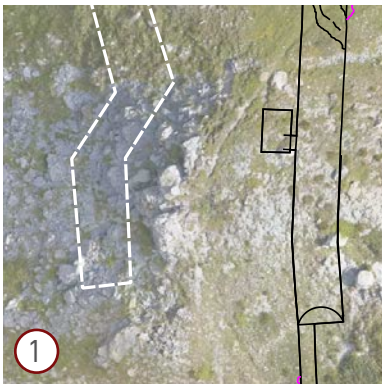
esattamente nell'area occupata dalla planimetria non si notano segni particolarmente evidenti e, anzi, la vegetazione appare piuttosto alta e dalla crescita vigorosa, ciò che appare poco oltre la pianta dei trinceramenti è curioso.
Nei punti indicati nelle tre carte, infatti, si denotano delle formazioni di terreno e roccia (rese più evidenti grazie agli indici spettrali) e delle piccole porzioni di vegetazione con crescita ridotta (verde più chiaro).

Questi primi dati, se confrontati con l'ortofoto RGB (primo volo nel visibile), hanno messo in evidenza come alcune di queste aree evidenziate siano posizionate nei pressi di piccoli avvallamenti nel terreno mentre le porzioni rocciose siano, in realtà, dei piccoli cumuli di pietre dalle forme vagamente regolari (area 1). Tra queste, ad esempio, una subito evidente è quella dell'area 2, situata a pochi metri (circa 20) da quella sorta di inspessimento presente nella planimetria storica e che potrebbe riferirsi ai baraccamenti per l'esercito. Le forme rinvenute, in generale, rimandano a quelle di salienti e rientranti dei trinceramenti.

Su queste basi, quindi, si è ipotizzato che la posizione fornita dalla cartografia storica, per via della sua propria accuratezza, o per via di imprecisioni date dalla georeferenziazione, non sia quella effettiva ma solo abbastanza vicina a quella che doveva essere.

Tenendo, quindi, come punti di riferimento quelli dell'area 1 e

▼ In basso, **1 | Agglomerato roccioso con forma angolare; 2 | Disposizione regolare di elementi in pietra.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.





▼ In basso, **3 | Traccia e lieve avvallamento lineare nel terreno.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.



2, è stata applicata una traslazione (sui due assi x e y) della planimetria dei trinceramenti, come evidenziato nella carta che segue.

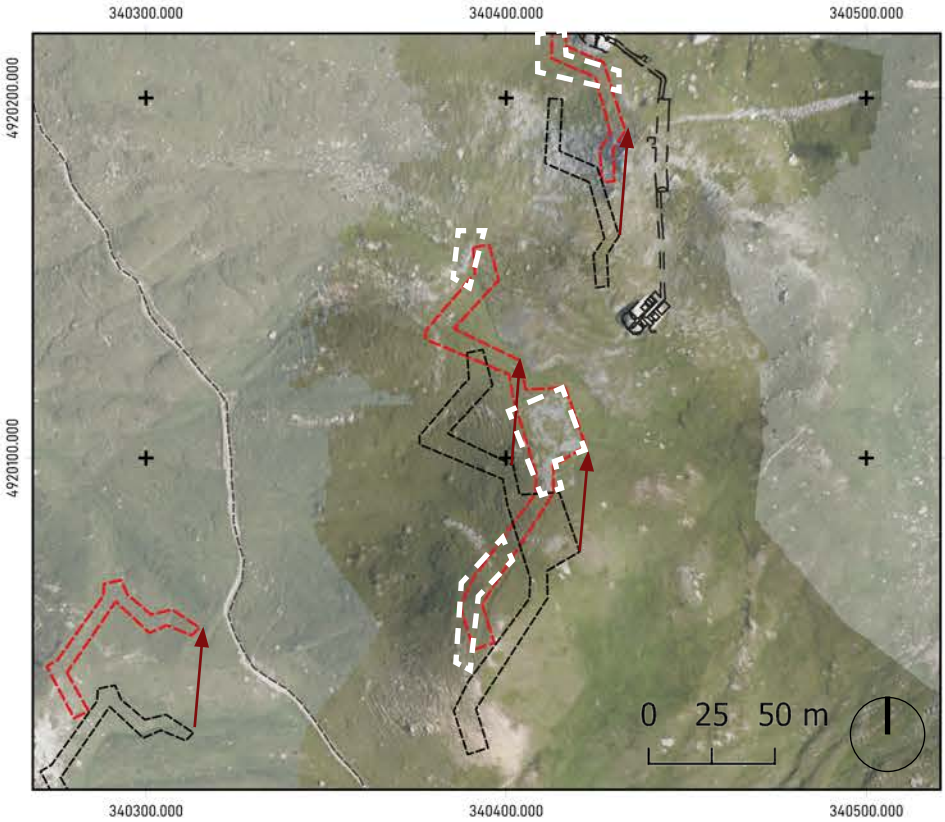
Con questa "nuova" ipotesi di posizionamento, sono stati effettuati rieffettuata sia un'ispezione visiva sull'ortofoto RGB che un confronto con i valori degli indici spettrali.
Questa seconda ipotesi parebbe coincidere con buona parte degli elementi e punti esaminati e anche le tracce visualizzabili sull'ortofoto RGB parebbero compatibili con questo genere di apparato fortificato, costruito in pietra.
Ovviamente, il livello di dettaglio della carta storica da cui si è partiti e anche la modalità di rappresentazione dei trinceramenti hanno influito sulla resa di questa analisi. Tuttavia, è anche ipotizzabile che il disegno di tali apparati sia solo un rilievo di massima e poco preciso, quindi gli esiti appena presentati vanno presi con riservo.

E' opportuno specificare, che questa analisi è stata effettuata per testare le potenzialità della metodologia proposta e che, anche per questa ragione, ciò che ne è risultato deve essere preso con le opportune riserve e senza pretese di esaustività.

I risultati descritti negli ultimi paragrafi andrebbero opportunamente validati per mezzo di studi e analisi, magari sul campo, mirate solo a questo scopo e, soprattutto, dopo aver acquisito una maggiore conoscenza di tale di manufatto e delle modalità attraverso cui veniva realizzato. Nonostante questo, però, è da sottolineare che il metodo qui presentato

▶ A destra, **Ortofoto RGB con ipotesi traslazione planimetria trinceramenti.**
Elaborazione ed esportazione da QGis.

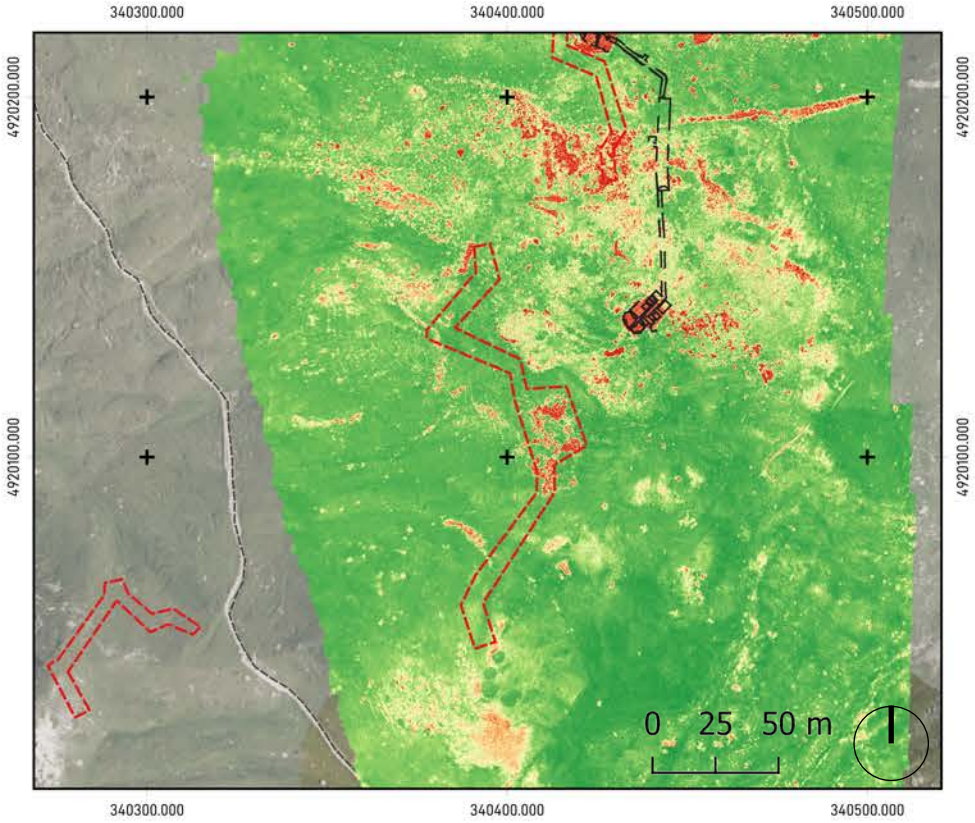
Elementi evidenziati da analisi indici precedente



Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021,realizzato da Team DIRECT; Ortofoto AGEA 2018 da Geoportale Piemonte; shapefile pianta opera 181 da nuvola di punti; shapefile pianta trinceramenti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

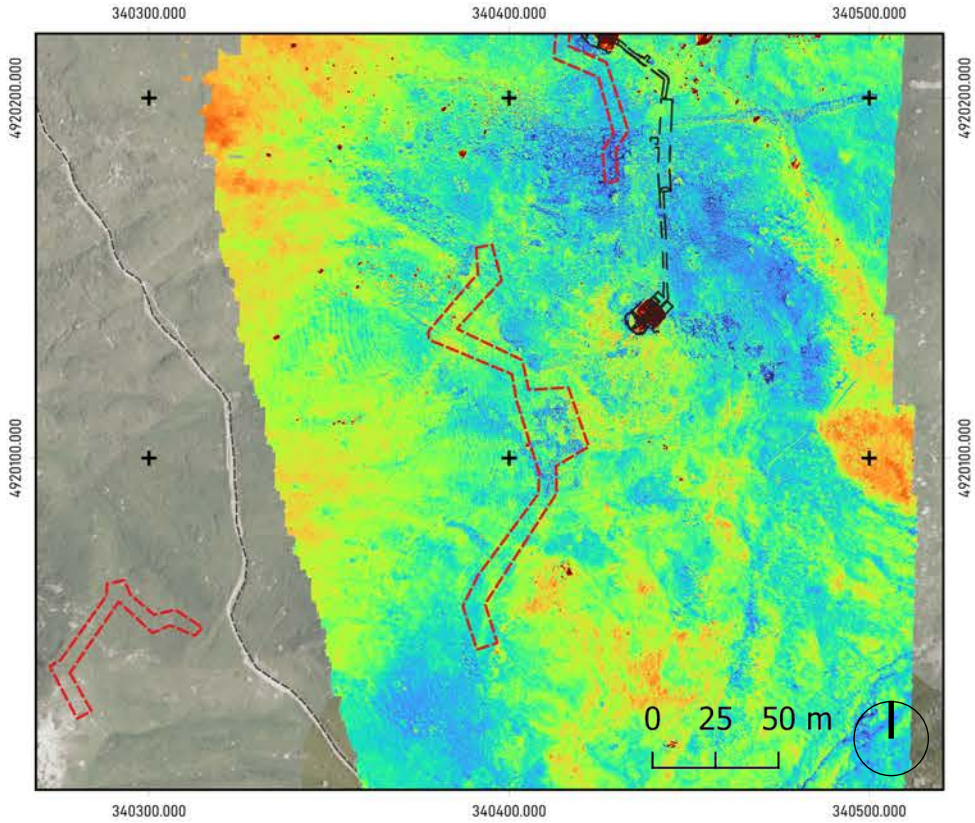
e applicato è stato rigoroso e ha permesso di tenere sotto controllo, durante le varie operazioni, l'accuratezza dei prodotti metrici generati. Infine, questi casi studio si ponevano l'obiettivo di sperimentare con la fotointerpretazione e vagliarne nuovi possibili campi di utilizzo.



◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice NDVI.**

Legenda indice NDVI - scala ridotta





◀ A sinistra, **Stralcio sintesi di indice RN.**

Legenda indice RN - scala ridotta



Dati:
Ortofoto NIR da volo multispettrale Gardetta 2021, realizzato da Team DIRECT; shapefile pianta opera 181 da nuvola di punti; shapefile pianta trinceramenti.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

Rielaborazione da Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in CORINO P.G., "L'opera in caverna del vallo alpino", Borgone di Susa, 1995, pg.82.

08

POTENZA DI TIRO E ZONE DI CONTROLLO: UN'ANALISI ATTRAVERSO L'AMBIENTE GIS



08

8.1 Armamento del Vallo Alpino: le opere della Gardetta e l'analisi in ambiente GIS

"Una particolarità che contraddistingueva le opere del Vallo Alpino dalle altre fortificazioni del coevo panorama militare europeo riguardava specificatamente l'armamento. A confronto delle altre sistemazioin difensive, [...] dove l'armamento era adattato alle esigenze delle opere con modifiche o realizzazioni ex novo, nel Vallo Alpino furono le opere che dovettero adattarsi all'armamento in dotazione. Vennero perciò realizzate casematte, torrette, piastre di corazzatura il tutto con relativi affusti ed affustini atti ad ospitare cannoni e mitragliatrici normalmente in uso al Regio Esercito."[1] Tutto ciò dipese fondamentalmente dalla ristrettezza sia economica che di mezzi che caratterizzava l'Italia durante il Secondo Conflitto Mondiale ma che, comunque, portò a dei risvolti interessanti, sia nell'ambito della progettazione delle opere che nel caso dell'installazione delle armi. Infatti, il dover solo installare le armi così com'erano, senza apportare modifiche, sarebbe stato un fattore estremamente positivo semmai quest'apparato difensivo fosse entrato in guerra. Sarebbe bastato solo sostituire la precedente arma installata con un'altra dello stesso tipo e subito si sarebbe potuti tornare operativi nella difesa, evitando quindi sia un dispendio di tempo che avrebbe potuto costare diverse vite ma anche, come già anticipato, un dispendio di denaro.

Questo capitolo, quindi, tratterà nello specifico proprio le diverse tipologie di armamento che avrebbero dovuto essere installate nelle opere nei pressi dell'Altopiano della Gardetta. Il condizionale, come si è già potuto vedere, è d'obbligo in quanto nessuna delle tre opere e, anzi, più in generale buona parte del Vallo Littorio Occidentale non venne mai dotato né di armi né tantomeno di tutti quegli impianti, come quello di aerazione, fondamentali per l'utilizzo delle stesse.

A questo punto, però, la domanda lecita è: se le opere sono a tutti gli effetti vuote e disarmate, o meglio, mai armate, come si fa a sapere quali sarebbero state le armi destinate a quegli apparati? Per rispondere a questa domanda un primo

1 Corino P.G., 1995, *L'opera in caverna del Vallo Alpino*, Melli – Borgone di Susa, pg. 69.

elemento fondamentale è stata una tabella[2], riportata nella scheda delle opere (par. 5.1.3) che, tra altre informazioni, citava anche quelle che avrebbero dovuto essere le armi installate nelle diverse opere. Questa prima fonte, che ovviamente da sola non sarebbe stata sufficiente, è stata poi confrontata con altri due elementi: il primo, chiaramente, la lettura visiva e il rilievo 3D dell'opera[3] in sé per sé e, il secondo, il volume "L'opera in caverna del Vallo Alpino" di P. G. Corino. Se, come già visto, furono le opere ad attarsi alle armi, è facile intuire che nelle diverse postazioni avrebbero dovuto essere visibili dei riferimenti alle armi. Nel caso della Gardetta, questi riferimento sono state le piastre di corazzatura, o ciò che ne resta e che è stato potuto accuratamente documentare durante la campagna di rilievo del 2021.
Tali elementi, infatti, sono stati opportunamente descritti nel volume di Corino così come lo sono state le armi che avrebbero dovuto essere installate su tali supporti e, per mezzo di questo confronto, si è tentato di dare fondamento alle informazioni presenti nella tabella già citata.

Una volta definiti, quindi, gli armamenti e le loro caratteristiche tecniche, la vera analisi si è incentrata su un tentativo di comprendere quale fosse il settore di copertura di ciascun arma e, conseguentemente, di ciascun opera. Si è operato in tal senso sfruttando, come si vedrà nel paragrafo 7.2, le potenzialità offerte dall'ambiente GIS che, seppur nate per altri scopi, sono apparse interessanti da applicare anche in tale ambito, seppur con i loro limiti.

Ad un ambito più affine con le capacità del GIS, invece, fanno riferimento le analisi messe in atto su altri due elementi che, seppur non propriamente armi, possono comunque essere considerati armamenti delle opere, per via della loro presenza necessaria e sufficiente al fine di garantire una buona copertura di fuoco e controllo della zona.
I riferimenti sono all'apparato fotofonico e agli osservatori attivi dei quali le tre opere sarebbero state dotate e di cui, grazie ancora una volta al volume di Corino ma anche alle Circolari del Ministero della Guerra, si è tentato di comprendere caratteristiche, posizionamento e funzionamento; sfruttando, soprattutto nell'ultimo caso, l'ambiente GIS per una serie di interessanti elaborazioni.
In entrambi i casi, comunque, è opportuno precisare che gli strumenti GIS hanno permesso di realizzare delle visualizzazioni molto utili per comprendere, a posteriori, il funzionamento di un apparato difensivo come quello della

2 Ricordiamo che la tabella in questione, rispetto alla scheda dell'opera vera e propria redatta dal Genio Militare, è stata realizzata da tesisti che hanno studiato le opere del Vallo Alpino, come nel caso di questa tesi e quindi le informazioni necessitavano di opportuno fondamento bibliografico.
3 cfr. cap. 6.

Gardetta e, in qualche modo, si può anche dire, che attraverso queste simulazioni, abbia dato vita a delle opere che non hanno mai (e fortunamente, aggiungerei) portato a termine il loro scopo. Guardando alla questione in maniera quasi romantica, si potrebbe dire che in un mondo parallelo, fatto di codici, nuvole di punti e dati, creato in un ambiente virtuale come il GIS, tre opere simili alle originali abbiano preso vita e siano entrate in funzione, controllando una virtuale conca di Prato Ciorliero e difendendo un simulato Vallo Alpino, fornendo, al contempo, anche la possibilità di vedere davvero, e non solo immaginare, come quell'impianto avrebbe dovuto essere nel suo momento di massimo splendore.

8.1.1 Le armi della Gardetta: fonti bibliografiche e tracce nei manufatti

/ Mitragliatrice FIAT 14/35 cal.8

Opere armate (numero di postazioni): 179 (1), 180 (2), 181 (2).

Denominato prima modello 14/35 e, successivamente, solo modello 35, si tratta di una mitragliatrice d'accompagnamento figlia delle modifiche apportate all'originale mitragliatrice 14, già in uso durante la Prima guerra mondiale. Essa, dotata di sistema di raffreddamento ad acqua particolarmente pesante e scomodo, venne inizialmente installata nelle opere costruite prima del 1935 per essere poi sostituita dal modello 14/35, nato riutilizzando le armi della generazione precedente a cui vennero apportate una serie di modiche.
Furono queste, infatti, a dar alla luce alla mitragliatrice FIAT modello 14/35, *"un'arma automatica raffreddata ad aria con il calibro portato a 8 mm; meccanicamente semplice e robusta era dotata di un sistema di alimentazione a nastro che eliminava le causa d'inceppamento riscontrate nel modello 14 derivate dall'alimentazione a cassetta, aumentando nel contempo la celerità di tiro e le capacità balistiche".*[4]
Queste armi erano, inoltre, dotate di canna facilmente sostituibile e, proprio a sottolineare come le opere fossero state progettate in funzione degli armamenti, i malloppi erano dotati di nicchie predisposte per conservare la canna di ricambio che, così, sarebbe stata a disposizione in qualsiasi momento e per qualsiasi necessità.

▼ In basso, **Postazioni di mitragliatrici FIAT 14/35 in Africa Settentrionale.**
Fonte: Pignato N., 1971, Armi della fanteria italiana nella Seconda Guerra Mondiale, Ermanno Albertelli Editore, pg. 37.

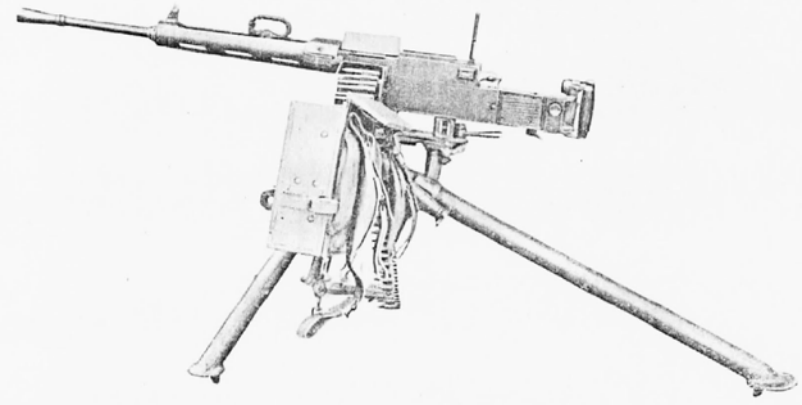


L'installazione dipendeva fondamentalmente dal tipo di opera e, nel caso di quelle della Gardetta, di concezione

4 Corino P.G., L'opera in caverna del Vallo Alpino, ivi, pg. 79-80.

"moderna" (post Circolare 15.000), essa veniva ammorsata alla piastra di corazzatura metallica preinstallata nella casamatta mediante un particolare affustino instaffato alla piastra. Essa, in particolare, era una corazzatura d'acciaio in piastra, spessa 70 mm e pesante circa 800 kg che veniva, durante la costruzione dell'opera, affogata nel getto frontale della casamatta e, spesso, in funzione della dotazione di materiale, veniva anche rinforzata con una struttura di putrelle. Questa tipologia strutturale definiva, quindi, anche la tipologia di casamatta che, in questo caso, prendeva il nome di "casamatta con piastra piana".
Dalla corazzatura, inoltre, dipendeva un elemento fondamentale dell'arma, ovvero i settori di tiro verticale ed orizzontale. Nel caso di mitragliatrice 14/35 installata con affustino su piastra piana, il settore orizzontale era di circa 60° mentre quello verticale di circa 35°, come evidenziato dalle figure seguenti, tratte da Corino e fornite dalla Sezione Staccata di Cuneo dalla 1° Direzione Genio Militare di Torino. [5]

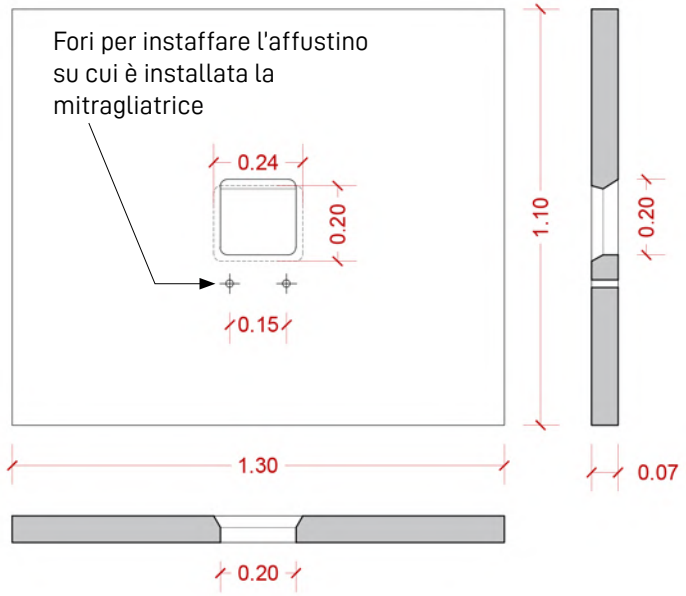
/ Dati dell'arma[6]



▶ A destra, **Mitragliatrice FIAT 14/35 su treppiede.**
Fonte: Ministero della Guerra, 1941, Istruzione sulla Mitragliatrice Fiat 35, tav. 1, pg. 81.

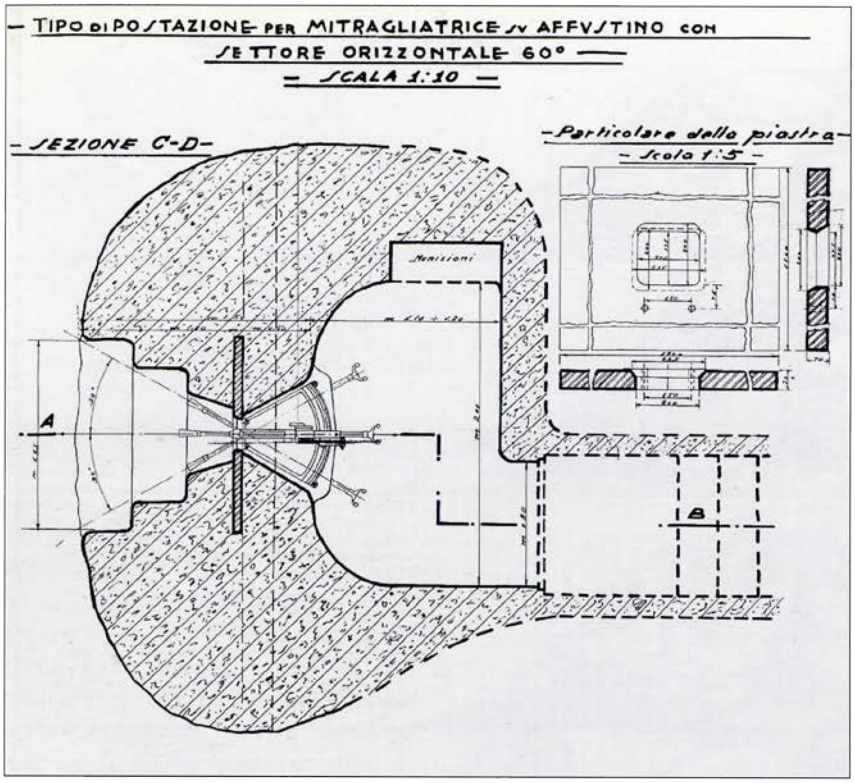
Nome dell'arma	Mitragliatrice FIAT cal.8 mod. 14/35
Sviluppo e produzione	fine anni '30
Calibro	8 mm
Alimentazione	caricatore a cassetta
Lunghezza arma	1410 mm (con spegnifiamma)
Peso arma	17 kg
Velocità iniziale	750-760 m/s
Celerità di tiro teorica	600 colpi/minuto
Celerità di tiro pratica	250-350 colpi/minuto
Gittata massima	5200 m al livello del mare
Tiro utile	5900 m a 2000 slm.
Settore di tiro orizzontale	60°
Settore di tiro verticale	35°

5 Ibidem.
6 Ministero della Guerra, 1941, *Istruzione sulla Mitragliatrice Fiat 35*, tav. 3, pg. 107.

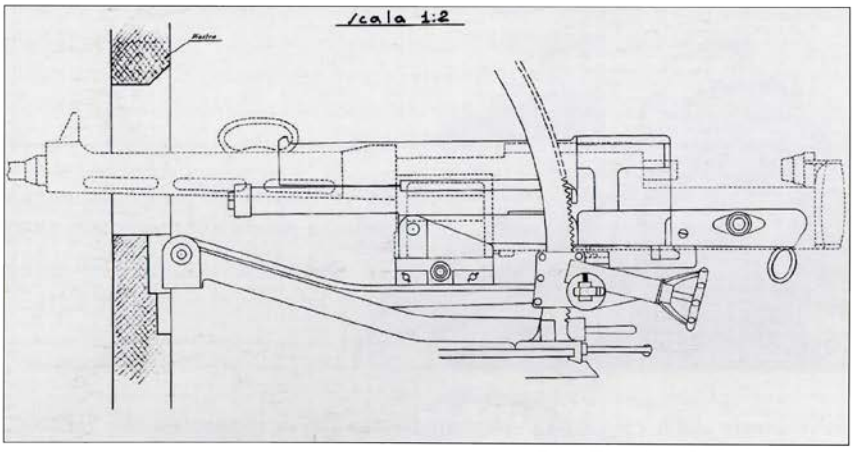


◀ A sinistra, **Particolare di piastra piana per mitragliatrice.**
Scala 1:20.

Rielaborazione di particolare a cura di Valentina Santoro da scheda Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in CORINO P.G., "L'opera in caverna del vallo alpino", Borgone di Susa, 1995, pg.82.



◀ A sinistra, **Stralcio da pianta tipo di postazione per mitragliatrice su affustino, con segnalato il settore di tiro orizzontale.**
Fonte: Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in Corino P.G., L'opera in caverna del vallo alpino, op. cit.



◀ A sinistra, **Esempio di affustino per mitragliatrice.**
Fonte: Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in Corino P.G., L'opera in caverna del vallo alpino, op. cit.

/ Cannone da 47/32

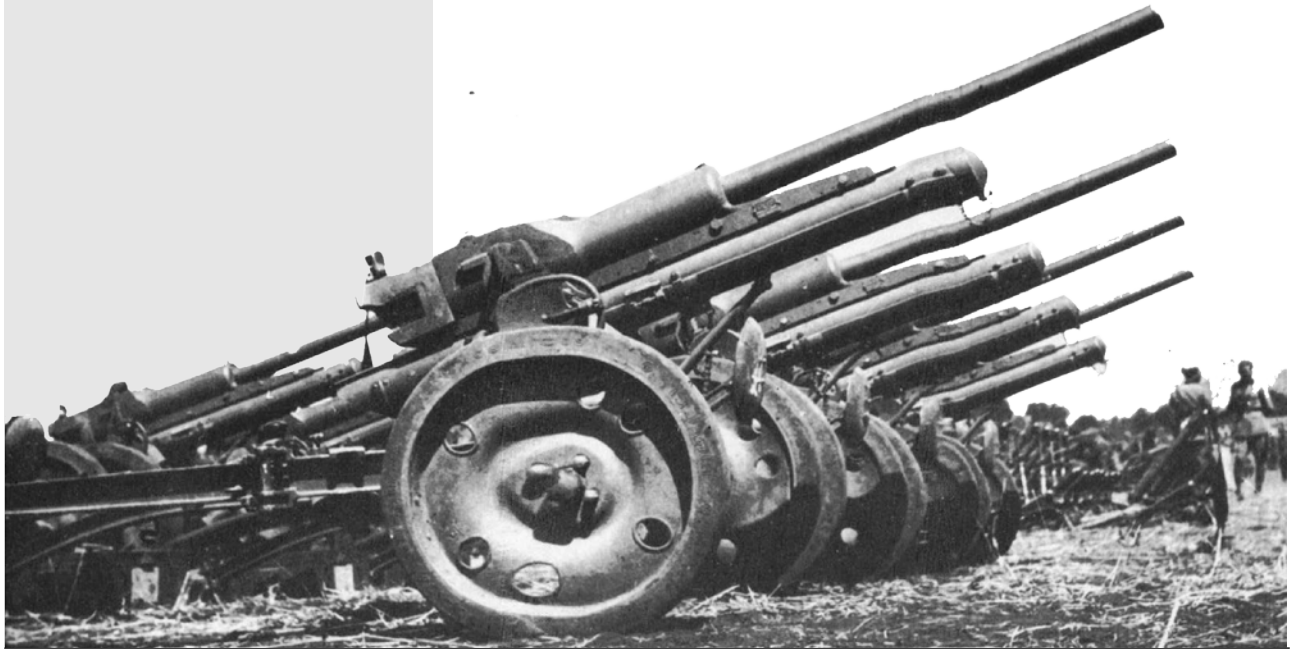
Opere armate (numero di postazioni): 180 (1).

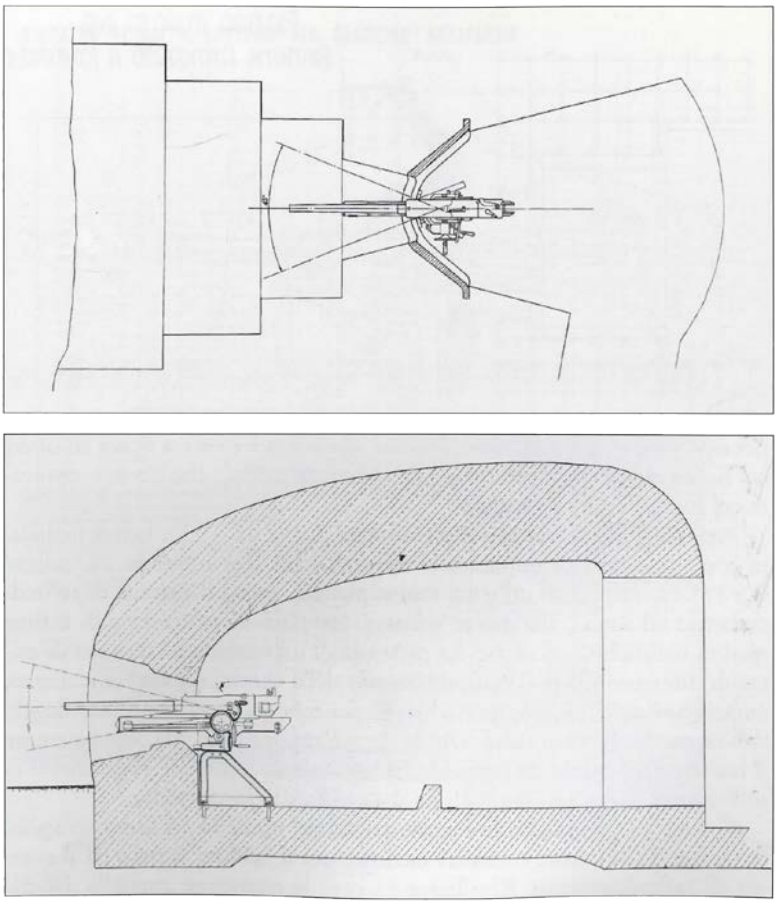
Il cannone calibro 47/32 modello 35 rappresenta il primo tentativo di sopperire alla mancanza di un arma anticarro. Venne adottato per la prima volta nel 1935, in sostituzione del vecchio 57/43, e fu prodotto dalla Breda, su licenza Boheler. *"Si trattava di un'arma che diede all'atto della sua adozione dei risultati eccellenti, che vennero però deccisamente ridimensionati allo scoppio del conflitto, quando entrarono in campo carri armati pesantemente corazzati."*[7]
Come nel caso della mitragliatrice, anch'esso venne installato in casamatta in calcestruzzo ma, nonostante fosse stata progettata una particolare corazzatura a coda di rondine su cui agganciare l'arma mediante il proprio affustino, la mancanza di materie prime fece si che il cannone venisse installato in casamatta priva di corazzatura frontale, come nel caso esemplificativo dell'opera 180 della Gardetta. Questa postazione, infatti, risulta l'unica priva di corazzatura, tantoche addirittura quelle per fucile mitragliatore accennano all'idea di un'eventuale corazzatura, data dalla presenza di staffe affogate nel calcestruzzo a cui si sarebbe agganciata la piastra.

Priva di corazzatura, quindi, il cannone poteva essere installato, *"a seconda delle sistemazioni, sull'affusto a coda di rondine fissato al pavimento della camera di tiro, o altrimenti direttamente sul proprio affusto, previo smontaggio delle ruote"*.[8] Nel caso della Gardetta, in particolare, non avendo informazioni precise in merito e non avendo riscontrato in loco nessun accenno ad eventuali perni di fissaggio sul pavimento,

7 Corino P.G., L'opera in caverna del Vallo Alpino, ivi, pg. 74-77.
8 Ibidem.

▼ In basso, **Cannone 47/32.**
Fonte: Pignato N., 1971, op. cit.





◀ A sinistra, **Pianta e sezione postazione tipo per cannone anticarro calibro 47/32. In alto, corazzatura frontale; in basso cannone montato su affusto a coda di rondine.**.

Fonte: Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in Corino P.G., L'opera in caverna del vallo alpino, op. cit.

si è optato per la possibilità che il cannone fosse installato sul suo affusto. C'è, comunque, anche da considerare l'ipotesi che i perni sul pavimento non fossero necessari o non siano stati installati per via della fine del conflitto, motivo per cui, vista la scarsità di informazioni, la scelta è ricaduta su quella che appare l'istallazione più facile, veloce e meno onerosa, poiché l'arma era già dotata del proprio affusto.

/ Dati dell'arma[9]

Nome dell'arma	Cannone da 47/32 mod.35
Sviluppo e produzione	1935
Calibro	47/32 mm
Munizionamento	cartoccio granata perforante
Lunghezza arma	1680 mm (con spegnifiamma)
Peso arma	277 kg
Velocità iniziale	250-630 m/s
Celerità di tiro teorica	600 colpi/minuto
Celerità di tiro pratica	250-350 colpi/minuto
Gittata massima	7000 m
Tiro utile	1500 m
Settore di tiro orizzontale:	60°
Settore di tiro verticale:	30°

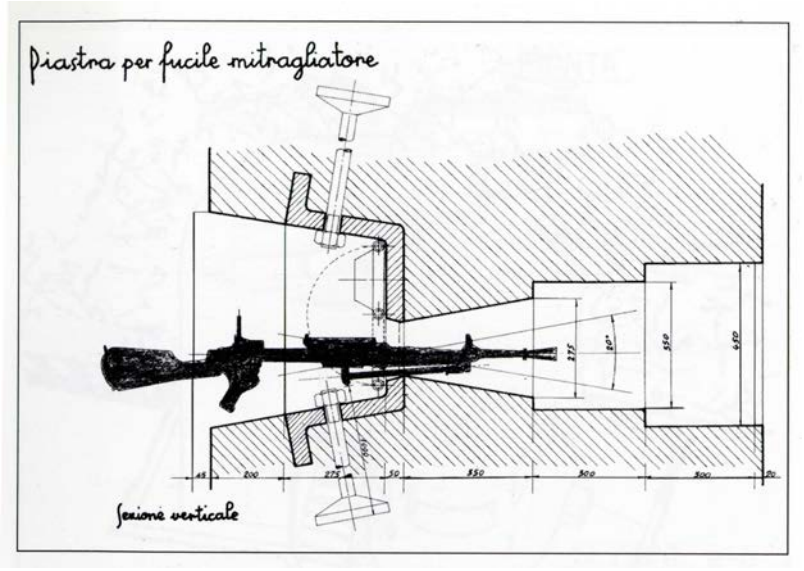
9 Pignato N., 1971, Armi della fanteria italiana nella Seconda Guerra Mondiale, op. cit.

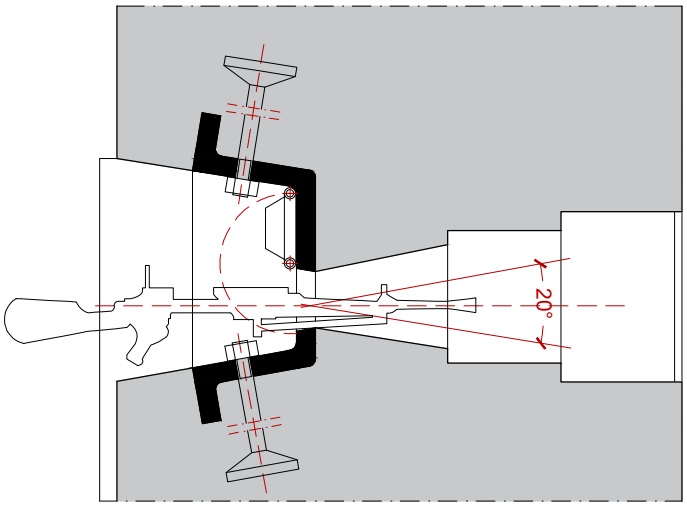
/ Fucile mitragliatore BREDA mod.30

Opere armate (numero di postazioni): 179 (4), 180 (4), 181 (4).

A differenza delle due precedenti, il fucile mitragliatore Breda modello 30 rappresenta un'arma leggera a tiro ravvicinato, utilizzata per battere il fosso diamante posto attorno alla caponiera. Essa, rispetto al cannone e alla mitragliatrice, ha, per ovvie ragioni, un calibro e una gittata molto inferiore e, assieme alle bombe a mano, rappresentava un'ulteriore sistema difensivo posto a controllo dell'accesso dell'opera.

Anche in questo caso, vennero studiate apposite corazzature costituite anch'esse da piastre metalliche che avrebbero dovuto essere ammorsate nella postazione mediante delle staffe, affogate nel calcestruzzo della caponiera durante la sua costruzione.





Se le opere della Gardetta sono dotate di corazzatura completa per mitragliatrice e non presentano, invece, alcuna piastra per il cannone anti carro, la situazione della corazzatura per il

▶ A destra, **Sezione piastra di corazzatura per fucile mitragliatore.**
Fonte: Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in Corino P.G., L'opera in caverna del vallo alpino, op. cit.

In basso, rielaborazione del disegno originale a cura di Valentina Santoro.

fucile mitragliatore si presenta in una condizione intermedia in cui la piastra non è montata ma la presenza delle state di ammorsamento rende l'idea di una volontà di installazione della stessa.

Rispetto a quella rappresentata nella sezione verticale precedente, le caponiere della Gardetta non presentano la staffa inferiore ed inoltre, gli ambienti della postazione risultano differenti ma non avendo altre informazioni in merito, si è optato per ipotizzare che, allo stato compiuto, sarebbero stati simili a quelli del dettaglio costruttivo fornito dal Genio Militare.[10]

/ Dati arma[11]



◀ A sinistra, **Mitragliatrice Breda mod. 30.**
Fonte: Pignato N., 1971, op. cit.

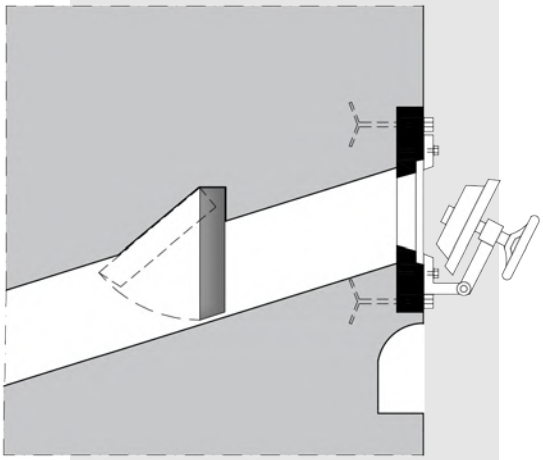
Nome dell'arma	Fucile mitragliatore BREDA mod. 30
Sviluppo e produzione	fine anni '30
Calibro	6,5 mm
Alimentazione	a caricatore
Lunghezza arma	1230 mm (con spegnifiamma)
Peso arma	11 kg
Velocità iniziale	620 m/s
Celerità di tiro teorica	500 colpi/minuto
Celerità di tiro pratica	150 colpi/minuto
Gittata massima	2800 m
Tiro utile	500 m
Settore di tiro orizzontale	30°
Settore di tiro verticale	30° (+15°; -15°)

10 Corino P.G., L'opera in caverna del Vallo Alpino, ivi, pg. 45-46.
11 Pignato N., 1971, Armi della fanteria italiana nella Seconda Guerra Mondiale, op. cit.

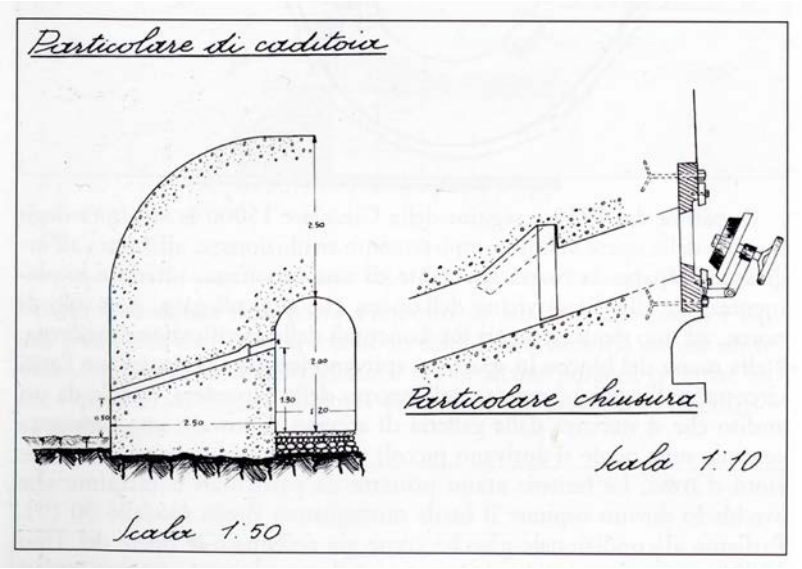
/ Bombe a mano

Opere armate (numero di caditoie): 179 (2), 180 (2), 181 (2).

Tra le armi leggere in dotazione all'esercito durante la Seconda Guerra Mondiale rientrano anche diverse bombe a mano, sia anti-uomo che anti-carro. La prima categoria, in particolare, affiancava il fuoco dei fucili mitragliatori nella difesa della caponiera d'ingresso alle opere del Vallo Alpino, nelle quali erano opportunamente ricavate delle caditoie da cui, *"all'occorrenza i difensori potevano farvi rotolare delle bombe a mano".*[12]



▶ A destra, **Sezione caditoia e particolare chiusura.**
Fonte: Sezione Staccata di Cuneo della 1 Direzione Genio Militare di Torino in Corino P.G., L'opera in caverna del vallo alpino, op. cit.



▲ In alto, **Rielaborazione disegno originale particolare chiusura caditoia.**

La caditoia altro non è che un tubo inclinato ricavato nel corpo della caponiera che, dalla camera centrale attraversa l'intera massa muraria fino a raggiungere il fosso diamante. Ogni caponiera, tipicamente, era dotata di due caditoie simmetriche rispetto alla pianta e, ancora oggi, sono facilmente individuabili all'interno delle opere. Inoltre, esse sarebbero state dotate sia di una chiusura ermetica interna che di uno sportello lungo il canale, che avrebbe dovuto impedire che cariche esplosive venissero introdotte dall'esterno.

Tornando alle bombe a mano anti-uomo, esse vennero adottate nel 1935, *"appartenevano tutti al tipo a percussione [...] e, pur differendo nei particolari costruttivi, avevano in comune le parti principali ed il funzionamento, e cioè:*

- *Involucro esterno costituito da due parti con avvitatura;*
- *Due masse battenti, di cui una porta-carica e l'altra porta-percussore;*
- *Sicurezza a mano, costituita da una linguetta o copiglia che serviva a mantenere a posto la sicurezza automatica, e dava garanzia nel trasporto e maneggio della bomba;*
- *Sicurezza automatica, costituita da un traversino che si interponeva fra la cassula ed il percussore al quale*

12 Ibidem.

▶ A destra, **Bomba modello Breda, O.T.O. e S.R.C.M.**
Fonte: Pignato N., 1971, op. cit.

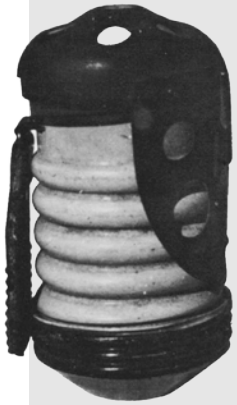
Bomba a mano	BREDA
Esplosivo	tritolo-binitronaftalina
Altezza	96 mm
Diametro	58 mm
Peso	200 g
Distanza di lancio	20-25 m
Raggio d'azione	15 m



Bomba a mano	O.T.O.
Esplosivo	tritolo-binitronaftalina
Altezza	75 mm
Diametro	50 mm
Peso	150 g
Distanza di lancio	20 m
Raggio d'azione	15 m



Bomba a mano	S.R.C.M.
Esplosivo	tritolo-binitritonaftalina
Altezza	80 mm
Diametro	64 mm
Peso	200g
Distanza di lancio	25 m
Raggio d'azione	12 m



era esternamente collegata un'appendice di notevole superficie;

- *Molla antagonista, che teneva distanziati percussore e cassula anche quando mancava il traversino della sicurezza automatica."*[13]

Le tre bombe in questione furono la Breda modello 35, la O.T.O. e la S.R.C.M., ribattezzata, in seguito "Balilla".



▲ In alto, **Ritrovamento di bomba a mano S.R.C.M estate 2022.**
Fonte: Gruppo Facebook Vallo Alpino Occidentale - Alessandro Ramò.



▶ A destra, **Manifesto residuati bellici risalente agli anni '50 .**
Fonte: Rivista online Safety Focus, Disponibile su < http://www.safetyfocus.it/legge-1772012-bonifica-degli-ordigni-bellici/>.

Nonostante siano trascorsi diversi anni dal conflitto, passando per le zone che ne furono interessate, ancora oggi è facile imbattersi in queste bombe ma anche in altri ordigni (es. munizioni, proietti, etc), spesso inesplose e, quindi, particolarmente pericolose. Proprio a questo scopo, infatti, negli anni successivi alla fine della guerra, vennero diffusi tutta una serie di manifesti, diretti soprattutto ad un pubblico di minori, curiosi per natura, volti a puntare l'attenzione sulla pericolosità di questi ritrovamenti e sulla necessità di avvisare le forze dell'ordine e di, assolutamente, non toccare l'oggetto. Ovviamente, queste stesse raccomandazioni valgono anche oggi.

13 Pignato N., 1971, Armi della fanteria italiana nella Seconda Guerra Mondiale, Ermanno Albertelli Editore, pg. 58-60.

8.2 Bacini di tiro e analisi GIS con plugin Viewshed Analysis

Come anticipato nel paragrafo 4.4, l'ambiente GIS, tra le altre cose, consente sia di realizzare molteplici e diverse simulazioni, in tempi ridotti e sfruttando più variabili spaziali e non in contemporanea, sia di sviluppare l'ambiente, personalizzando l'interfaccia in funzione dei bisogni dell'utente e costruendo nuovi strumenti automatizzati per il lavoro.[14]
Questi due elementi, combinati alla capacità del GIS di gestire 2.5 dimensioni, hanno fornito le basi per le analisi, simulazioni e visualizzazioni che saranno discusse nei prossimi paragrafi. Si tratta, infatti, di analisi dei bacini visuali che, sfruttando uno specifico plug-in volto a facilitare le operazioni di calcolo, permettono sia di determinare l'intervisibilità (line of sight) tra una coppia di punti la cui posizione è definita su una superificie DEM, sia di identificare punti che possono o non possono essere visti da dei punti/linee di osservazione definiti da modelli digitali del terreno ad opportuna scala. Il plug-in in questione utilizzato a questi scopi è "Visibility Analysis", facilmente installabile nel software GIS e in grado di sviluppare entrambe le tipologie di analisi appena citate.

In particolare, l'analisi di intervisibilità è stata sfruttata per verificare la reciproca visibilità degli apparati fotofonici installati nelle opere mentre la viewshed analysis ha permesso di definire sia i settori di copertura delle armi installate nelle opere e la copertura complessiva delle opere stesse ma anche l'area "visibile" e controllata per mezzo dell'osservatorio attivo, in progetto nell'opera 179. A ciò, inoltre, si è aggiunta un'ultima simulazione legata ai punti visualizzabili dalla mulattiera che risale la conca di Prato Ciorliero, pensata con l'obiettivo di comprendere quanto efficace sia stata la scelta della posizione delle tre varie opere, soprattutto delle caponiere, al fine di evitare che esse venissero riconosciute dalla strada.

14 Spanò A. T., 2020, Dispense corso Modellazione di spazi urbani e GIS, Politecnico di Torino.

▼ In basso, **Step viewshed analysis.**

1. Identificazione punti di tiro e classificazione per tipologia di arma.

Mitragliatrice

Cannone

2. Definizione dei punti e dello shapefile con attributi utili all'analisi

3. Avvio e risultato dell'analisi.

/ Viewshed analysis per i bacini visuali delle opere della gardetta: metodo

Applicazione:

- settori di copertura armi/opere;
- bacini visuali osservatorio/mulattiera.

Il primo passo per svolgere questa analisi è quello di conoscere la posizione dei punti di osservazione che, in questo caso, sono anche punti di tiro. Per fare ciò, è sufficiente creare un opportuno dataset vettoriale in cui saranno indicati i punti in questione, semplicemente selezionandoli sulla planimetria dell'opera, già preventivamente georeferita nell'ambiente GIS. Il dataset così creato associerà ad ogni punto un nome, tipicamente un numero, e le sue coordinate longitudinali e latitudinali.

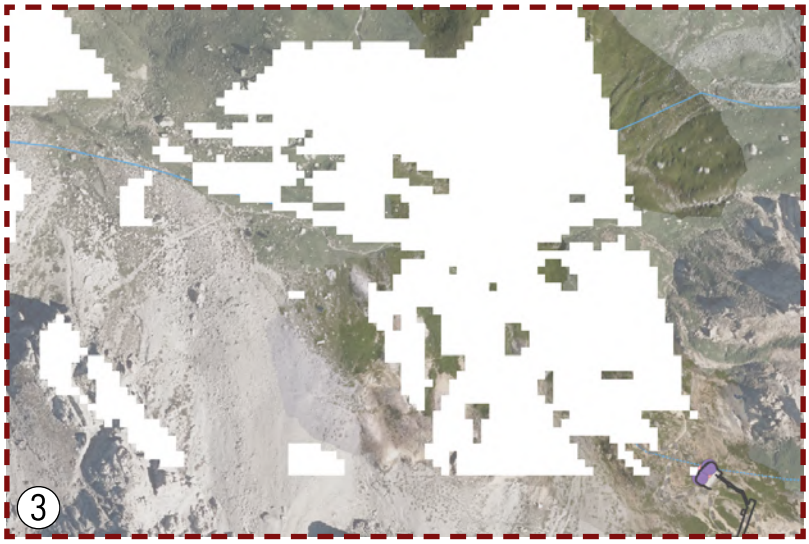




Definiti i punti, occorrerà specificare ulteriori informazioni, tendenzialmente richieste dal software. Innanzitutto, bisognerà scegliere la superficie che si intenderà utilizzare nel calcolo (es. DEM o DTM[15]) e poi definire tutta una serie di parametri legati sia all'osservatore che al target osservato. Per quanto riguarda l'osservatore, infatti, sarà necessario conoscere la sua altezza dal suolo, il raggio visivo, gli angoli di visione orizzontali e verticali mentre, per il target, sarà sufficiente definire se si trovi ad una certa altezza o coincida con il terreno. Superata questa fase, la più complessa, lo strumento di calcolo sarà in grado di fornire il risultato. Nel workspace del programma verrà caricata una mappa editabile, con valori indicati che vanno da 0 fino ad un valore massimo (variabile in funzione dell'analisi), i quali rappresentano il numero di punti da cui l'osservatore può vedere il luogo coincidente con il pixel considerato.[16]

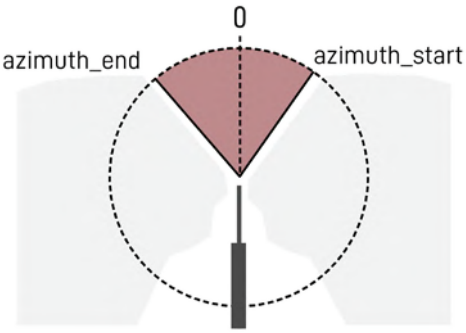
15 cfr. cap. 2.2.2.
16 Spanò A. T., 2020, op. cit.

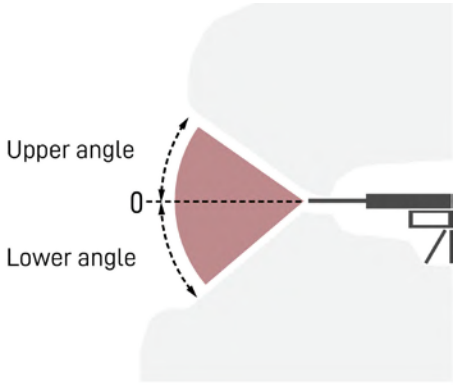
Questo, in generale, è il procedimento seguito sia per realizzare le simulazioni dei settori di copertura che dei bacini visuali dell'osservatorio e della mulattiera.
Tuttavia, ogni caso, si è differenziato dall'altro per dei dettagli nel procedimento ma anche per la ricognizione dei dati di imput.
Innanzitutto, nel caso dell'analisi dei settori di copertura delle armi installate nelle opere è stato necessario analizzare tutta una serie di riferimenti bibliografici da cui trarre le informazioni legate alla loro gittata, gli angoli orizzontali e verticali, l'altezza a cui è posizionata l'arma. Queste informazioni, in realtà, costituiranno proprio quei dati sull'osservatore citati pocanzi, con la differenza che più che di un osservatore si tratta di un'arma da fuoco e del suo servente e che quindi dovranno essere adattati rispetto alle richieste dello strumento di calcolo.
In particolare, gli angoli visivi orizzontali e verticali rappresenteranno i settori di tiro orizzontali e verticali



dell'arma; il raggio visivo con la gittata; l'altezza dell'osservatore con l'altezza della canna/cannone e così via dicendo. Per tenere traccia di tutti questi dati, inoltre, si è provveduto alla realizzazione di un file excel (opportunamento convertito in csv per importarlo sul GIS) su cui a ciascun punto, precedentemente segnalato, sono associate sia le sue coordinate geografiche che tutte le informazioni sull'arma, oltre all'altezza del target che, in questo caso, è pari a quella della superficie del terreno. C'è, inoltre, da specificare che per gli angoli orizzontali il software richiedeva i valori di inizio e fine del settore, e non l'ampiezza dell'angolo, motivo per cui è stato necessario ricalcolare questi dati, tenendo anche conto del fatto che lo zero fosse rappresentato dal nord nella mappa. Per questo motivo, come nella tabella che segue, non c'è una colonna univoca dedicata al settore orizzontale bensì due, azimuth end/start, in riferimento a questi due valori. Per il nome delle colonne, è stata ripresa per pura comodità la nomenclatura presente nella finestra del plug-in.
Una volta definiti, per tutti i punti, i dati necessari, si è ritenuto

▼ In basso, **Schemi per misurazione angoli settori di copertura orizzontale e verticale, rispetto allo 0 del software.**





opportuno creare due differenti tabelle di attributi: una prima categoria in cui, per ogni opera, erano accorpati punti di tiro di postazioni dotate di stesse armi (es. Tabella unica per le 2 postazioni mitragliatrici opera 180, una tabella unica per le 3 postazioni fucili mitragliatori opera 179, etc.) e una seconda categoria che, invece, sempre per opera, accorpava tutte le armi, utile a comprendere quale fosse il settore totale di tiro dell'opera in questione.
Per ogni tabella, ognuna dotata di uno shapefile di riferimento in cui sono segnalati i punti, è stato effettuato un calcolo ed è stata ottenuta una mappa raster finale, in grado di esprimere, innanzitutto, fin dove si spingesse la copertura dell'arma e, poi, quante postazioni fossero in grado di coprire un determinato punto piuttosto che un altro. Da questi raster, che altro non sono che delle visualizzazione abbastanza intuitive di queste simulazioni, inoltre, è stato anche possibile quantificare la superficie di copertura sia delle singole armi che dell'opera in generale.

Legenda attributi shapefile punti postazioni di tiro

Punto	numero identificativo del punto
x_coord	longitudine
y_coord	latitudine
Observe height	altezza dell'osservatore/altezza arma
Azimuth_start	valore angolo inizio del settore di copertura orizzontale
Azimuth_end	valore angolo fine del settore di copertura orizzontale
Upper angle	angolo superiore rispetto all'orizzonte del settore di tiro verticale
Lower angle	angolo superiore rispetto all'orizzonte del settore di tiro verticale

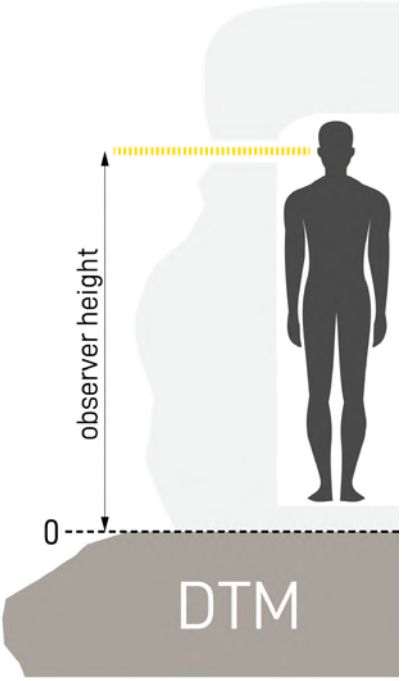
Un procedimento molto simile è stato eseguito anche per definire i settori controllati dall'osservatorio, per il quale è stata anche necessaria un'analisi altimetrica preliminare per definire, partendo dalle sezioni del progetto originale, a che quota si sarebbe trovato il malloppo dell'osservatorio e l'apparato ottico.
Nel caso, invece, del bacino visuale della mulattiera Prato Ciorliero – Passo della Gardetta, i dati di input sono stati di facile inserimento mentre è stato necessario uno step aggiuntivo per trasformare lo shapefile lineare del tracciato della strada in un file puntuale, l'unico in grado di essere letto dal plug-in utilizzato.

/ Analisi di intervisibilità applicata al sistema fotofonico

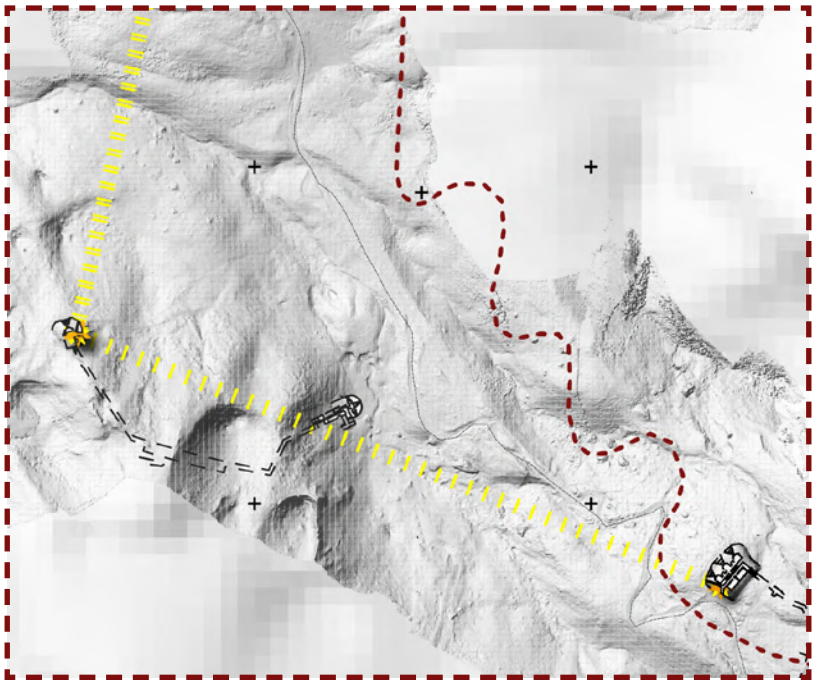
Rispetto alla precedente, è un'analisi molto più facile e veloce da realizzare, soprattutto in casi come quello dell'impianto fotofonico di queste opere, progettato proprio basandosi sull'idea che i punti fossero tra di loro visibili. In effetti, più di analisi, in realtà, si tratta di una sorta di simulazione volta proprio a confermare quanto ipotizzato nel progetto del sistema.

Anche in questo caso sono creati dei layer vettoriali contenenti le coordinate dei punti oggetto dello studio e l'altezza degli stessi rispetto al terreno. Avviata l'analisi, il risultato sarà un vettore contente una rete di linee che collegano tra loro i punti in grado di vedersi reciprocamente. Quando non presenti, ovviamente, i due punti non si vedono, probabilmente per via di un ostacolo interposto.[17]

In entrambe le tipologie di analisi effettuate, la superficie di riferimento è il modello digitale del terreno ICE 2009 – 2011 (passo 5m) acquisito da Regione Piemonte per mezzo di metodologia LIDAR, accessibile sul sito del Geoportale della regione.



▲ In alto, **Calcolo altezza osservatore, applicato a fotofonica e postazioni di tiro.**



◀ A sinistra, **Stralcio di risultato analisi di intervisibilità.**
Le linee in giallo implicano che i punti selezionati sono visibili tra loro. Nel caso non lo fossero, non sarebbero presenti linee di collegamento.

17 Pagina web QGIS Visibility Analysis, disponibile su <https://www.zoran-cuckovic.from.hr/QGIS-visibility-analysis/help_qgis3.html>

8.3 Bacino di tiro opera 179 tramite strumenti GIS

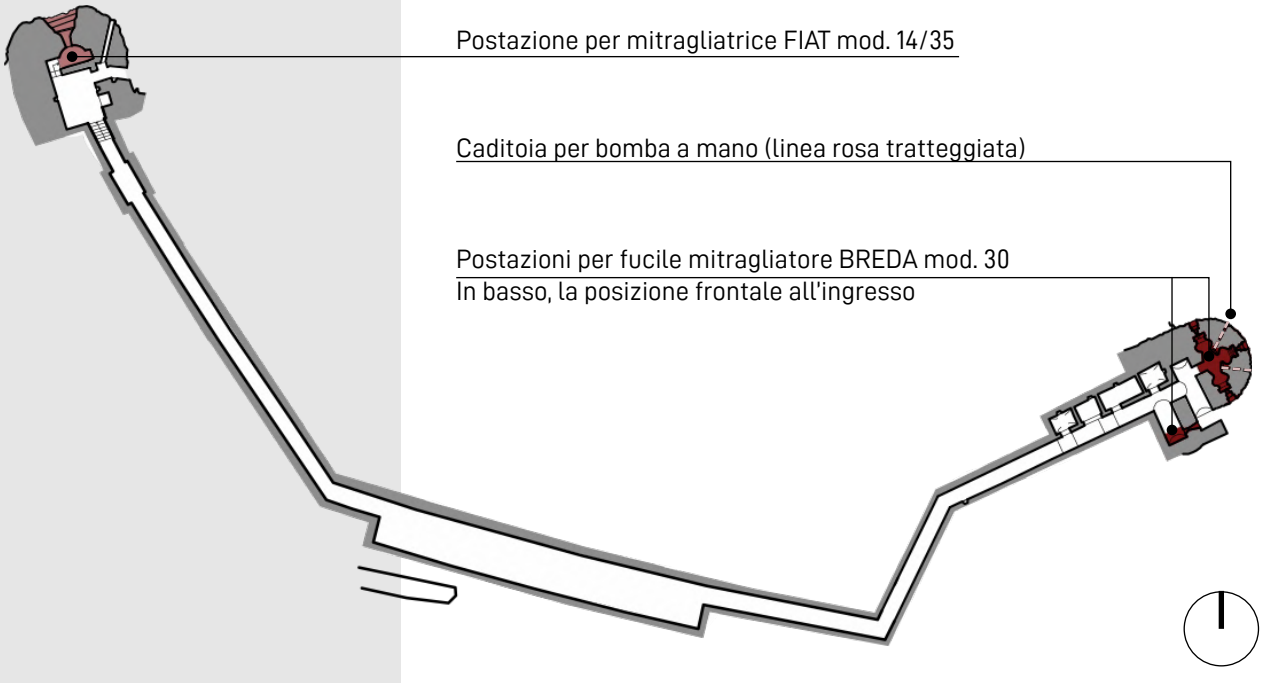
▼ In basso, **Pianta Opera 179 con schema postazioni armate.**
Fuori scala.

L'opera 179, che si configura come un'opera piccola tipo 15.000, sarebbe stata armata come segue:

- 4 postazioni in caponiera, delle quali una a protezione dell'ingresso, tutte dotate di fucile mitragliatore Breda mod.30;
- 2 caditoie per bombe a mano in caponiera;
- 1 postazione in malloppo per mitragliatrice FIAT mod. 14/35.

Alle cinque postazioni, inoltre, si sarebbero dovute sommare, in caso di necessità, altre tre postazioni (ipoteticamente) date dall'osservatorio attivo, il quale, con delle modifiche, si sarebbe potuto velocemente trasformare in malloppo difensivo.

Tuttavia, in questo paragrafo, al fine di comprendere il settore di copertura dell'opera, sono state analizzate solo le cinque postazioni effettivamente armate, non avendo reperito opportune informazioni sulle modalità di armamento dell'osservatorio.
Nei paragrafi che seguono saranno presentati, per ogni



tipologia di arma, sezione e planimetria di una postazione dell'opera ad essa adibita, ricavati dalle nuvole di punti LiDAR acquisite durante la campagna di rilievo del 2021. Nel caso in cui ci siano più postazioni per la stessa arma, come le tre in caponiera per fucile mitragliatore, si è proceduto al rilievo di dettaglio di un solo posto a cui gli altri sono stati assimilati, nelle loro dimensioni di massima.



◀ A sinistra, **Vista postazione per mitragliatrice in malloppo - Opera 179.**
A sinistra, la piastra di corazzatura e la fenditura per l'arma; a destra nicchia per deposito munizioni.
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

In realtà, il rilievo è stato fondamentale a comprendere la geometria di una postazione ma, soprattutto, per misurare gli effettivi settori verticali e orizzontali delle armi che venivano anche influenzati dalle dimensioni delle bocche di tiro. Per quanto concerne queste quote, invece, la misurazione è stata effettuata per tutte le postazioni, nonostante, per quelle con le stesse armi, i valori fossero piuttosto simili e comparabili. Questa metodologia è stata applicata anche nel caso delle altre opere presentate in successione a questa.

Le quote altimetrice di piante e sezioni hanno come riferimento (0.00 relativo) l'ingresso dell'opera, nei pressi della relativa caponiera.

▼ In basso, **Vista caponiera Opera 179 con, in primo piano, la fenditura per fucile mitragliatore.**
Tra le rocce di mascheramento della facciata si intravede lo sbocco della caditoia per bombe a mano.
Fonte: Valentina Santoro, Team DIRECT.



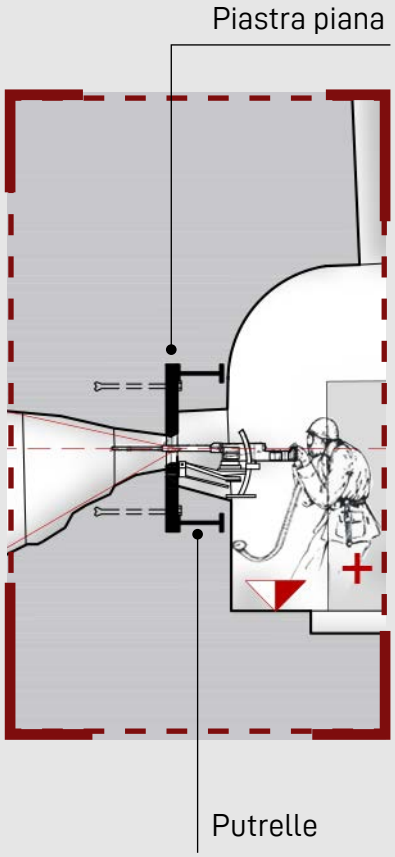
8.3.1 Malloppo con postazione per mitragliatrice FIAT 14/35

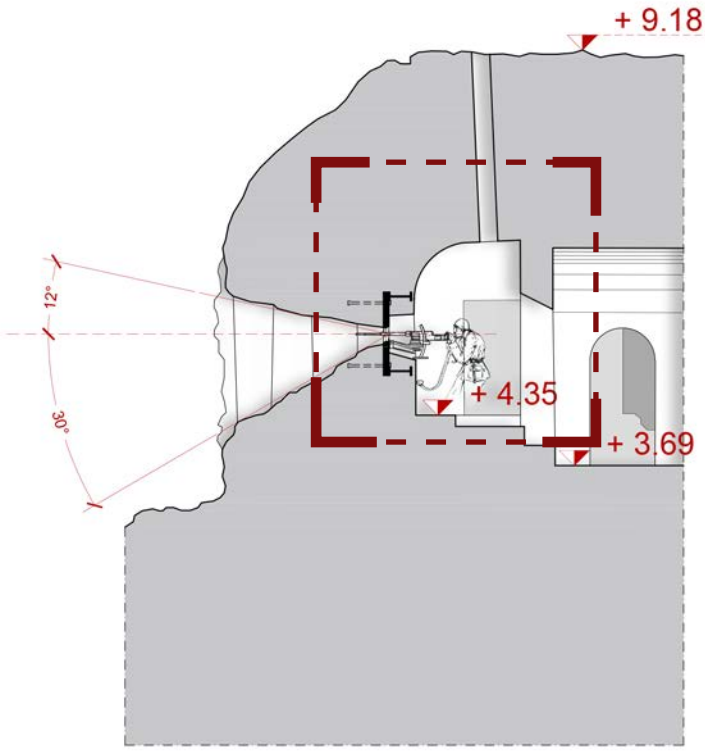
Rappresentazioni ad opera dell'autore e derivate da confronto e integrazione tra nuvola di punti LiDAR e schemi di progetto.

▶ A destra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 179 - Postazione per mitragliatrice.**
Con campitura nera si evidenzia la corazzatura con piastra piana.

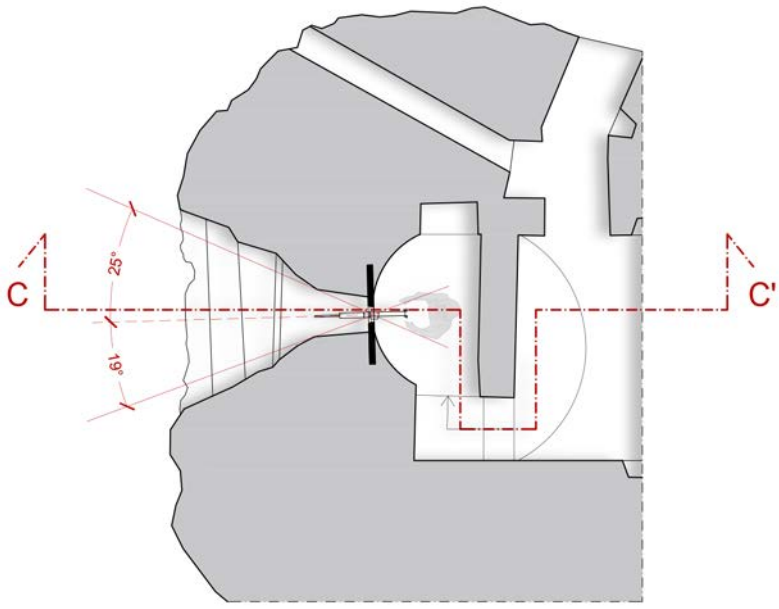
Schema di arco di tiro orizzontale (ca. 50°) e verticale (ca. 45°).
Scala 1:100

▼ In basso, **Dettaglio sezione con corazzatura e rinforzo con putrelle.**



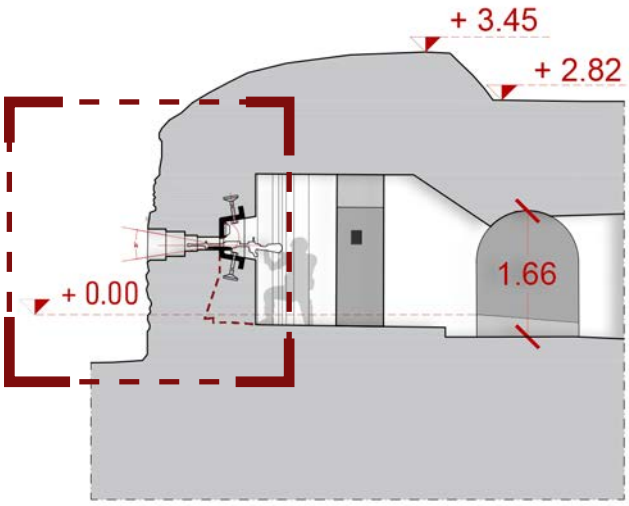


Sezione A - A'

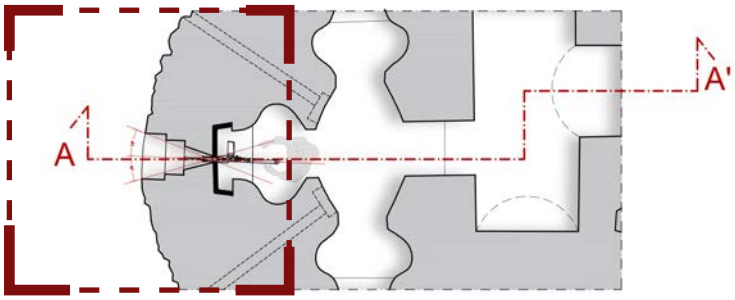


Stralcio di pianta opera 179 - malloppo

8.3.2 Caponiera con postazione per fucile mitragliatore BREDA mod.30



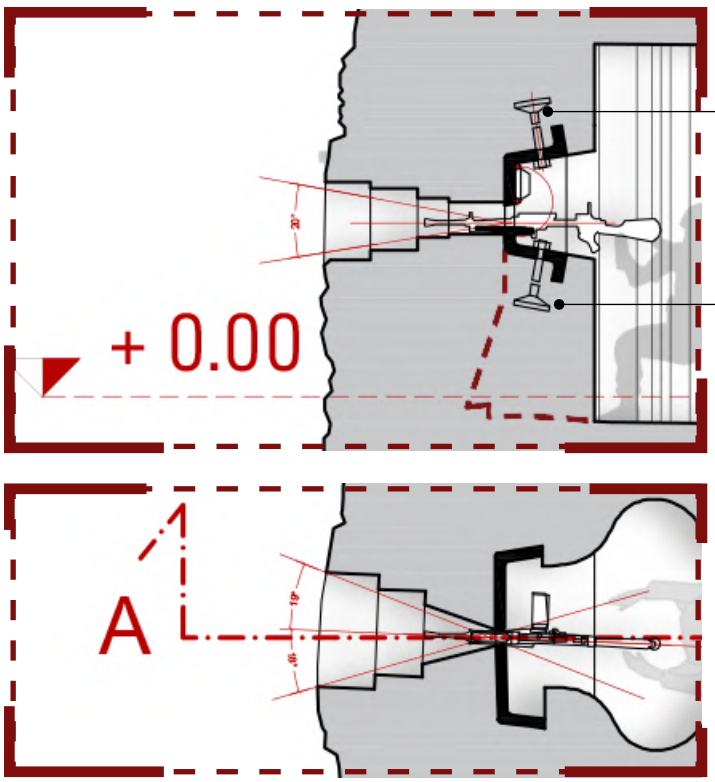
Sezione A - A'



Stralcio di pianta opera 179 - caponiera

◀ A sinistra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 179 - Postazione per fucile mitragliatore.**

Schema di arco di tiro orizzontale (ca. 40°) e verticale (ca. 20°).
Tratteggiato in rosso la sezione reale della postazione esistente.
Scala 1:100



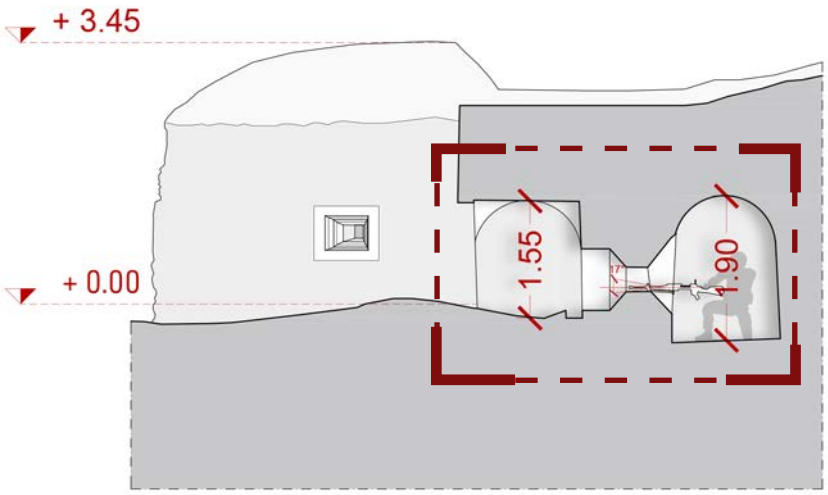
◀ A sinistra, **Dettaglio sezione e pianta con settori di tiro verticale e orizzontale.**
Con campitura nera si evidenzia la corazzatura della postazione mentre, in alto e in basso, sono presenti le staffe di ancoraggio.
Fuori scala

Staffe di ancoraggio annegate nel getto di calcestruzzo

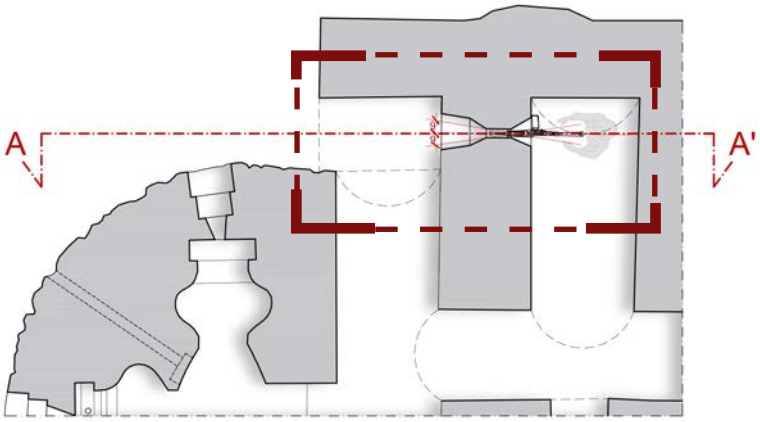
Rappresentazioni ad opera dell'autore e derivate da confronto e integrazione tra nuvola di punti LiDAR e schemi di progetto.

▶ A destra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 179 - Postazione per fucile mitragliatore a copertura dell'ingresso.**

Schema di arco di tiro orizzontale (ca. 40°) e verticale (ca. 20°).
Scala 1:100

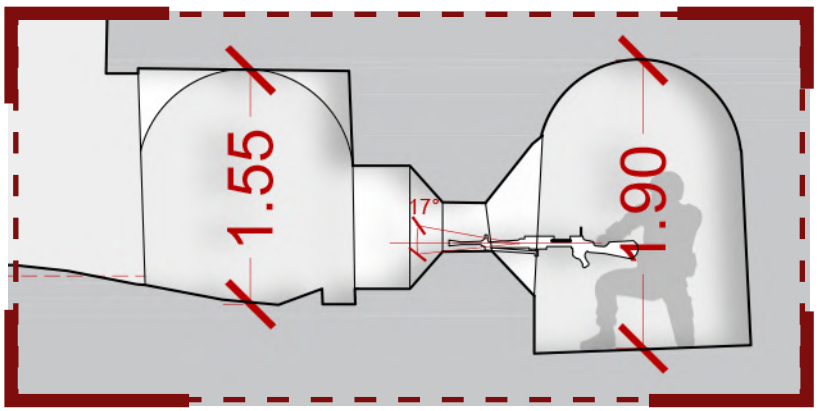


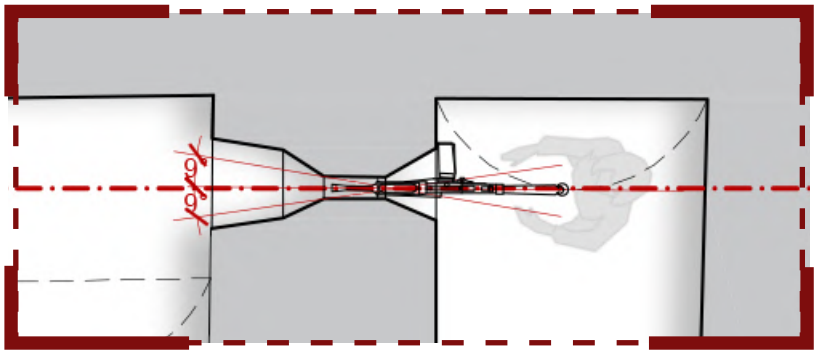
Sezione A - A'



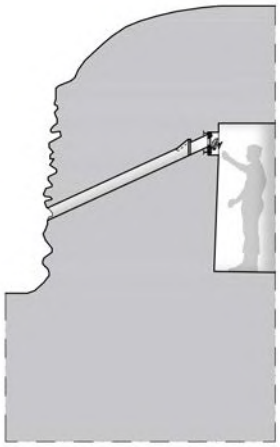
Stralcio di pianta opera 179 - fucile mitragliatore ingresso

▶ A destra, **Dettaglio sezione e pianta con settori di tiro verticale e orizzontale.**
Fuori scala

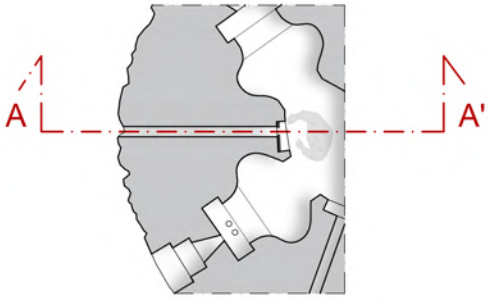




8.3.3 Caponiera con lancia bombe a mano



Sezione A - A'



Stralcio di pianta opera 179 - caponiera

◀ A sinistra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 179 - Caditoia per bombe a mano.**
Scala 1:100



◀ A sinistra, **Vista camera centrale di collegamento alle postazioni della caponiera - Opera 179.**
Evidenziate con tratteggio bianco le due nicchie per chiusura caditoia mentre, in rosso, condotto della caditoia.
Sullo sfondo, postazione per fucile mitragliatore.
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino.

▶ A destra, **Settore di copertura opera 179.**
Scala 1:5.000

Legenda

Settore di copertura
Area circostante

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

8.3.4 Bacino di tiro complessivo opera 179

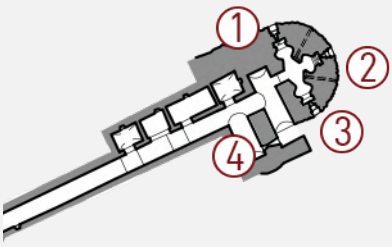
Come si evince dalla carta a lato, appare evidente come l'unica mitragliatrice dell'opera 179 riesca a coprire e controllare buona parte della mulattiera che risale la conco di Prato Ciorliero e una fetta piuttosto estesa dell'area antistante le altre due opere 180-181.
I fucili mitragliatori, ovviamente, essendo armi leggere a gittata ridotta coprono al meglio l'area subito circostante la caponiera e l'ingresso all'opera.
Le porzioni non battute dalle armi a causa della conformazione del terreno, desunta dal DTM, possono essere considerate tre:

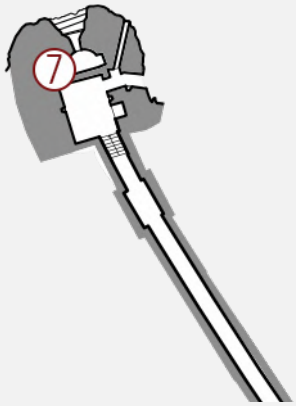
- un triangolo di terra sulla destra della mulattiera, rivolgendosi verso sud est;
- una porzione antistante l'opera 181;
- l'area antistante l'opera 180 e quindi anche il tratto di mulattiera ivi passante.

▼ In basso, **Tabella riassuntiva di postazioni di tiro e relativi settori orizzontali e verticali, altezza dal suolo.**

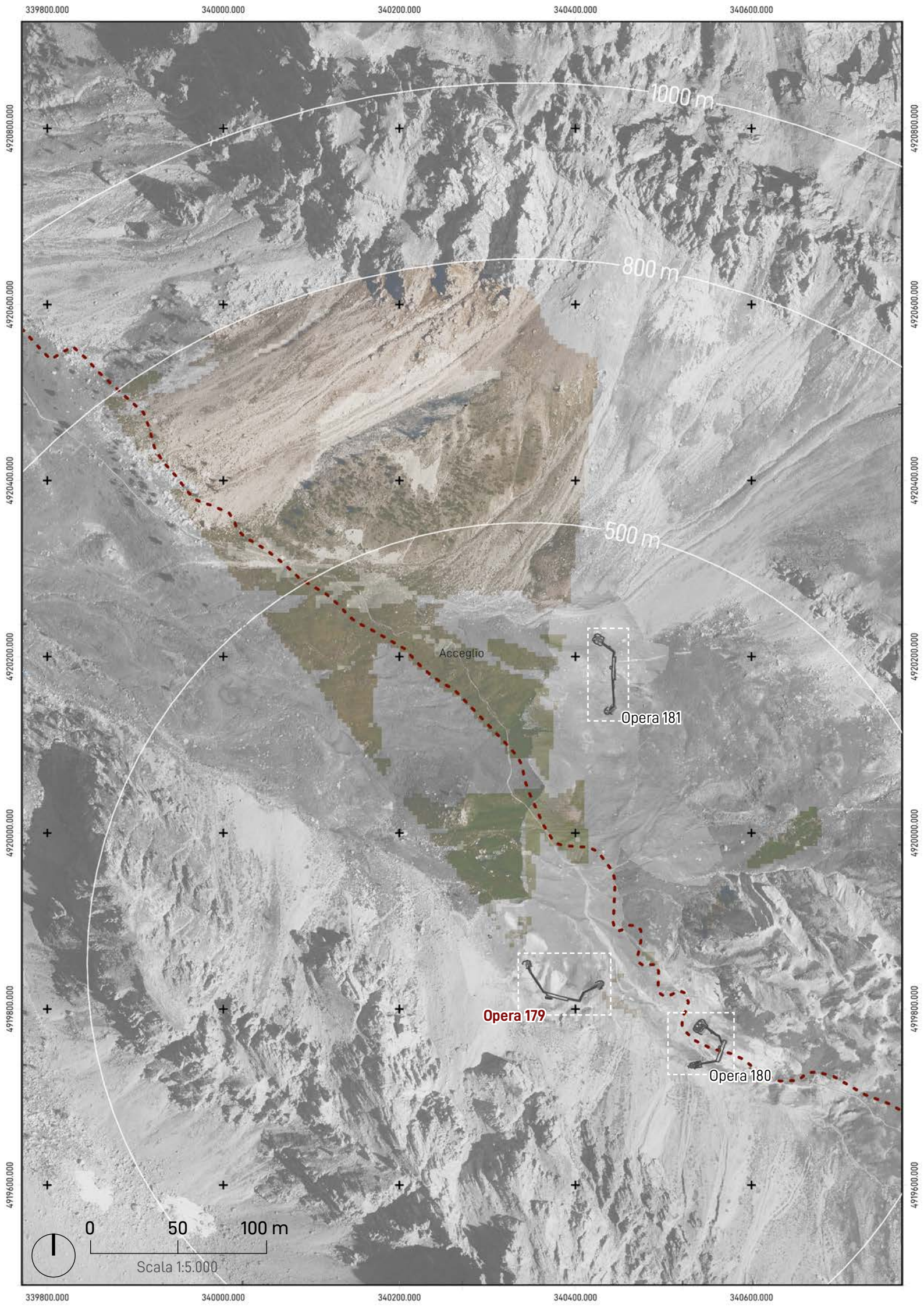
Arma	Superficie copertura
Mitragliatrice Fiat mod. 14/35	180.250,00 m^2
Fucile mitragliatore Breda mod. 30	17.850,00 m^2
TOTALE OPERA 179	187.900 m^2

Opera 179





Tipo di arma		Fucile mitragliatore	
N° postazione	*Angolo orizzontale (gradi)*	*Angolo verticale (gradi)*	*Altezza dal suolo (m)*
1	37° (-18°; +19°)	20° (-10°; +10°)	0,98
2	37° (-18°; +19°)	20° (-10°; +10°)	1,5
3	37° (-18°; +19°)	20° (-10°; +10°)	0,91
4	37° (-18°; +19°)	20° (-10°; +10°)	0,2
Tipo di arma		**Bomba a mano**	
5	-	-	-
6	-	-	-
Tipo di arma		**Mitragliatrice**	
7	44° (+25°; -49°)	42° (+12°; -30°)	1,75


339800.000
340000.000
340200.000
340400.000
340600.000
4920800.000
4920600.000
4920400.000
4920200.000
4920000.000
4919800.000
4919600.000
1000 m
800 m
500 m
Acceglio
Opera 181
Opera 179
Opera 180
0
50
100 m
Scala 1:5.000

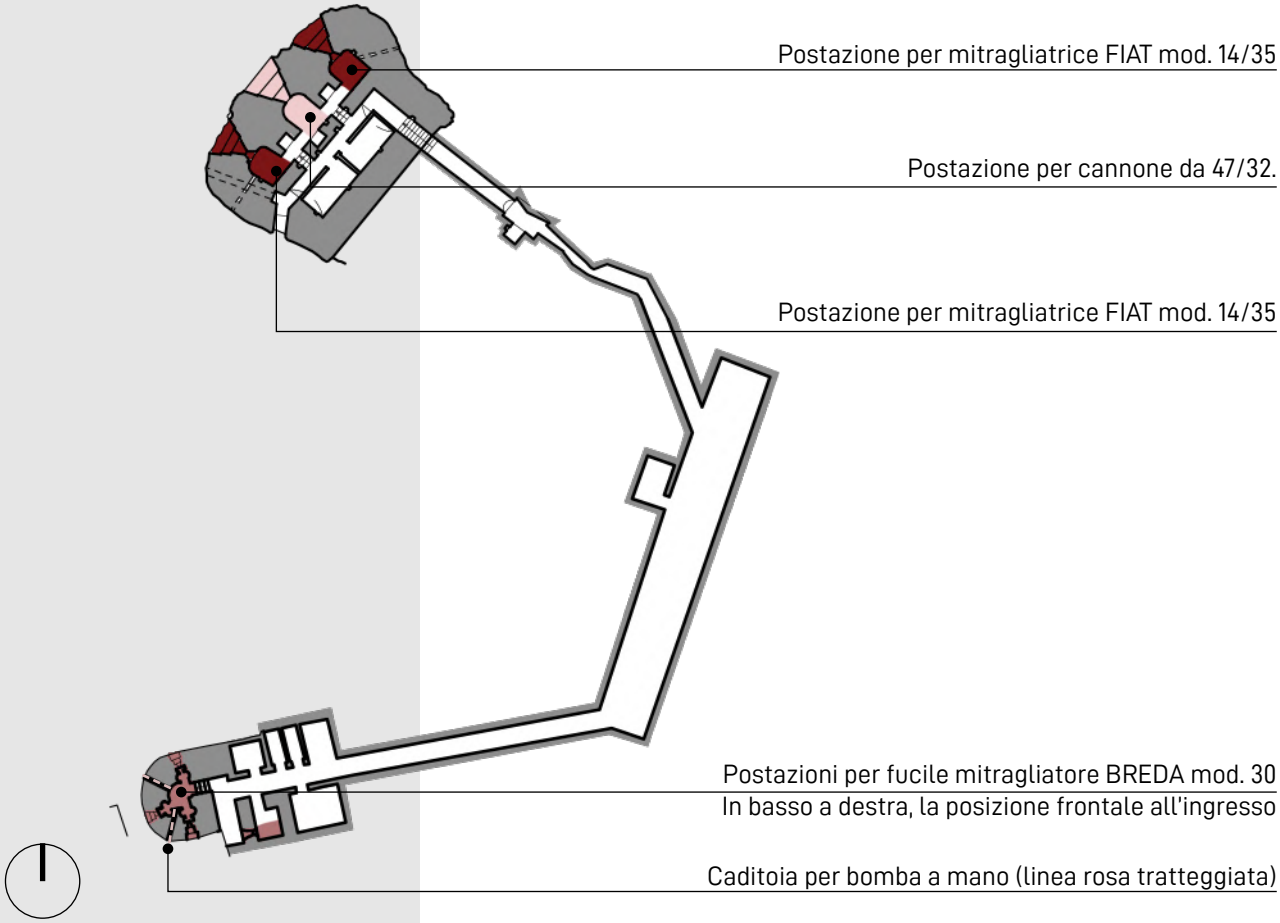
8.4 Bacino di tipo opera 180 tramite strumenti GIS

▼ In basso, **Pianta Opera 180 con schema postazioni armate.**
Fuori scala.

L'opera 180, la più grande delle tre, progettata come un'opera media tipo 15.000, sarebbe stata armata come segue:

- 4 postazioni in caponiera, delle quali una a protezione dell'ingresso, tutte dotate di fucile mitragliatore Breda mod.30;
- 2 caditoie per bombe a mano in caponiera;
- 2 postazione in malloppo per mitragliatrice FIAT mod. 14/35;
- 1 postazione centrale in malloppo per cannone anticarro 47/32.

Come nel caso dell'opera precedente, anche qui nel momento in cui esistessero più postazioni armate allo stesso modo, si è proceduto a presentare solo il rilievo 3D di una, considerata come postazione-tipo.







Per le dimensioni dei settori verticali e orizzontali, influenzati anche dalle dimensioni delle bocche di tiro, la misurazione è stata effettuata per tutte le postazioni, nonostante quelle armate allo stesso modo avessero grandezze comparabili.
Le quote altimetrice di piante e sezioni hanno come riferimento (0.00 relativo) l'ingresso dell'opera, nei pressi della relativa caponiera.

▲ In alto a sinistra, **Vista interna postazione per cannone in malloppo - Opera 179. A destra, postazione per mitragliatrice.**
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino.

▼ In basso, **Vista malloppo (sinistra) e caponiera (destra) Opera 179.**
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino.

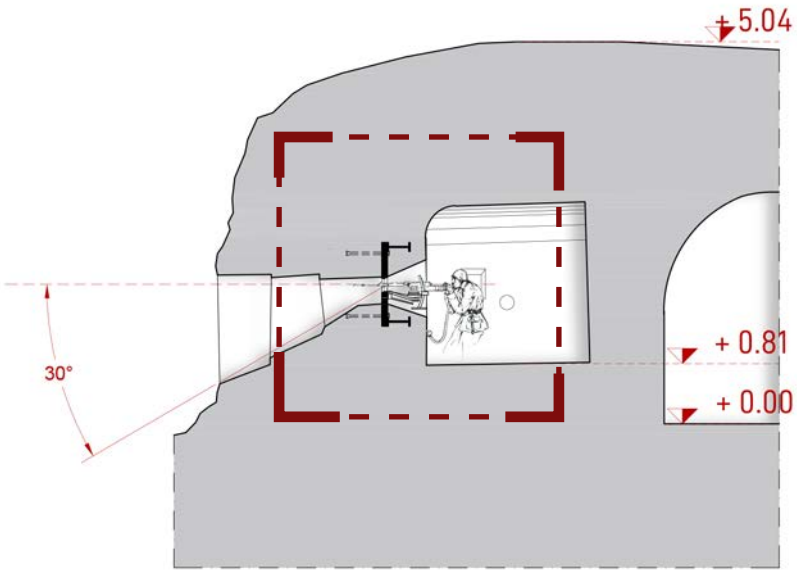


8.4.1 Malloppo con postazione per mitragliatrice FIAT 14/35

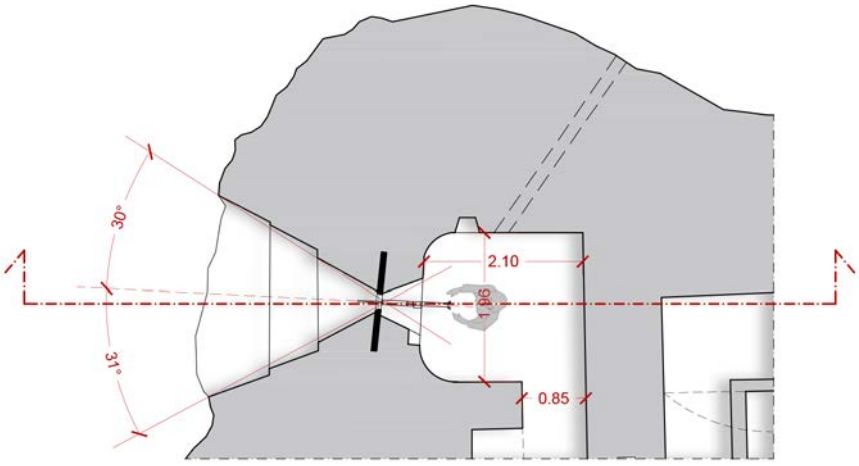
Rappresentazioni ad opera dell'autore e derivate da confronto e integrazione tra nuvola di punti LiDAR e schemi di progetto.

▶ A destra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 180 - Postazione per mitragliatrice.**

Schema di arco di tiro orizzontale (60°) e verticale (ca. 30°).
Scala 1:100

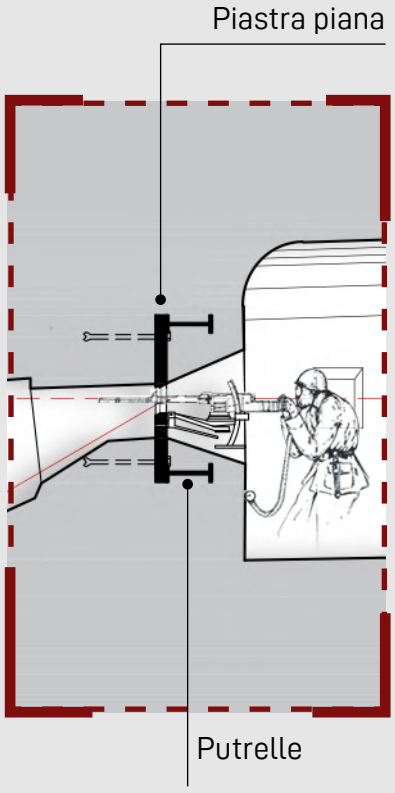


Sezione C - C'

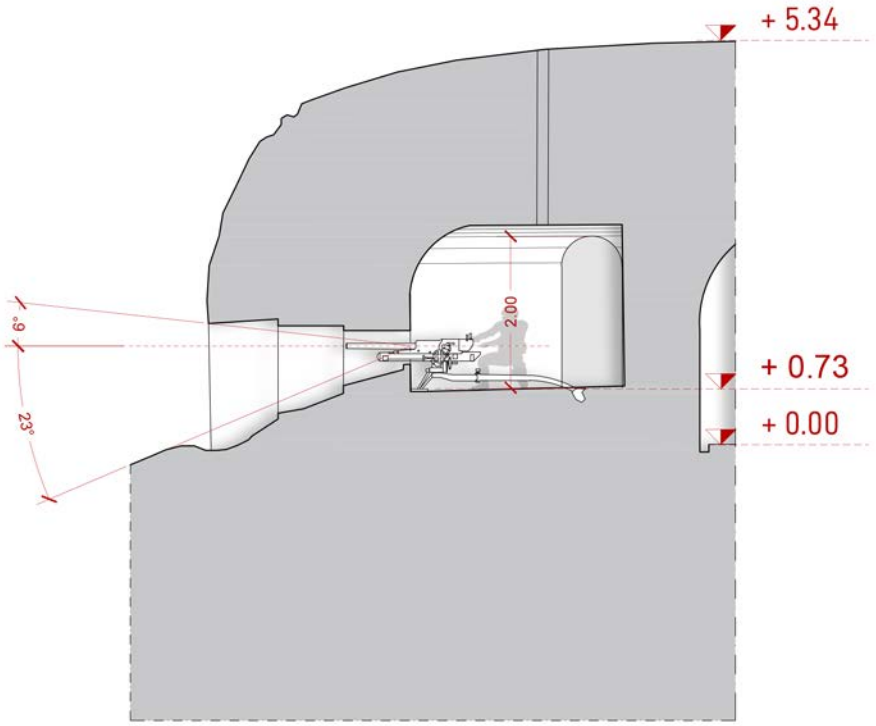


Stralcio di pianta opera 180 - casamatta

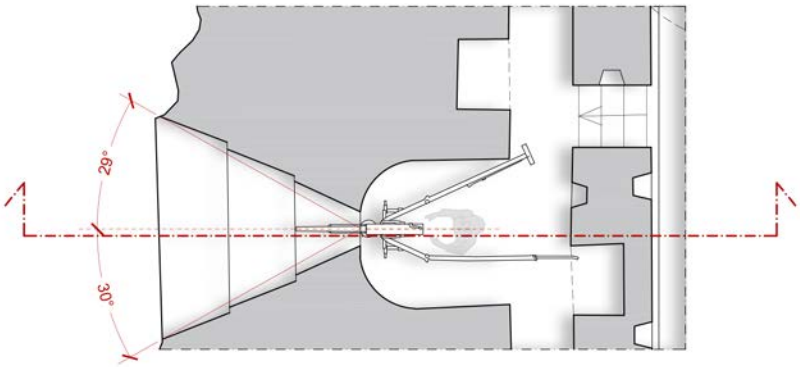
▼ In basso, **Dettaglio sezione con corazzatura e rinforzo con putrelle.**
Fuori scala.



8.4.2 Malloppo con postazione per cannone anticarro 47/32



Sezione A - A'



Stralcio di pianta opera 180 - casamatta cannone

◀ A sinistra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 180 - Postazione per cannone anticarro.**

Schema di arco di tiro orizzontale (60°) e verticale (ca. 30°).
Scala 1:100

8.4.3 Bacino di tiro complessivo opera 179

La copertura offerta dall'opera 180 e, in particolare, il contributo offerto dal cannone anticarro, risultano fondamentali nel difendere l'area di Prato Ciorliero. Infatti, se ad uno sguardo veloce sulla carta a lato la copertura appaia poco fitta, nella realtà la gittata delle armi è tale da riuscire a controllare in modo efficace le zone fondamentali e il sentiero d'accesso in modo meno incisivo di quelle circostanti che, tuttavia, sono difese dalle altre due opere.

In particolare, l'opera 179 si vede coperta sia nella porzione antistante che soprastante mentre, per l'opera 181, le zone controllate appaiono quelle subito antistanti il malloppo e la caponiera.
Per quanto riguarda, invece, la mulattiera longitudinale a Prato Ciorliero, essa è difesa dal tiro delle armi per circa un chilometro (dalle postazioni armate) ad esclusione di una porzione posizionata a circa 400 m dall'opera stessa, dove

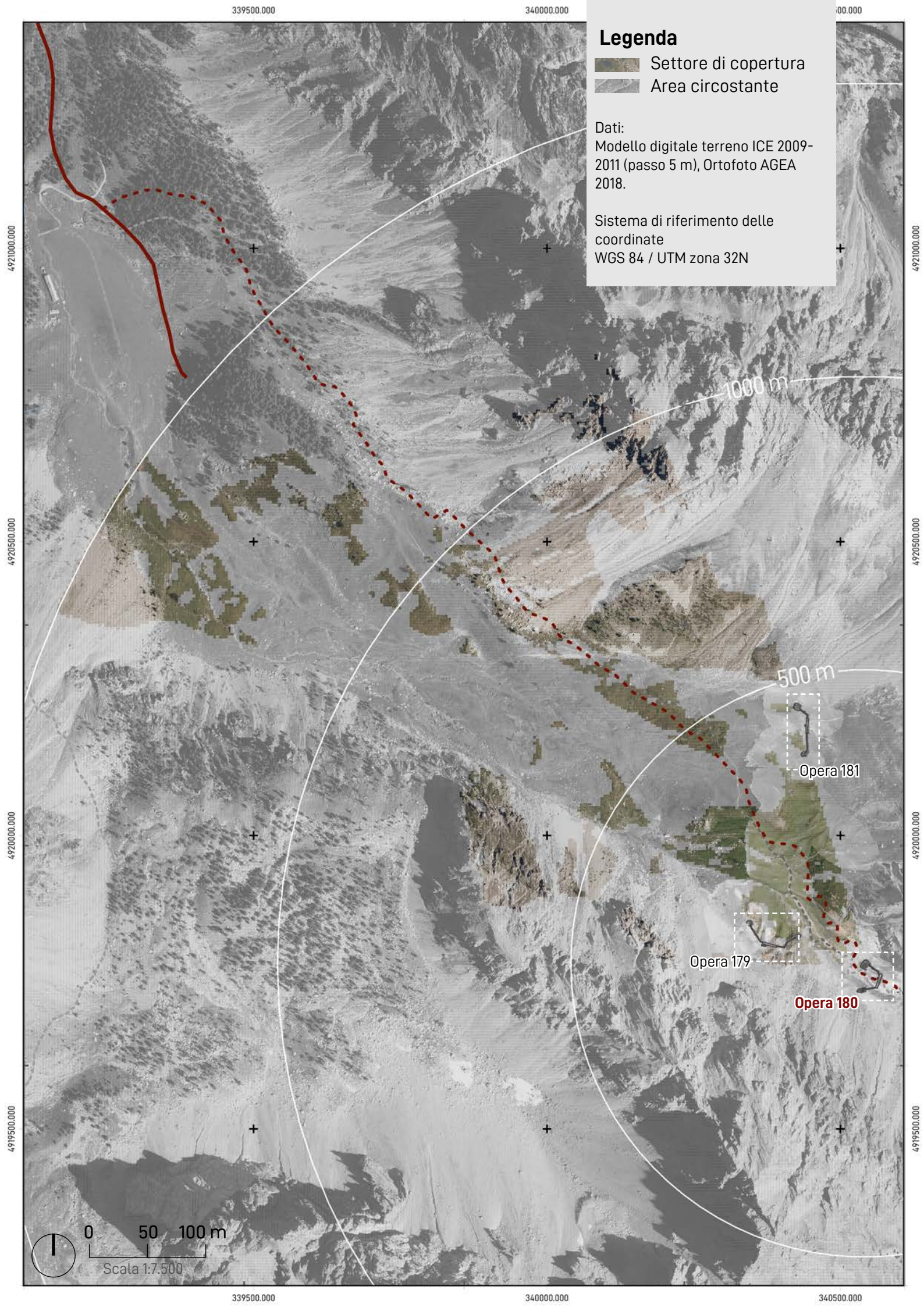
▶ A destra, **Settore di copertura opera 180.**
Scala 1:7.500

▼ In basso, **Tabella riassuntiva di postazioni di tiro e relativi settori orizzontali e verticali, altezza dal suolo.**



Opera 180

Tipo di arma		Mitragliatrice	
N° postazione	*Angolo orizzontale (gradi)*	*Angolo verticale (gradi)*	*Altezza dal suolo (m)*
1	60° (-30°; +30°)	-30°	1,84
3	60° (-30°; +30°)	-30°	1,69
Tipo di arma		**Cannone**	
2	60° (+30°; -30°)	30° (-23°; +6°)	1,30
Tipo di arma		**Fucile mitragliatore**	
4	36° (-18°; +18°)	20° (-10°; +10°)	1,00
5	41° (-19°; +22°)	20° (-10°; +10°)	1,20
6	35° (-17°; +18°)	20° (-10°; +10°)	0,50
7	37° (-18°; +19°)	20° (-10°; +10°)	1,75
Tipo di arma		**Bomba a mano**	
8	-	-	-
9	-	-	-



Legenda

Settore di copertura

Area circostante

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

la presenza di due piccoli rilievi funge da ostacolo naturale al suo controllo, venendo nascosta alle spalle di queste prominenze.

E', però, da specificare che la zona compresa tra l'opera e la gittata massima delle armi, seppur non venga completamente visualizzata dai mirini delle postazioni, risulta comunque un'area sotto controllo delle opere in quanto, seppur non in maniera diretta e precisa come per le altre zone, anche qui il nemico può essere colpito e raggiunto da proiettili. Inoltre, la presenza di tre opere fa sì che dove il controllo di una fallisce o sia minimo, le altre sopperiscano con le proprie armi.

Arma	**Superficie copertura**
Mitragliatrice Fiat mod. 14/35	148.750,00 m^2
Cannone da 47/32	239.100,00 m^2
Fucile mitragliatore Breda mod. 30	15.700,00 m^2
TOTALE OPERA 180	267.600,00 m^2

8.5 Bacino di tipo opera 181 tramite strumenti GIS

L'opera 181, progettata anch'essa come opera piccola tipo 15.000, sarebbe stata armata come segue:

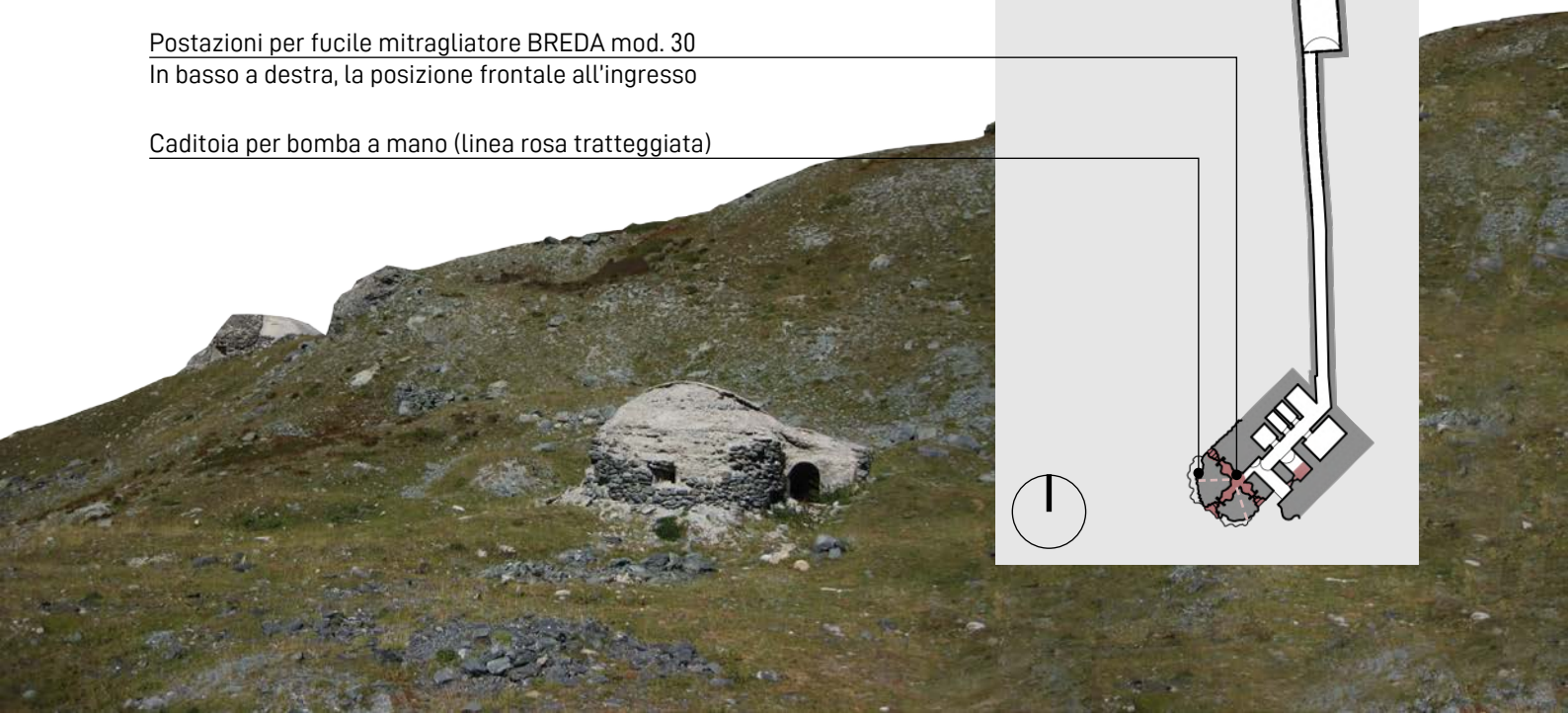
- 4 postazioni in caponiera, delle quali una a protezione dell'ingresso, tutte dotate di fucile mitragliatore Breda mod.30;
- 2 caditoie per bombe a mano in caponiera;
- 2 postazione in malloppo per mitragliatrice FIAT mod. 14/35.

Come nel caso dell'opera precedente, anche qui nel momento in cui esistessero più postazioni armate allo stesso modo, si è proceduto a presentare solo il rilievo di una, considerata come postazione-tipo. Per le dimensioni dei settori verticali e orizzontali, influenzati anche dalle dimensioni delle bocche di tiro, la misurazione è stata effettuata per tutte le postazioni, nonostante quelle armate allo stesso modo avessero grandezze comparabili.

Le quote altimetrice di piante e sezioni hanno come riferimento (0.00 relativo) l'ingresso dell'opera, nei pressi della relativa caponiera.

▼ In basso, **Pianta Opera 181 con schema postazioni armate.**
Fuori scala.

▼ In basso, **Vista malloppo (sinistra) e caponiera (destra) Opera 181.**
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino.



Postazione per mitragliatrice FIAT mod. 14/35

Postazioni per fucile mitragliatore BREDA mod. 30
In basso a destra, la posizione frontale all'ingresso

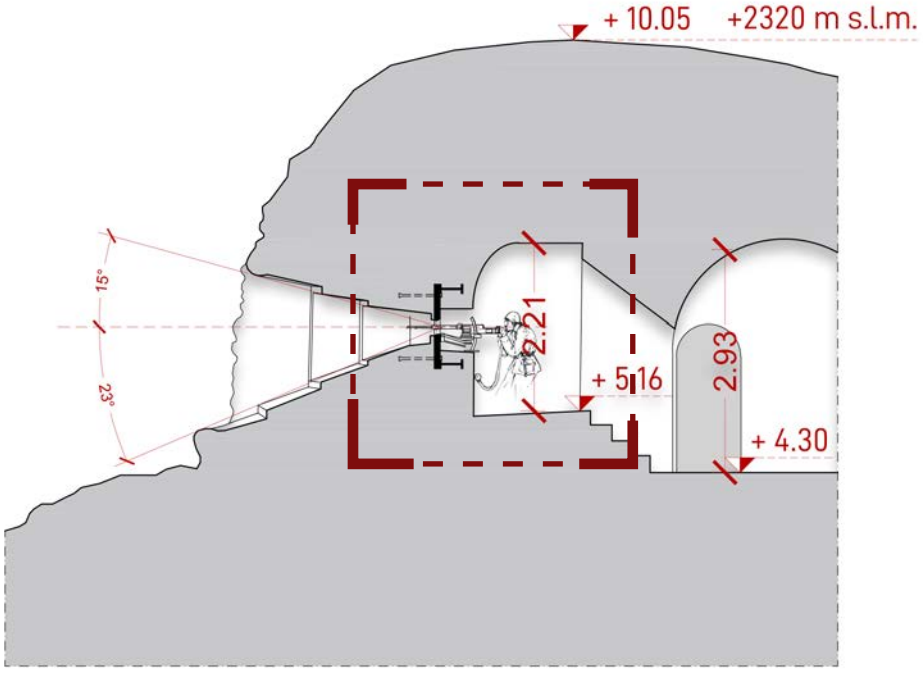
Caditoia per bomba a mano (linea rosa tratteggiata)

8.5.1 Malloppo con postazione per mitragliatrice FIAT 14/35

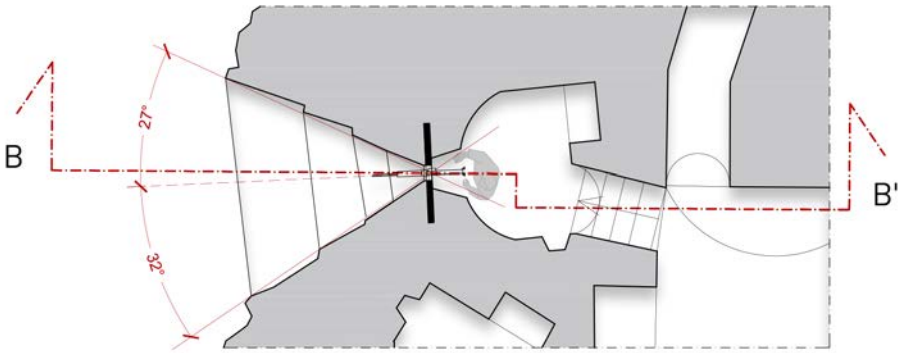
Rappresentazioni ad opera dell'autore e derivate da confronto e integrazione tra nuvola di punti LiDAR e schemi di progetto.

▶ A destra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 181 - Postazione per mitragliatrice. Schema di arco di tiro orizzontale (ca. 60°) e verticale (ca. 30°).** *Scala 1:100*

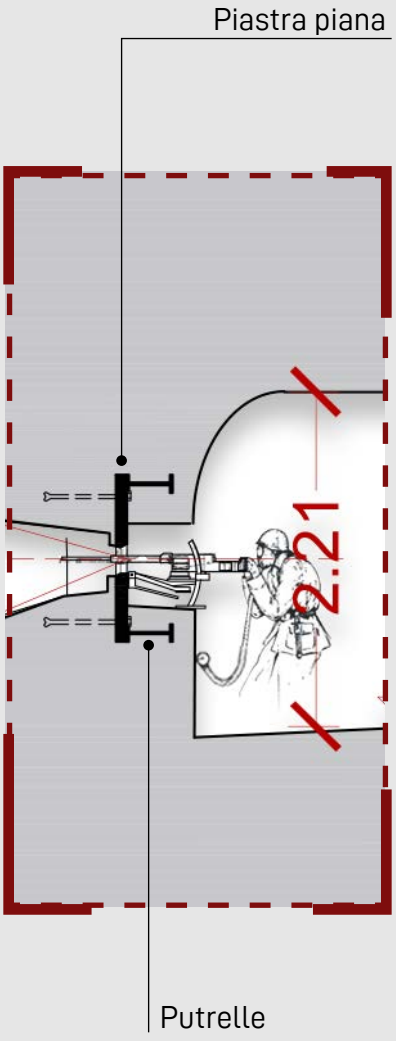
▼ In basso, **Dettaglio sezione con corazzatura e rinforzo con putrelle.** *Fuori scala.*



Sezione B - B'

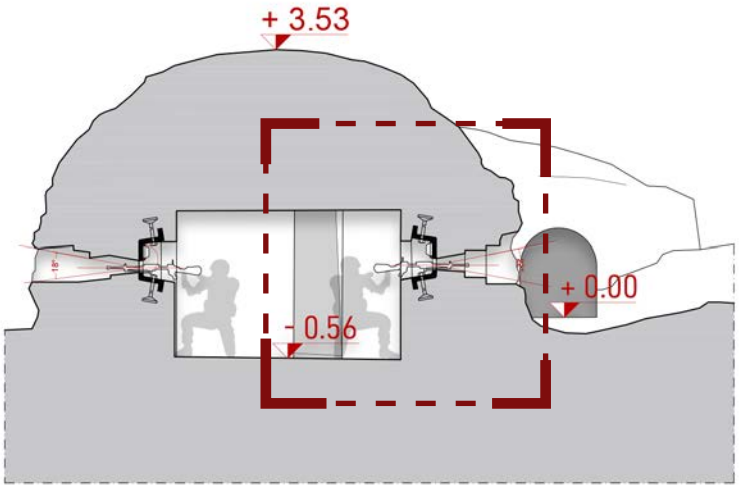


Stralcio di pianta opera 181 - casamatta mitragliatrice

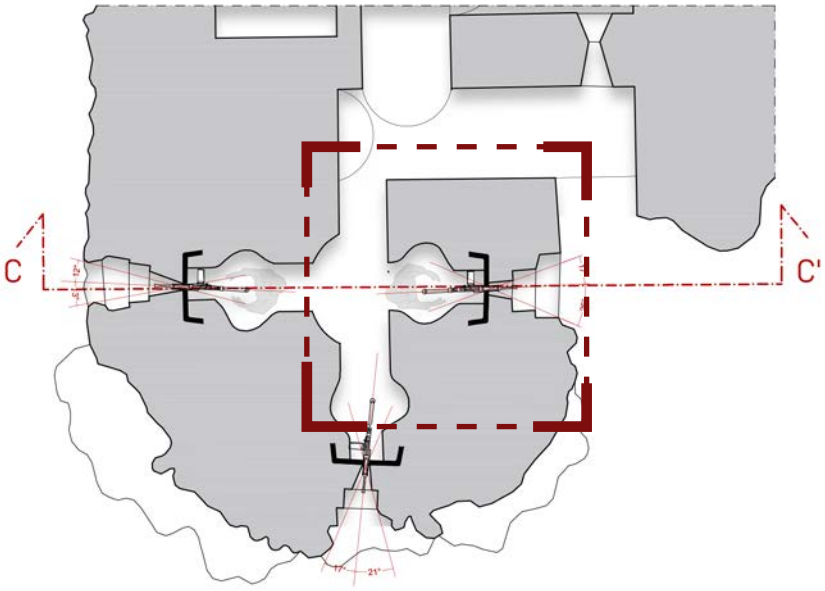


8.5.2 Caponiera con postazione per fucile mitragliatore BREDA mod.30

◀ A sinistra, **Stralcio di pianta e sezione Opera 181 - Postazione per fucile mitragliatore.**
Schema di arco di tiro orizzontale (ca. 30°) e verticale (ca. 20°).
Scala 1:100

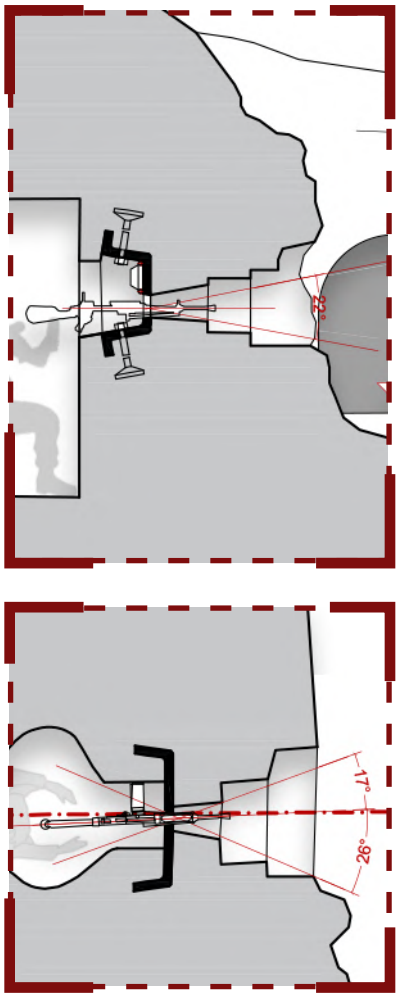


Sezione C - C'



Stralcio di pianta opera 181 - caponiera

▼ In basso, **Dettaglio sezione e pianta con settori di tiro verticale e orizzontale.**
Con campitura nera si evidenzia la corazzatura della postazione mentre, in alto e in basso, sono presenti le staffe di ancoraggio.
Fuori scala



▶ A destra, **Settore di copertura opera 180.**
Scala 1:7.500

8.5.3 Bacino di tiro complessivo opera 181

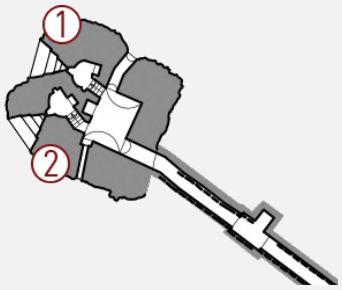
Delle tre esaminate, l'opera 181 è quella posta più in basso e all'imbocco di Prato Ciorliero, ragione per cui si occupa della difesa del tratto iniziale della mulattiera di collegamento con il Passo della Gardetta.
Anche in questo caso, una porzione della strada viene nascosta alla vista delle armi per la presenza dei due piccoli rilievi già citati nel caso dell'opera 180.

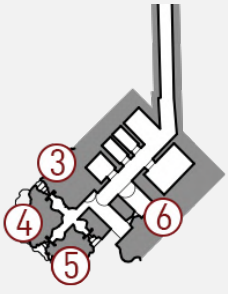
La copertura della 181, tuttavia, si estende fino ad entrambi i versanti che racchiudono la stretta conca in cui si trovano le tre opere, occupandosi quindi della protezione dell'area più bassa e vasta, d'imbocco e accesso alla piccola valle.

Arma	**Superficie copertura**
Mitragliatrice Fiat mod. 14/35	224.225,00 m^2
Fucile mitragliatore Breda mod. 30	54.475,00 m^2
TOTALE OPERA 181	237.925,00 m^2

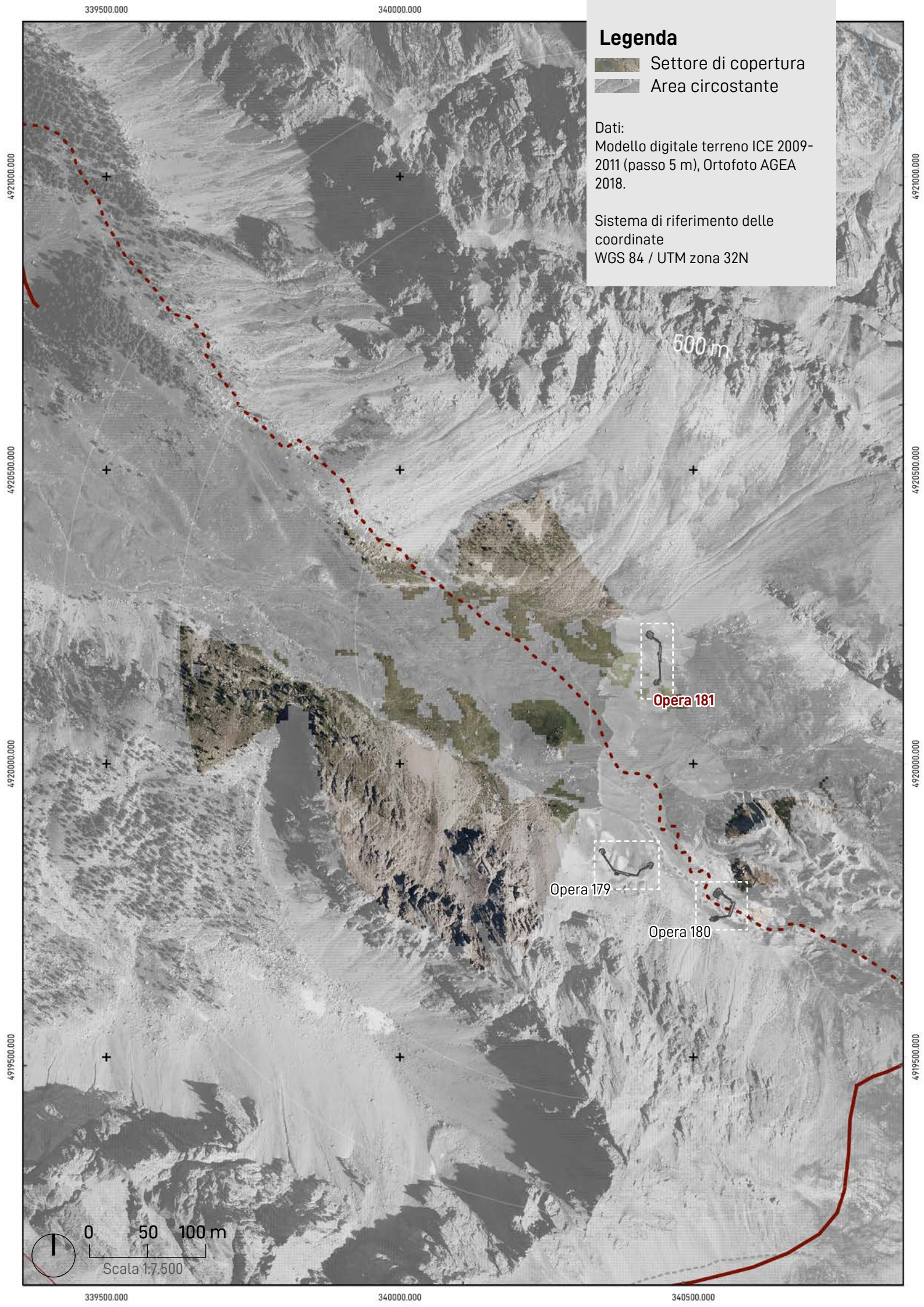
▼ In basso, **Tabella riassuntiva di postazioni di tiro e relativi settori orizzontali e verticali, altezza dal suolo.**

Opera 181





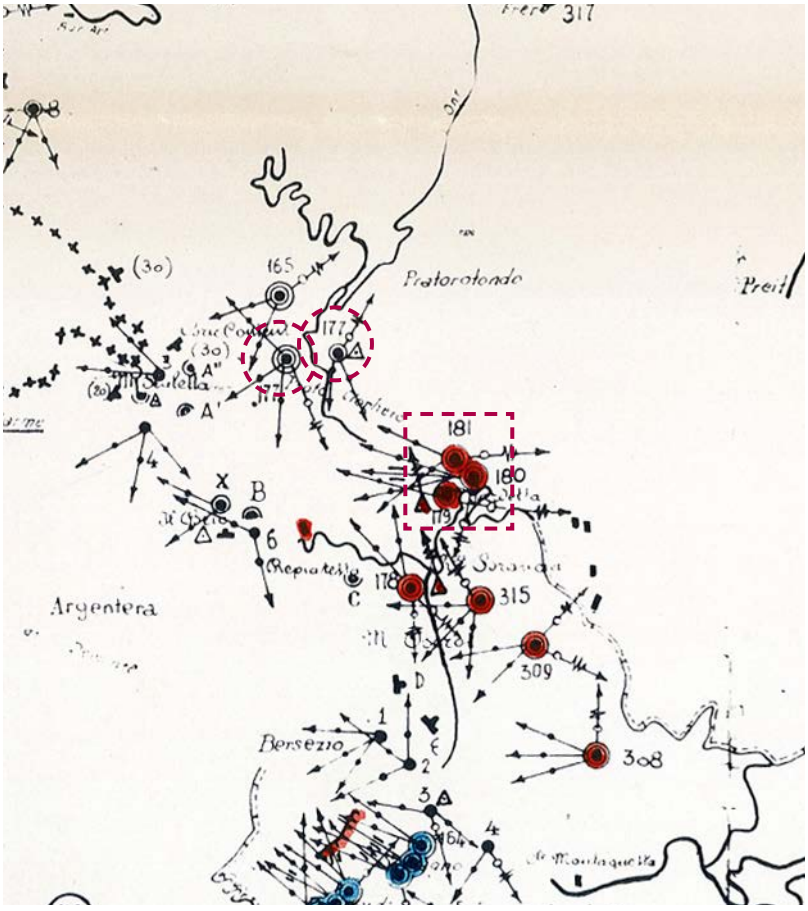
Tipo di arma		**Mitragliatrice**	
N° postazione	*Angolo orizzontale (gradi)*	*Angolo verticale (gradi)*	*Altezza dal suolo (m)*
1	59° (+32°; -27°)	38° (+15°; -23)	1,93
2	59° (+32°; -57°)	38° (+15°; -23°)	1,93
Tipo di arma		**Fucile mitragliatore**	
3	25° (+12°; -13°)	18° (+10; -8°)	0,81
4	38° (+17°; -21°)	22° (+11°; -11°)	0,84
5	43° (+17°; -26°)	22° (+11°; -11)	0,84
6	35° (-17°; +18°)	20° (-10°; +10°)	0,50


339500.000
340000.000
340500.000
4921000.000
4920500.000
4920000.000
4919500.000
Legenda
Settore di copertura
Area circostante
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018.
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N
500 m
Opera 181
Opera 179
Opera 180
0
50
100 m
Scala 1:7.500

08

8.6 Settore di copertura opere 179 - 180 - 181

Il settore di copertura delle tre opere è ampio poco più di 90° (se non si tiene conto della ridotta porzione ad nord-est dell'opera 180) e si estende per oltre un chilometro, considerando come centro l'opera 180.
In realtà, si potrebbe dire che nei primi 500 m i 90° gradi vengono coperti dalle armi nella quasi totalità dei casi mentre, man mano che ci si allontana dai centri delle opere, com'è ovvio che sia, la copertura diminuisce così come anche l'efficacia delle armi.
Tra i 500 m e i 1000 m si ha una buona copertura dei versanti ma una vasta area cieca nella porzione più bassa della conca.
Nella porzione compresa tra 1000-1500 m, infine, la copertura si riduce drasticamente, trattandosi di una zona battuta solo dal fuoco del cannone anticarro.



In generale, però, il controllo della mulattiera di collegamento tra le opere, la Gardetta a sud-est e il Vallone di Unerzio/

▶ A destra, **Settore di copertura opere 179 - 180 - 181.**
Scala 1:10.000

Legenda

Settore di copertura
Area circostante

Viabilità pedonale odierna

Strade militari

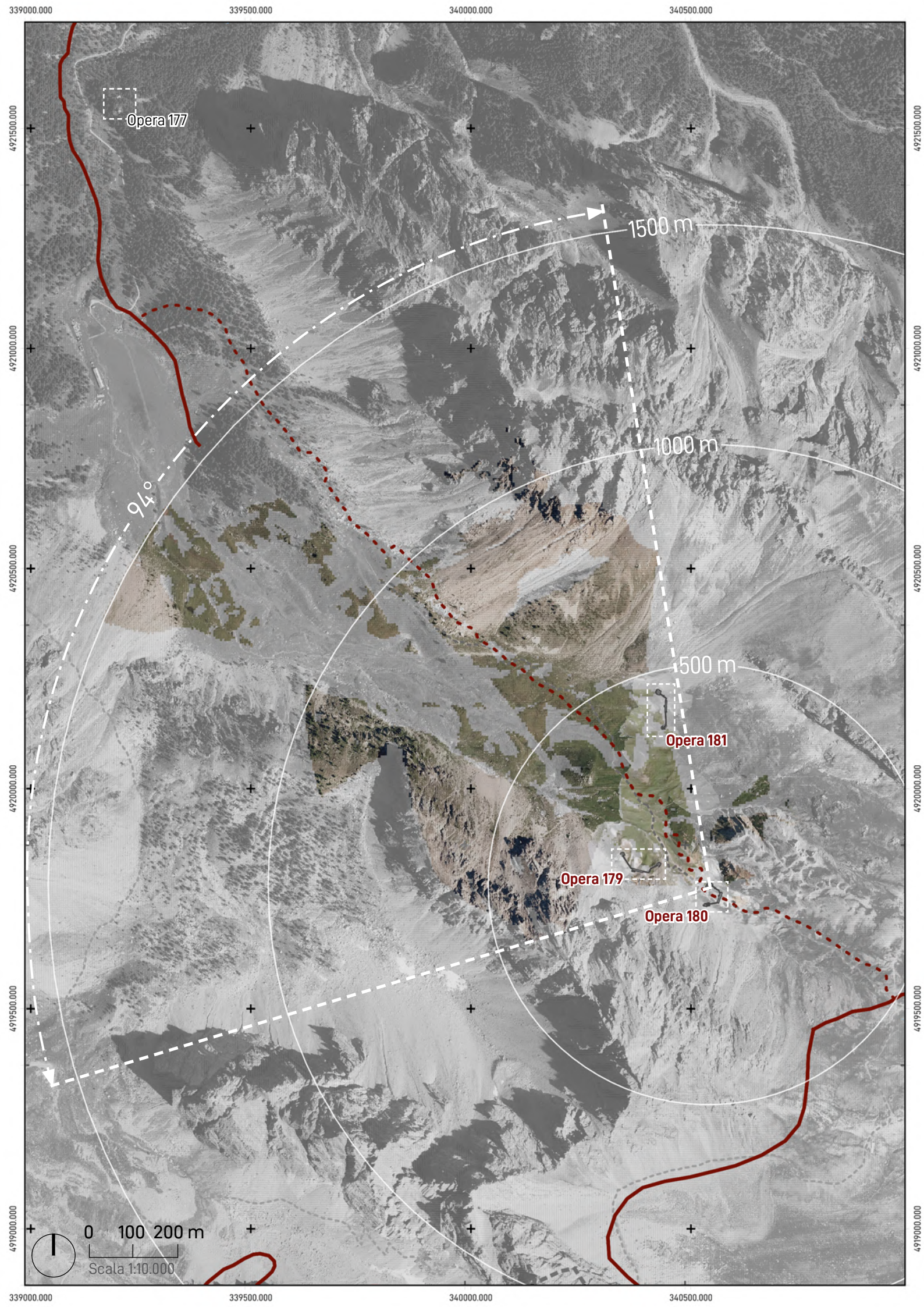
Strada semplice transito 194 | *Acceglio - Prato Ciorliero*

Strada mulattiera | *Prato Ciorliero - Passo Gardetta*

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018; Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile strade militari.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

▶ A destra, **Stralcio Situazione mensile opere di difesa e stradali alla data del 30-4-1941.**
Fonte: Archivio Primo Reparto Infrastrutture Torino.

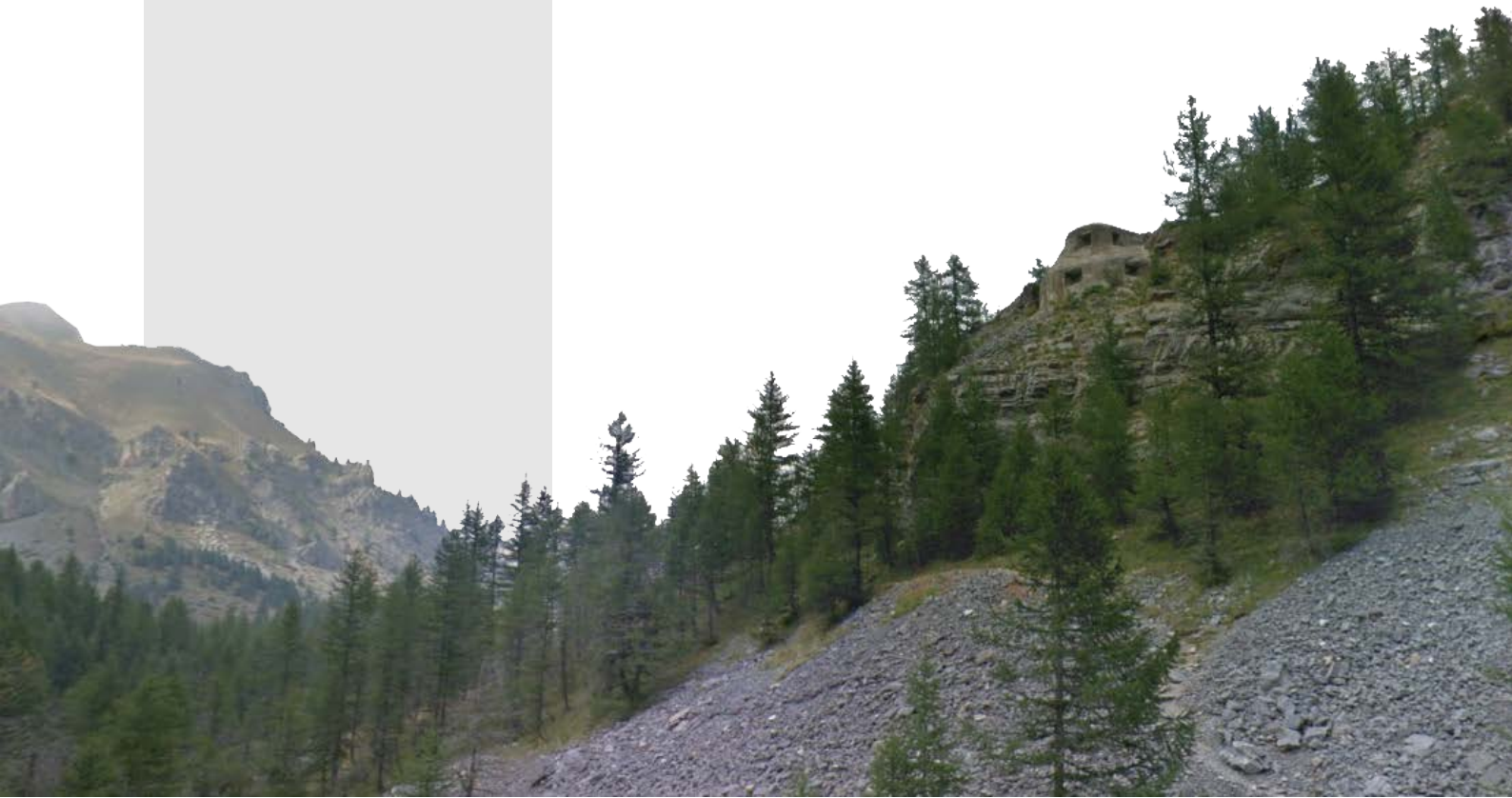

339000.000
339500.000
340000.000
340500.000
5215000.000
5216000.000
5217000.000
5218000.000
5219000.000
Opera 177
1500 m
1000 m
500 m
94°
Opera 181
Opera 179
Opera 180
0 100 200 m
Scala 1:10.000

▼ In basso, **Vista malloppo opera 177 - Settore IV | Valle Maira.**
Fonte: Google Maps.

Acceglio a nord è più che efficace, soprattutto considerando la presenza di altre due opere (176-177), afferenti al Settore IV – Valle Maira, poste a copertura dell'accesso di Prato Ciorliero e Pratorotondo (ovvero la prima porzione del Vallone di Unerzio).

Esse sarebbero state dotate, nel complesso, di quattro postazioni per mitragliatrici e due per fucile mitragliatori, oltre ad un osservatorio a quattro visuali. Interessante, inoltre, notare che esse, al 1941, risultavano già concluse, a differenza delle tre opere della Gardetta ancora in corso.

OPERA	**Superficie copertura**
OPERA 179	187.900,00 m^2
OPERA 180	267.600,00 m^2
OPERA 181	237.925,00 m^2



8.7 Bacino visuale strada mulattiera Prato Ciorliero - Passo Gardetta

08

Comprese quali fossero le aree coperte dai settori armati delle opere, è apparsa anche interessante un'analisi "al contrario", ovvero dal territorio verso le opere. L'idea è quella di comprendere, dal punto di vista di chi percorreva la mulattiera risalente Prato Ciorliero, come e quanto fossero effettivamente visibili caponiere e malloppi delle opere lì presenti e, quindi, quanto efficace sia stato il loro posizionamento in determinati punti.

Il tracciato scelto come punto di vista è stato quello della mulattiera al 1930 che è l'unico conosciuto, più vicino termporalmente alla data di costruzione delle opere. Chiaramente, l'analisi qui presentata non ha pretesa di esaustività, essendo il risultato di tutta una serie di dati e fonti derivati da interpretazioni caratterizzate da diversi gradi ipotetici. Tra questi, il caso del tracciato della strada-mulattiera[1], la cui precisione è definita dalla scala e dall'accuratezza dalla carta da cui è tratto e, quindi, caratterizzato da un'intrinseca incertezza.

Partendo da questi presupposti, quindi, i risultati di questa simulazione possono essere letti in due modi: per blocchi esposti(malloppo e caponiera) e per opere.



◀ A sinistra, **Vista dell'opera 179 dall'opera 181.** Sulla destra il volume del malloppo mentre, a sinistra, il fianco della caponiera.
Fonte: Andrea Galletto.

Nel primo caso, ciò che appare evidente è che le tre caponiere sono state progettate e realizzate in aree con poca visibilità

1 cfr. cap. 4.

▶ A destra, **Bacino visuale strada mulattiera.**
Scala 1:10.000

Legenda

Zona vista da più punti

Zona vista da meno punti

Viabilità pedonale odierna

Strade militari

Strada semplice transito 194 | *Acceglio - Prato Ciorliero*

Strada mulattiera | *Prato Ciorliero - Passo Gardetta*

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018; Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile strade militari; Shapefile opera 179; Shapefile opera 180; Shapefile opera 181.

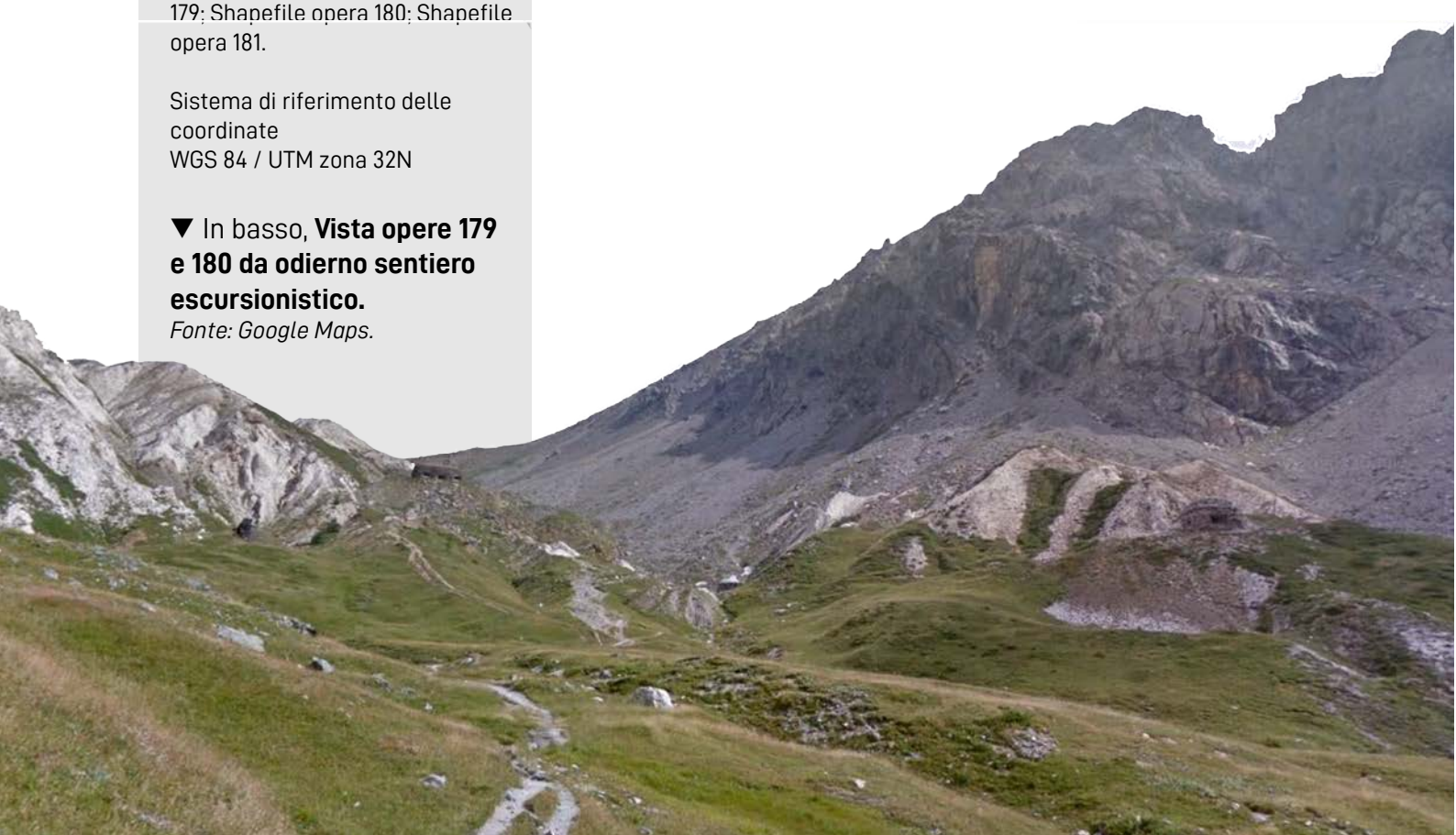
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

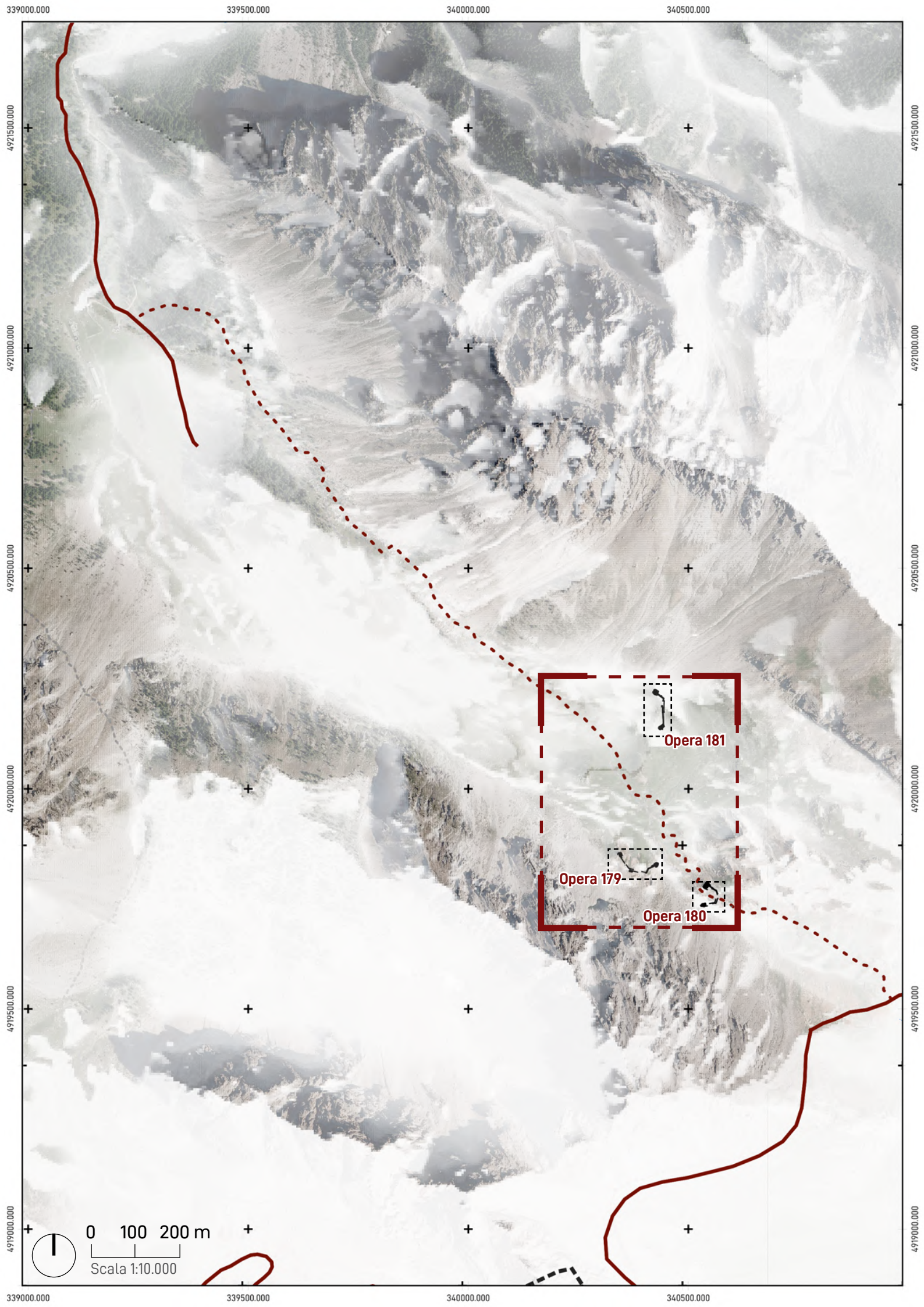
dalla strada. In particolare le caponiere delle opere 180 e 181 non sono affatto visibili e, anzi, anche durante i voli realizzati durante la campagna di rilievo non è stato immediato rintracciarle. Per quanto concerne, invece, quella dell'opera 179, essa, delle tre, è quella posizionata in modo meno efficace tanto che uno dei fianchi è particolarmente esposto e riconoscibile dalla strada così come la sua copertura liscia in calcestruzzo a vista. Interessante è, comunque, come in tutti e tre i casi la caponiera armata rivolga il fianco armato verso la mulattiera mentre l'ingresso sia posizionato nel risvolto coperto, verso il versante.

Passando ai malloppi, invece, la situazione è completamente opposta e due su tre sono del tutto esposti alla mulattiera, nonostante, almeno nel caso dell'opera 179, il mascheramento funzioni piuttosto bene e ci si impieghi qualche istante a realizzare di essere sotto tiro nemico. Il malloppo dell'opera 181 e quello dell'opera 180, invece, rappresentano due casi agli antipodi: il primo è il meno visibile mentre il secondo, anche a causa delle dimensioni, è subito visibile al centro della conca di Prato Ciorliero ed è l'unico ad essere posizionato lungo la mulattiera.

Rivedendo quanto appena detto ma sotto la prospettiva delle singole opere, delle tre quella meno visibile risulta essere la 181, posizionata subito all'imbocco della valle ma efficacemente nascosta dai versanti alle spalle dei quali è stata costruita. Per quanto, invece, riguarda le altre due, 179 e 180, entrambe presentano delle criticità rispetto ai malloppi

▼ In basso, **Vista opere 179 e 180 da odierno sentiero escursionistico.**
Fonte: Google Maps.




339000.000
339500.000
340000.000
340500.000
4921500.000
4921000.000
4920500.000
4920000.000
4919500.000
4919000.000
Opera 181
Opera 179
Opera 180
0 100 200 m
Scala 1:10.000

▶ A destra, **Bacino visuale strada mulattiera.**
Scala 1:2.000

Legenda

Zona vista da più punti

Zona vista da meno punti

Viabilità pedonale odierna

Strade militari

Strada mulattiera | *Prato Ciorliero - Passo Gardetta*

Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018; Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile strade militari.

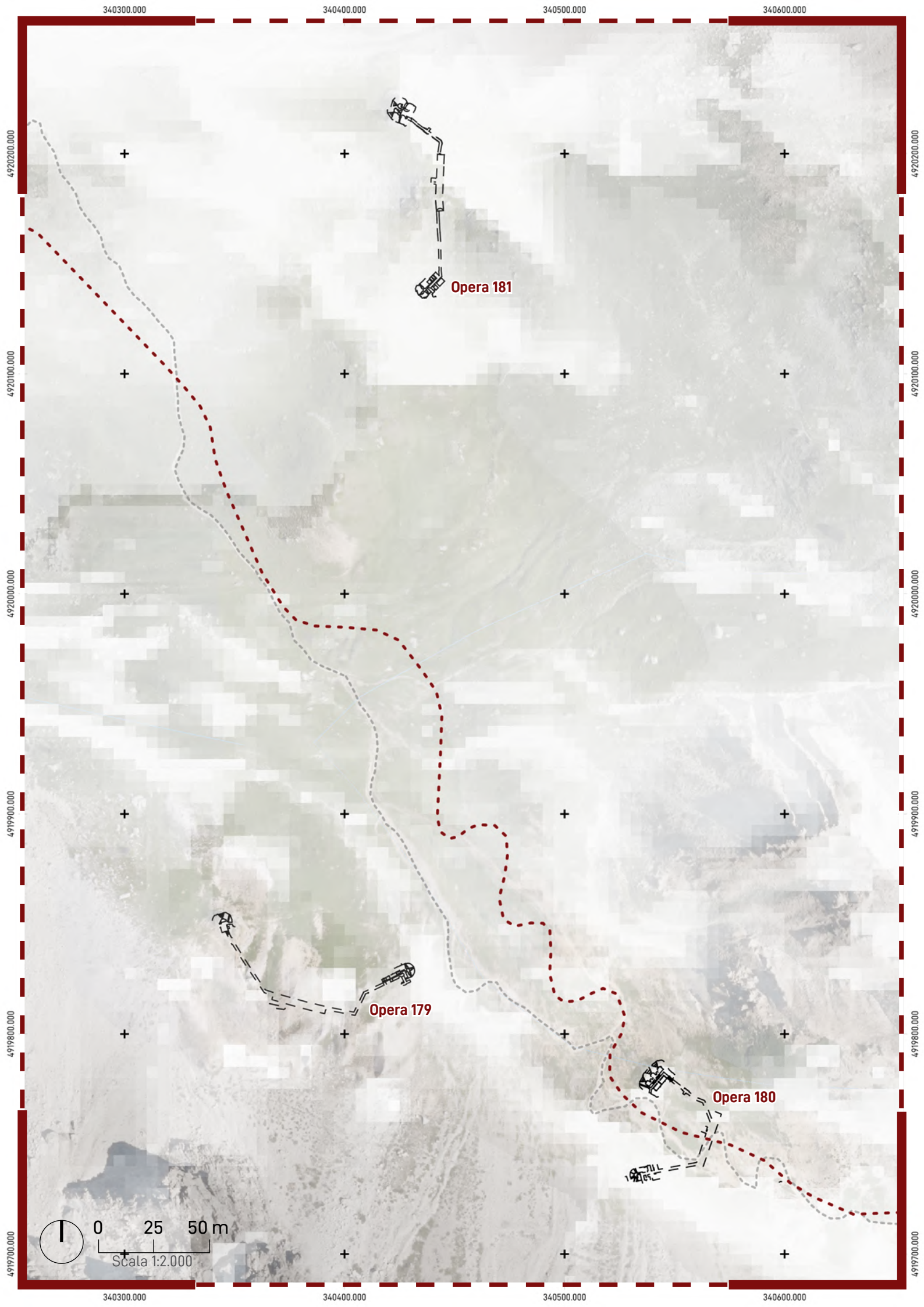
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

che, per ovvie ragioni, risultano piuttosto visibili nonostante il tentativo di mascheramento: La caponiera dell'opera 180, invece, è ben nascosta, a differenza di quella dell'opera 179 che, presenta, i punti deboli descritti pocanzi.

In generale, comunque, nonostante le criticità qui portate all'attenzione, andando a tirare le somme tra i settori di copertura delle opere e la capacità, da parte del nemico, di scovare le postazioni, risalendo la mulattiera, ciò che emerge è un apparato difensivo progettato con una certa attenzione e, calibrato sulla morfologia del luogo, ne permette il controllo e la difesa. Guardando, infatti, alle tre opere da nord, in una posizione a quota inferiore, i due malloppi appaiono ancora oggi come elementi incombenti, puntati direttamente sulla strada e, soprattutto, nonostante siano disarmati, piuttosto impressionanti e ancora in grado di suscitare sensazioni di timore e pericolo.

▼ In basso, **Vista malloppo opera 181 da odierno sentiero escursionistico.**
Fonte: Google Maps.




340300.000
340400.000
340500.000
340600.000
4920200.000
4920100.000
4920000.000
4919900.000
4919800.000
4919700.000
Opera 181
Opera 179
Opera 180
0
25
50 m
Scala 1:2.000

08

8.8 L'osservatorio dell'opera 179

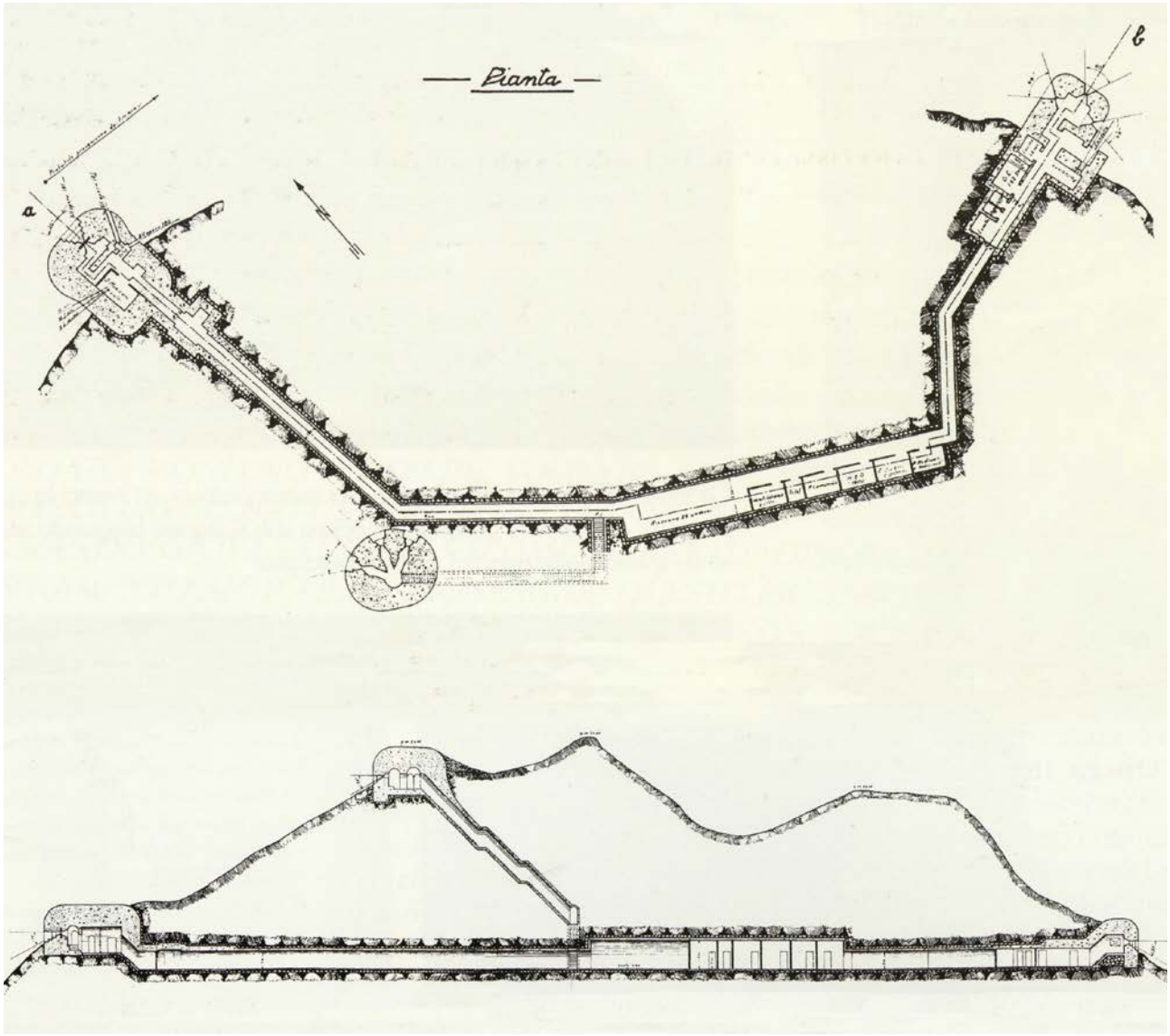
▶ A destra, **Planimetria e sezione longitudinale Opera 179 - stato di progetto (ipotesi).**
Fonte: Corino P.G., 1997, *Valle Stura fortificata: alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino,* op.cit.

"[...] era in fase di scavo un cunicolo che avrebbe dato accesso ad un osservatorio da realizzarsi al di sopra dell'opera, ma il cantiere dopo l'inizio delle opere di scavo venne bloccato ed i sacchi di cemento portati in quota per dar corso al getto rimasero ad indurirsi" [2]

Con queste parole Pier Giorgio Corino, descrivendo l'opera 179, fa riferimento alla costruzione, mai conclusa, dell'osservatorio attivo che avrebbe dovuto completare l'armamento di una delle opere piccole dell'area della Gardetta.
Di questo impianto già di per sé incompiuto, ad oggi, resta ben poco. A parte i sacchi di cemento citati pocanzi, sia dalle piante realizzate in periodo post bellico che nel rilievo effettuato a fine Novecento viene segnalato un parziale scavo o una prima porzione del corridoio che avrebbe dovuto dare accesso alle ripide rampe di scale che, dal cuore della montagna, avrebbero dovuto raggiungere il malloppo dell'osservatorio. Durante la campagna di rilievo, tuttavia, a causa delle condizioni degli ambienti interrati ostruiti da rocce derivate dai vari crolli e cedimenti, non è stato possibile raggiungere il camerone e, quindi, appurare lo stato di questo accesso.

Certo, è, però, che l'osservatorio era in progetto e lo era ancora nel 1941 quando, nella planimetria riportante lo stato di avanzamento delle opere, sulla numero 179 compare proprio il simbolo di questo equipaggiamento. La causa di questo arresto può ritrovarsi in due fattori. Innanzitutto, è probabile che l'instabilità del terreno, che già aveva provocato una serie di cedimenti già durante lo scavo delle gallerie per il malloppo della stessa opera[3], avesse creato ulteriore problemi anche per le operazioni legate alla costruzione dell'osservatorio. In secondo luogo, c'è da ricordare che queste opere non vennero mai portate a termine né tantomeno entrarono mai in servizio per via della conclusione del conflitto.

2 Corino P.G., 1997, *Valle Stura fortificata: alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino,* Borgone di Susa, Melli, pg. 78-79.
3 Ibidem.



Nonostante ciò, così come è stato effettuato nel caso degli armamenti, è apparso interessante comprendere, partendo dalle poche fonti a disposizione, dove si dovesse trovare questo osservatorio e, soprattutto, quale fosse l'area che esso avrebbe controllato.

Per fare ciò, si è effettuato un confronto tra la pianta ottenuta in seguito alla campagna di rilievo del 2021, il rilievo del 1994[4], la planimetria fornita dal Primo Reparto Infrastrutture di Torino e quella fornita a Corino, per la pubblicazione del suo volume, dalla Sezione Staccata di Cuneo della 1° Direzione del Genio Militare di Torino che, probabilmente, potrebbe essere il progetto originale[5].

Mentre le prime tre citate presentano geometrie comparabili e anche gli ambienti, seppur con qualche lieve differenza, risultano gli stessi e disposti nello stesso modo. La pianta,

4 cfr. cap. 6.

5 Di ciò non si ha conferma in quanto non è stato possibile recuperare i disegni originali e sul volume di Corino non è riportata alcuna datazione.



▲ In alto, **Progetto dell'opera 179 vettorializzato e georiferito su DEM da fotogrammetria UAV.**
Scala 1:300

Vettorializzazione di planimetria Genio Militare Cuneo pubblicata da Corino P.G., 1997, *Valle Stura fortificata: alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino,* op.cit**.**

Dati:
Modello digitale terreno ICE (passo 5 m), Ortofoto Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021 (quota volo 40m ca. GSD 1.18 cm/pix); DEM Gardetta, elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021; Curve di livello passo 1m; shapefile planimetria ottenuto da nuvola di punti nZeb dell'opera.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

0 5 10 m
Scala 1:300



Legenda

—— Pianta originale tratta da CORINO P.G., "L'opera in caverna del vallo alpino", Borgone di Susa, 1995, pg.78.

– – Pianta rilevata tramite nuvola di punti

1. Postazione per mitragliatrice
2. Apparato fotofonico verso opera 181
3. Apparato fotofonico verso opera 179
4. Riserva munizioni
5. Locale antigas (tra due porta stagne)
6. Osservatorio
7. Ricovero 25 uomini
8. Ventilazione
9. Telefono
10. Posto di comando
11. Acqua
12. Viveri
13. Medicazioni
14. Lavatoio
15. Latrine
16. Gruppo elettrogeno
17. Cucina
18. Caponiera controllo ingresso
19. Postazioni per fucile mitragliatrice

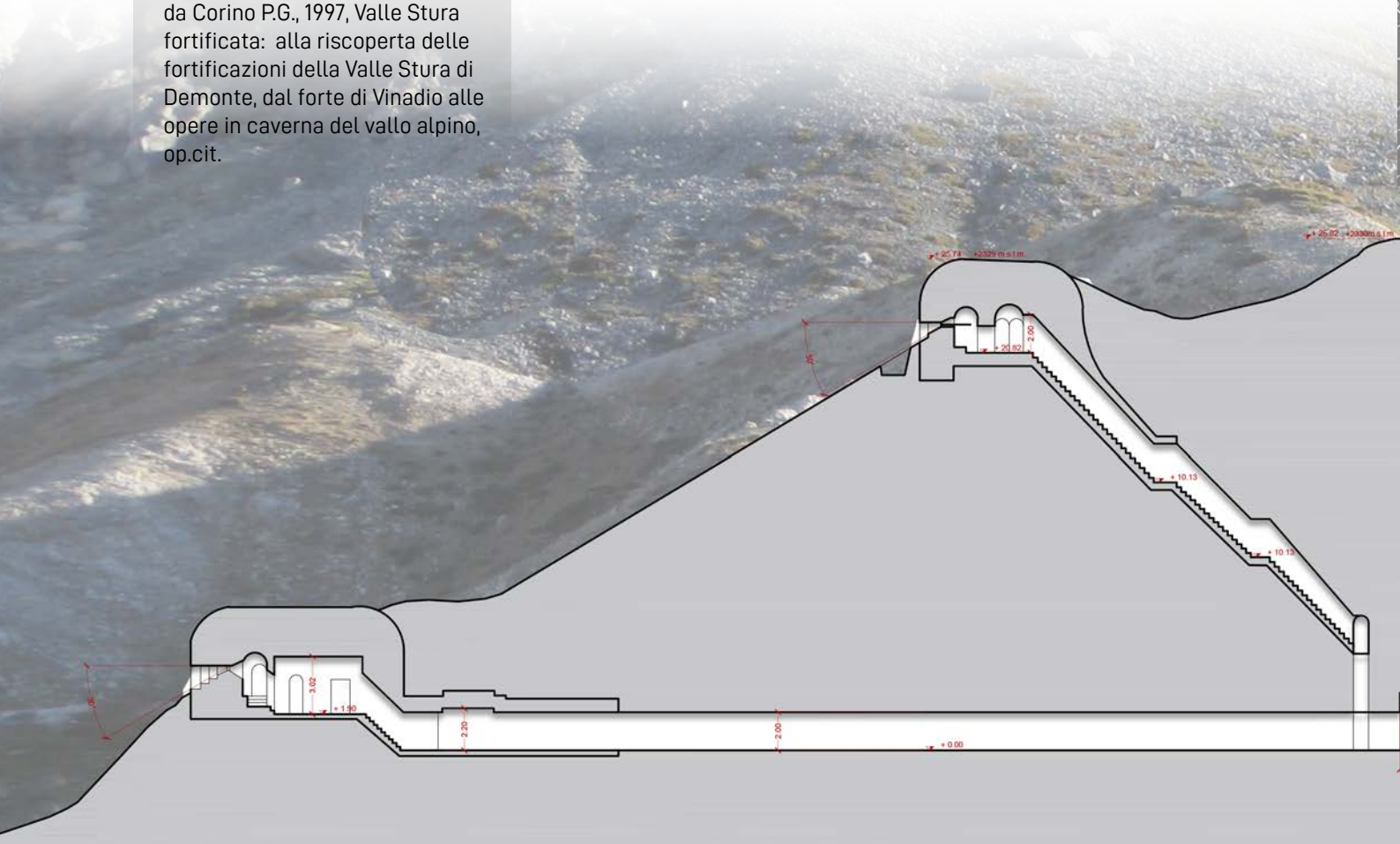
▶ A destra, **Schema di confronto punti quotati: in alto, vettorializzazione sezione da disegno Genio Militare di Cuneo e, in basso, curve di livello generate da Digital Surface Model Gardetta.**
I punti della sezione (es. tetto malloppo, caponiera e osservatorio) hanno quote altimetriche piuttosto vicine o, almeno, comparabili a quelle indicate nella planimetria in basso, sulle curve di livello. Per semplificazione, si è ipotizzato che malloppi realizzati e da progetto avessero le stesse dimensioni e gli stessi spessori murari.

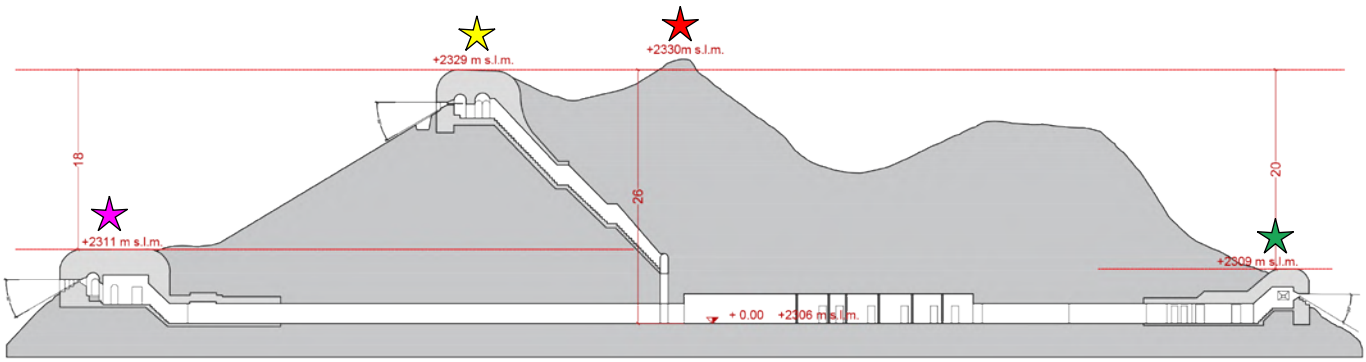
▼ In basso, **Progetto dell'opera 179 vettorializzato da disegni esercito pubblicati da Corino P.G.**
Scala 1:300

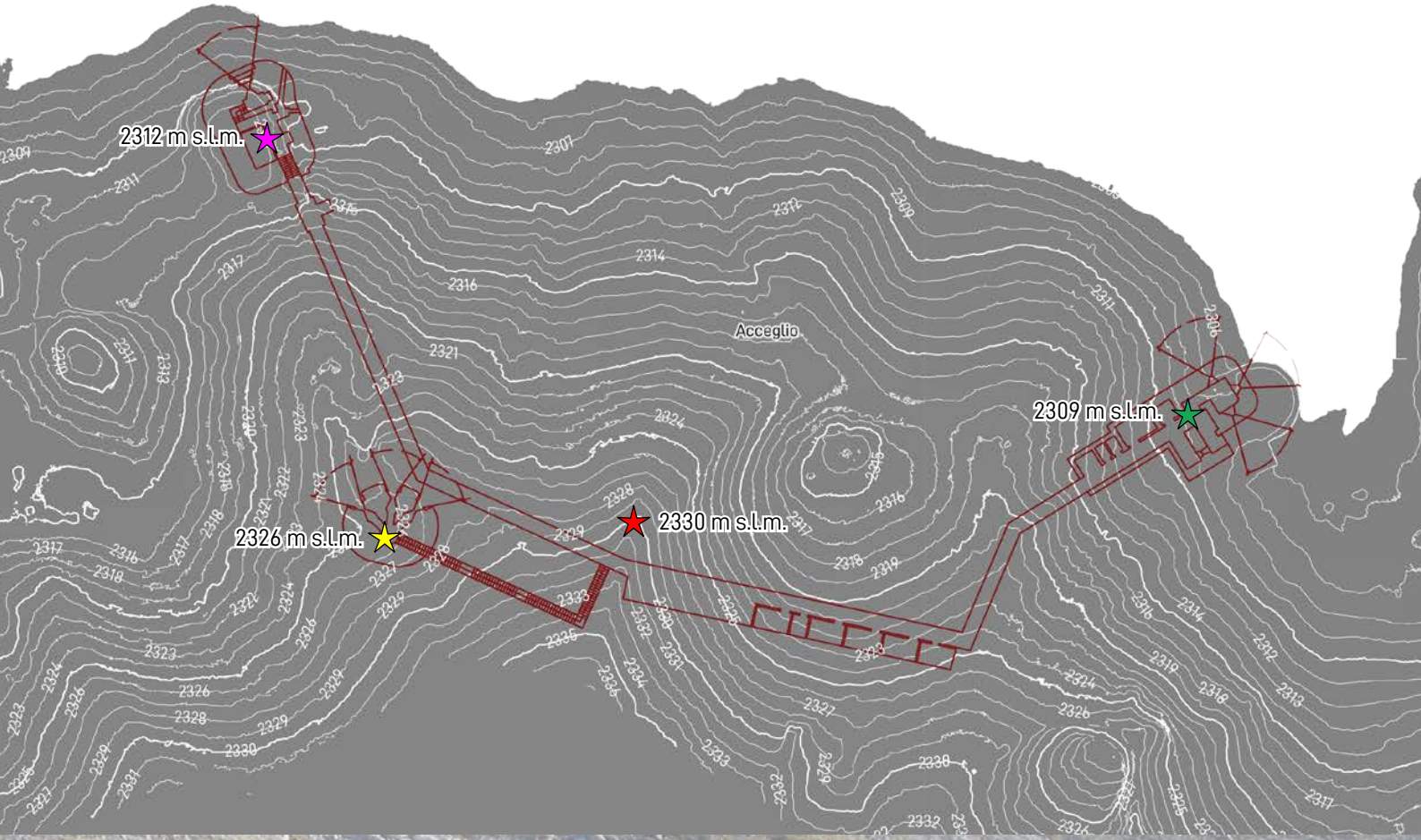
Vettorializzazione di sezione Genio Militare Cuneo pubblicata da Corino P.G., 1997, Valle Stura fortificata: alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino, op.cit.

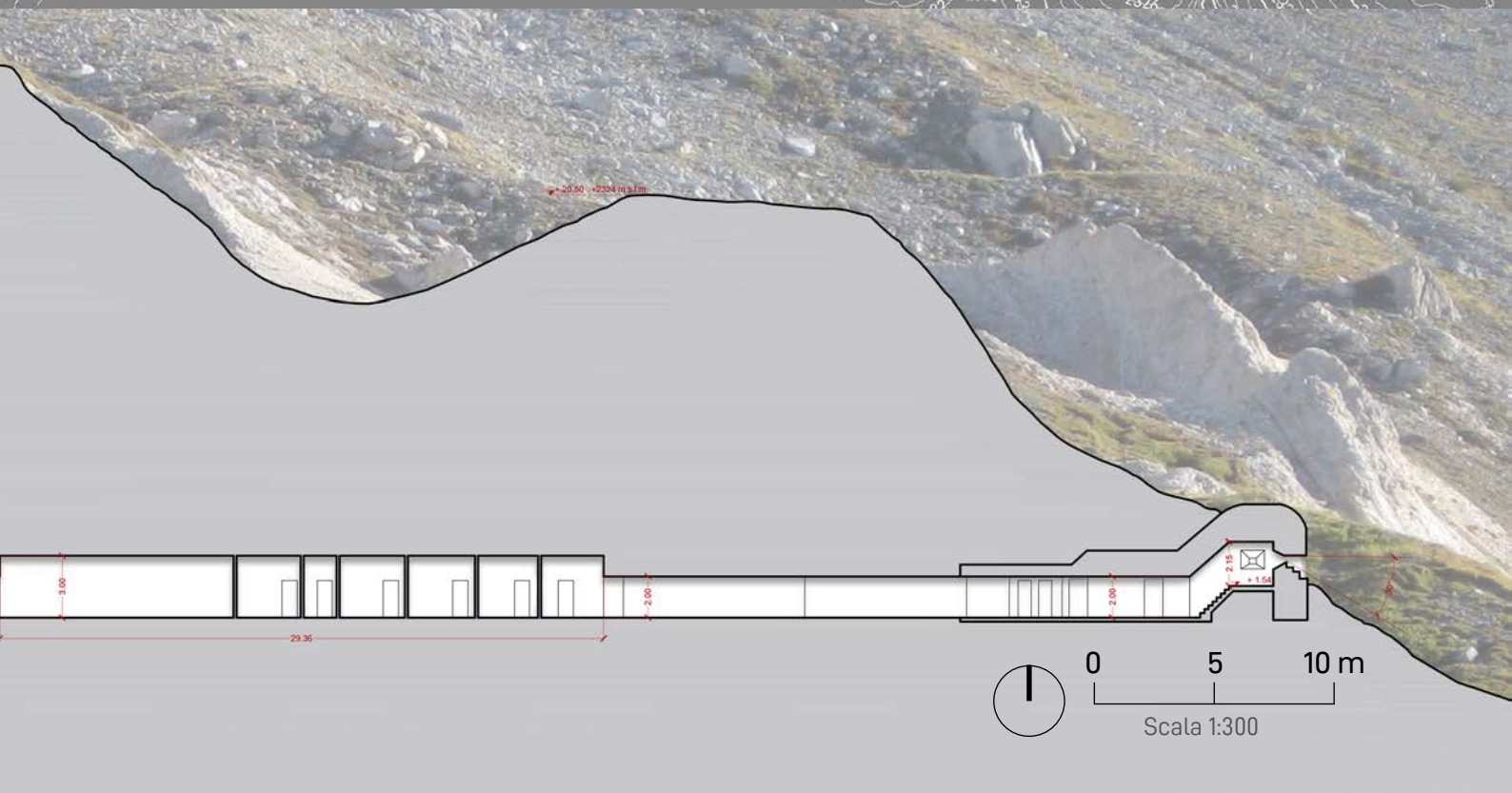
invece, riportata da Corino è l'unica che differisce in modo significativo dalle altre (come si è visto nel capitolo 6, lo stesso è avvenuto per l'opera 181) e la presenza di annotazione, quotature e sezioni, lascia presagire si tratti di disegni originali di progetto.

Proprio questi, quindi, sono stati opportunamente vettorializzati e georeferenziati in ambiente GIS. La georeferenziazione, tuttavia, è stata basata su punti che, ipoteticamente, avrebbero potuto essere in comune con l'opera esistente ma, ovviamente, di ciò non vi è alcuna certezza matematica. Per riuscire, quindi, ad avere qualche elemento in più sulla posizione dell'osservatorio, si è fatto riferimento anche alla sezione corredata alla pianta che presentava una serie di quote di massima sia sul malloppo dell'osservatorio che su delle piccole cime del versante sul quale si sarebbe dovuto trovare. Si tratta di quote relative con punto zero nel corridoio dell'opera. Per risalire, quindi, alle quote altimetriche della sezione "originale" si è ipotizzato che il corridoio di progetto e quello realizzato siano alla stessa quota e, a ritroso, le tre quote relative sono state convertite in altimetriche. A questo punto, orientata la pianta in modo più o meno preciso, la posizione dei vari blocchi è stata verificata dal confronto tra le quote altimetriche della sezione e le curve di livello ottenute, in precedenza, nel progetto GIS.
Chiaramente, non si tratta di una georeferenziazione rigorosa, anzi, è del tutto orientativa ma realizzata sfruttando al massimo le fonti e i dati di cui si è entrati in possesso e tenendo




+2329 m s.l.m.
+2330m s.l.m.
+2311 m s.l.m.
+2309 m s.l.m.
18
26
20
+ 0.00 +2306 m s.l.m.


2312 m s.l.m.
Acceglio
2309 m s.l.m.
2326 m s.l.m.
2330 m s.l.m.


0
5
10 m
Scala 1:300

▶ A destra, **Settore di copertura opere 179 - 180 - 181.**
Scala 1:10.000

Legenda

Settore di copertura
Area circostante

Viabilità pedonale odierna

Strade militari

Strada semplice transito 194 | *Acceglio - Prato Ciorliero*

Strada mulattiera | *Prato Ciorliero - Passo Gardetta*

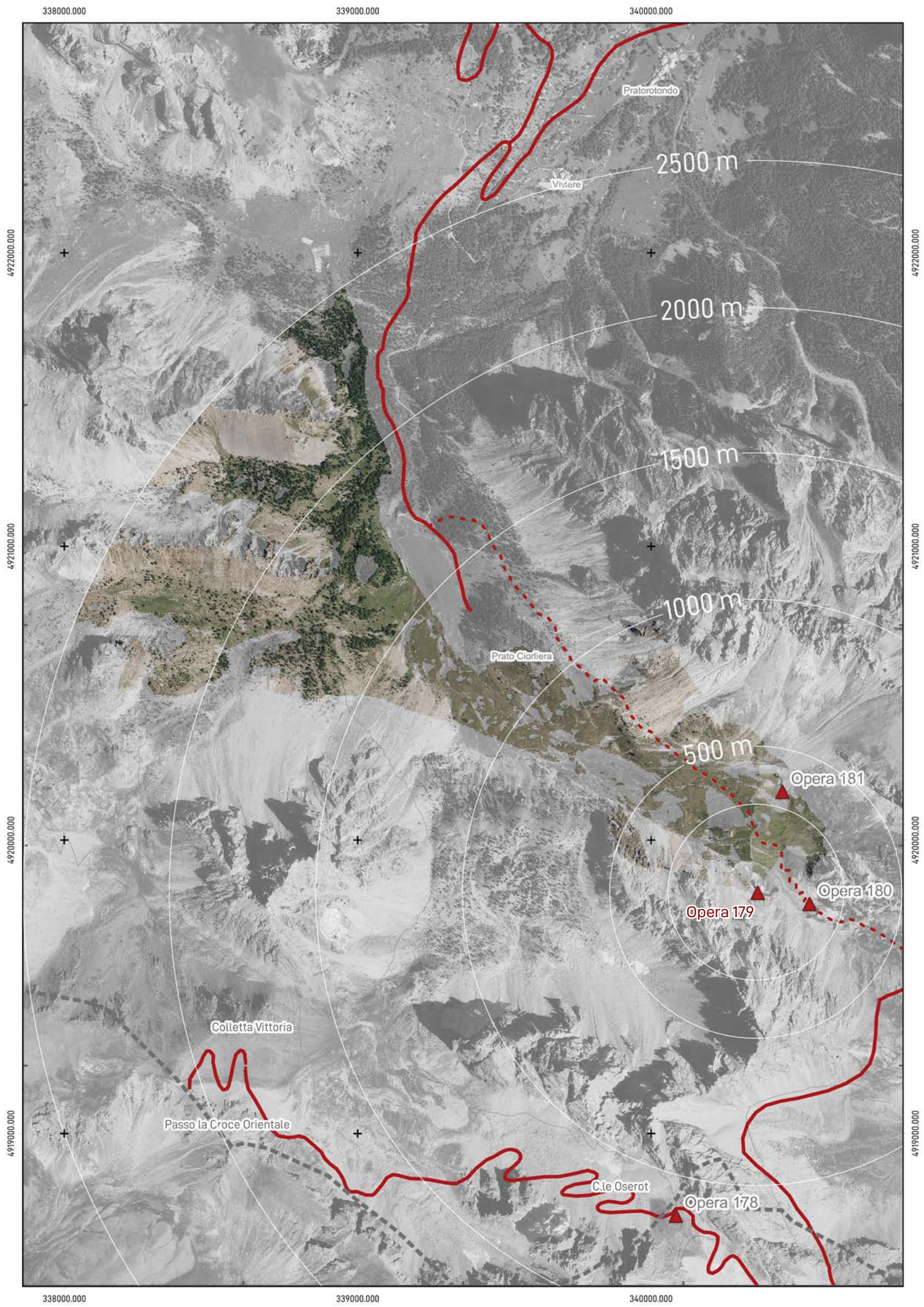
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018; Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile strade militari.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

anche conto del fatto che anche le misure topografiche che hanno dato origine ai progetti erano sicuramente speditive.

Superata questa prima fase, si è finalmente proceduto all'analisi dei bacini visuali del malloppo, sfruttando per lo scopo le quote settori orizzontali e verticali delle fenditoie riportate nei disegni originali.
Il risultato è un cono visuale che, dall'osservatorio, si estende per circa 2,5 km fino all'imbocco di Prato Ciorliero e comprende buona parte dell'area antistante le tre opere oltre che più di un chilometro di mulattiera. L'unica area cieca particolarmente estesa consiste in una porzione posta a quota più elevata rispetto all'osservatorio, nell'area antistante l'opera 177, ovvero una porzione boschiva del versante nord, particolarmente ripida. Probabilmente, vedendo la posizione di questa opera, dotata anch'essa di osservatorio, l'intenzione era quella di coprire l'intera estensione di Prato Ciorliero sfruttando i due apparati, i cui campi visuali erano orientati l'uno opposto all'altro.

OPERA	Superficie copertura
OPERA 179 - Osservatorio	1.205.825,,00 m^2 = 1,20 km^2


338000.000
339000.000
340000.000
4922000.000
4921000.000
4920000.000
4919000.000
Pratorotondo
2500 m
Viviere
2000 m
1500 m
1000 m
Prato Ciorliera
500 m
Opera 181
Opera 180
Opera 179
Colletta Vittoria
Passo la Croce Orientale
C.le Oserot
Opera 178

08

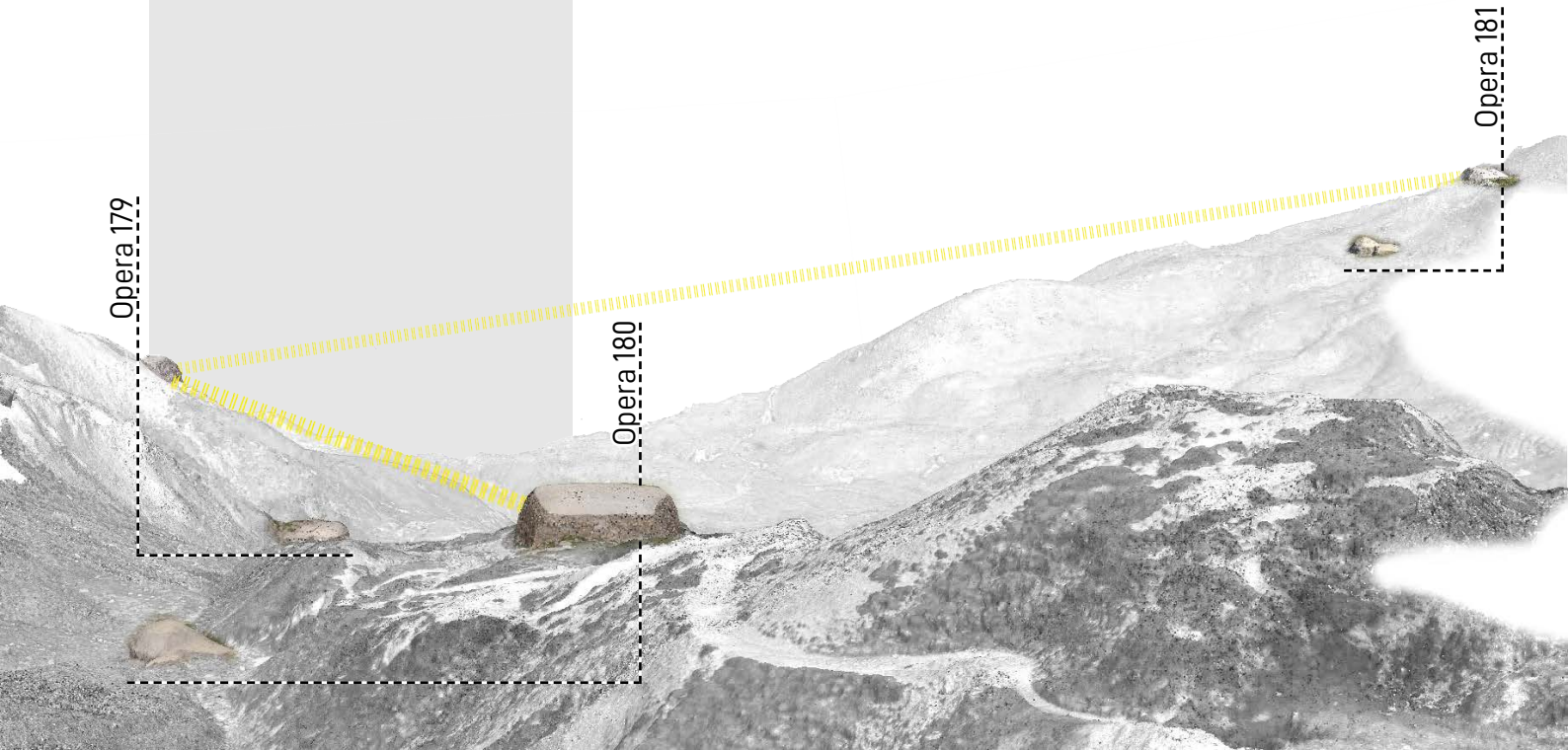
8.9 L'impianto fotofonico

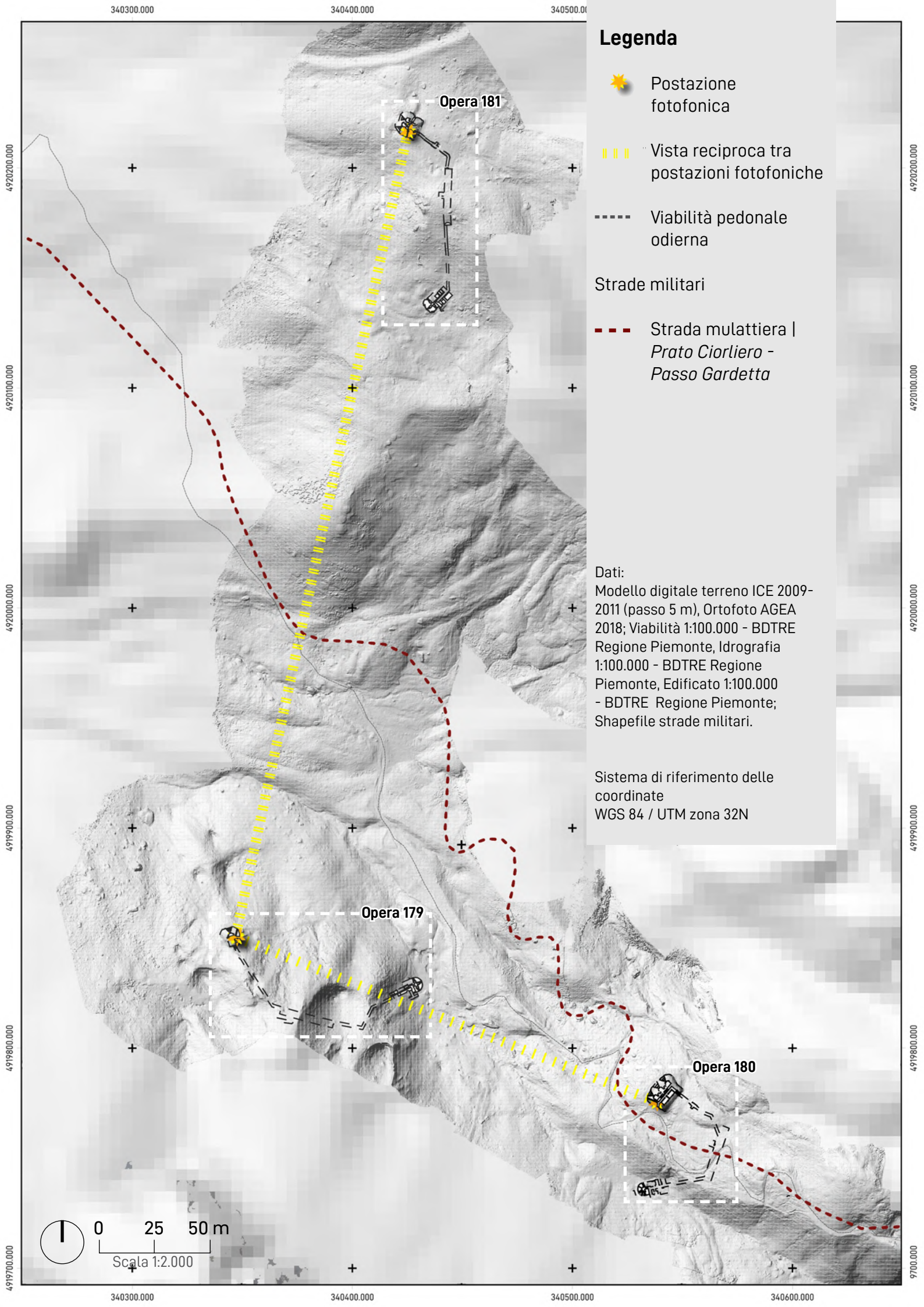
▶ A destra, **Analisi d'intervisibilità impianto fotofonico.**
Scala 1:2.000

▼ In basso, **Visualizzazione tridimensionale di impianto fotofonico tra le tre opere della Gardetta.**

L'apparato fotofonico era fondamentale per la comunicazione tra opere vicine, sia per via del poco utilizzo degli impianti radio sia per le problematiche legate alla vulnerabilità delle linee telefoniche. La fotofonica, quindi, appariva come un mezzo di collegamento sicuro.
Esso era un *"sistema di trasmissione tra due punti visibili e si basava sulle trasformazione della voce in variazioni di corrente elettrica, che davano origine a variazioni d'intensità luminosa trasmesse da un proiettore ottico. Le variazioni di intensità del fascio luminoso venivano captate a distanza da una cellula fotoemittente al cesio, trasformate nuovamente in variazioni di corrente e quindi in vibrazioni sonore"*.[6] L'apparato ottico fungeva sia da emittente che ricevente ed era situato "*su una mensola all'imboccatura di una coppia di tubi, sistemati in una finestra di piccole dimensioni che traforava la massa muraria del blocco, in direzione della stazione telefotofonica di un'altra opera"*.[7] Trattandosi, quindi, di tubi annegati nel calcestruzzo, l'orientamento dell'apparato era fisso e in grado di comunicare esclusivamente con un'altra

6 Corino P.G., 1997, l'opera in caverna del Vallo Alpino, op.cit.
7 Ibidem.



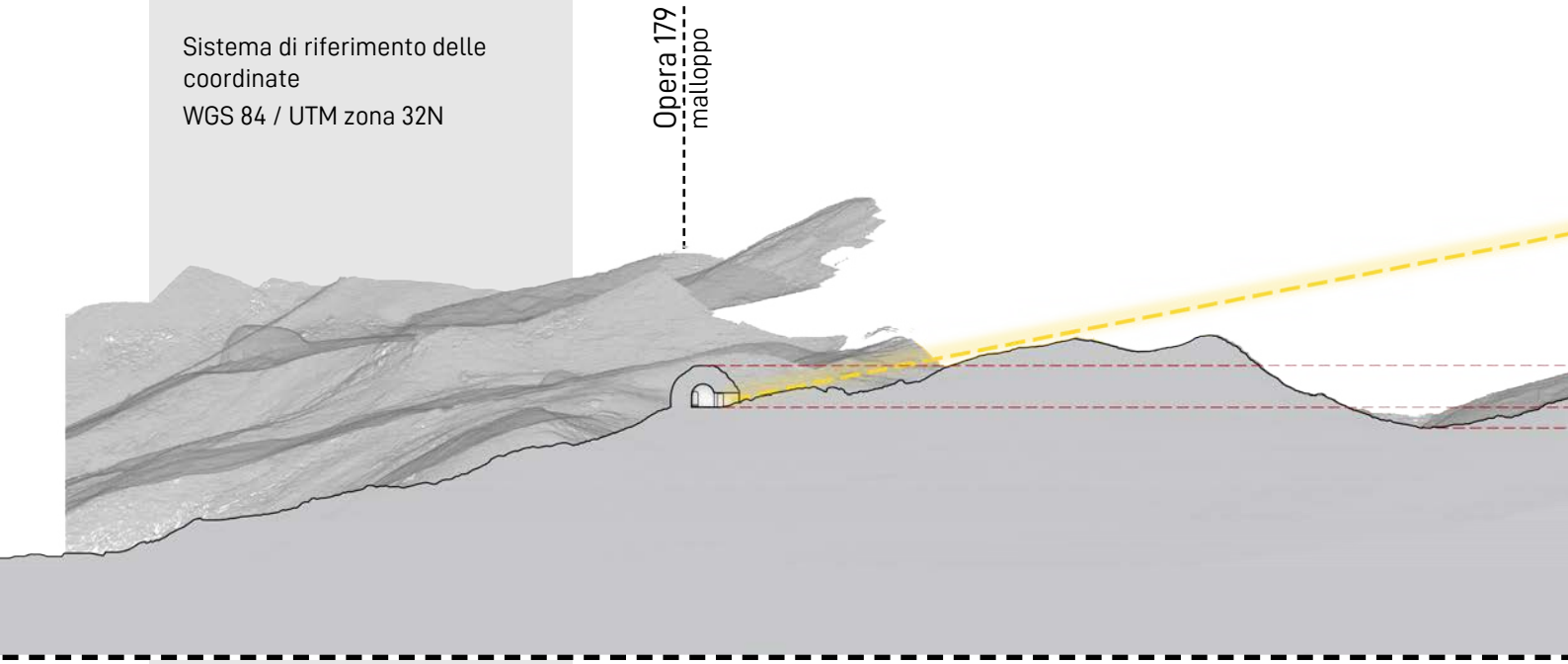

340300.000
340400.000
340500.000
340600.000
4920200.000
4920100.000
4920000.000
4919900.000
4919800.000
4919700.000
Opera 181
Opera 179
Opera 180
Legenda
Postazione fotofonica
Vista reciproca tra postazioni fotofoniche
Viabilità pedonale odierna
Strade militari
Strada mulattiera | *Prato Ciorliero - Passo Gardetta*
Dati:
Modello digitale terreno ICE 2009-2011 (passo 5 m), Ortofoto AGEA 2018; Viabilità 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Idrografia 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte, Edificato 1:100.000 - BDTRE Regione Piemonte; Shapefile strade militari.
Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N
0 25 50 m
Scala 1:2.000

▼ In basso, **Sezione A-A'.**
Scala 1:1.000

Dati:
Nuvola di punti Gardetta elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N

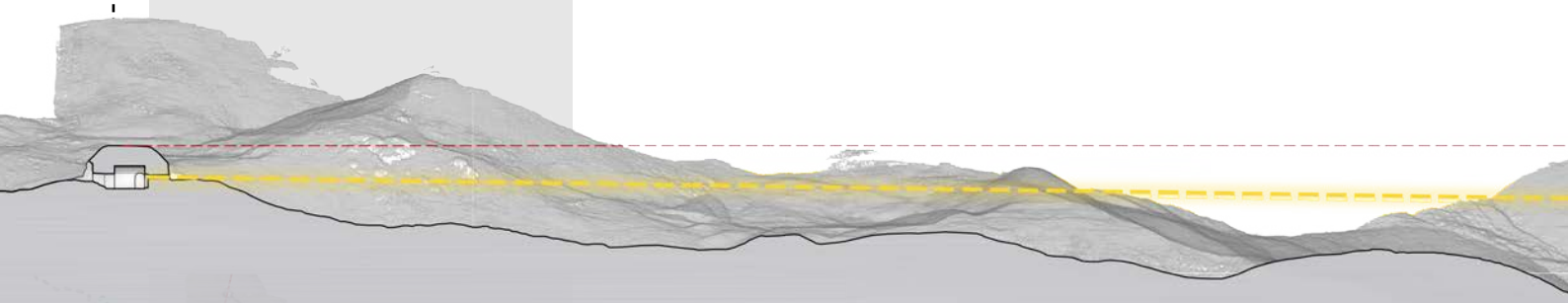
Rappresentazioni ad opera dell'autore e derivate da nuvole di punti LiDAR e nuvola di punti fotogrammetrica.

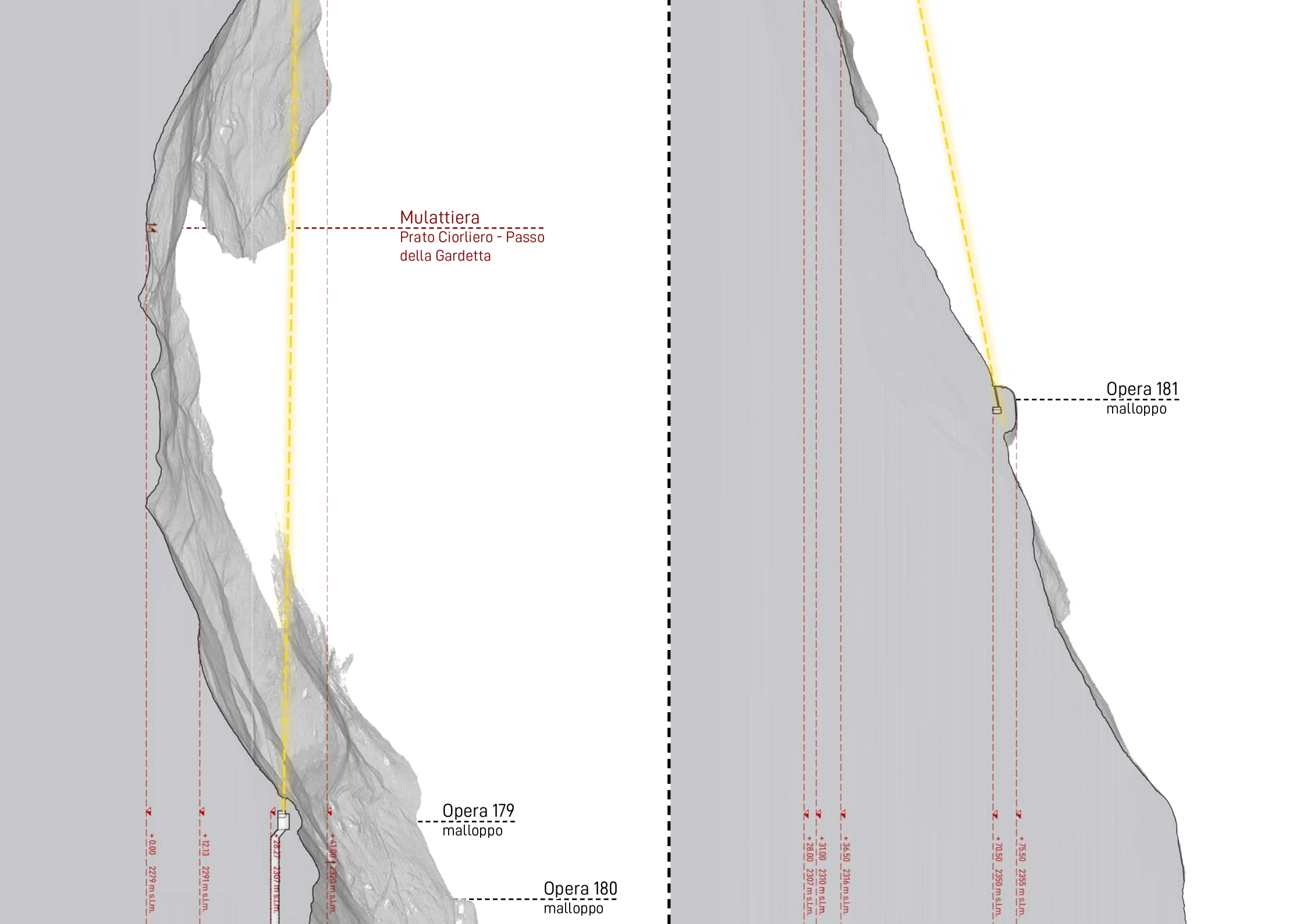


▼ In basso, **Sezione B-B'.**
Scala 1:1.000

Dati:
Nuvola di punti Gardetta elaborazione personale a partire da dati rilevati da/con Team Direct il 13/07/2021.

Sistema di riferimento delle coordinate
WGS 84 / UTM zona 32N




Mulattiera
Prato Ciorliero - Passo della Gardetta
Opera 179
malloppo
Opera 180
malloppo
Opera 181
malloppo
+ 0.00 2279 m s.l.m.
+ 12.13 2291 m s.l.m.
+ 28.27 2307 m s.l.m.
+ 41.00 2320 m s.l.m.
+ 28.00 2307 m s.l.m.
+ 31.00 2310 m s.l.m.
+ 36.50 2316 m s.l.m.
+ 70.50 2350 m s.l.m.
+ 75.50 2355 m s.l.m.

▶ A destra, **Sezizone longitudinale e trasversale apparato fotofonico.**
Fonte: Corino P.G., 1997, l'opera in caverna del Vallo Alpino, op.cit.

stazione fotofonica definita nel momento della costruzione dell'apparato.
Inoltre, alla fotofonica era dedicata un'apposita area, tendenzialmente una piccola stanza o una nicchia, dove il servente si occupava del funzionamento della strumentazione.

L'intervisibilità era, quindi, un fattore fondamentale nel funzionamento di una fotofonica, ragione per cui la progettazione e l'inserimento nei malloppi erano realizzate di conseguenza a ciò.
Partendo da questo principio, appare ovvio che le fotofoniche realizzate nelle tre opere della Gardetta si "vedano" tra di loro ma un'analisi di intervisibilità appare comunque interessante per confermare quanto già preventivato dal progetto e quindi visualizzare una simulazione del funzionamento di questa rete di collegamenti luminosi. In realtà, così come il resto delle opere, anche la rete di fotofoniche non è stata ultimata. Nei malloppi, infatti, sono solo visibili i condotti di forma rettangolare, vuoti, di dimensioni 50x60 cm ca., dove avrebbero dovuto essere inseriti i due tubi collegati all'apparato ottico, fissato alla parete.

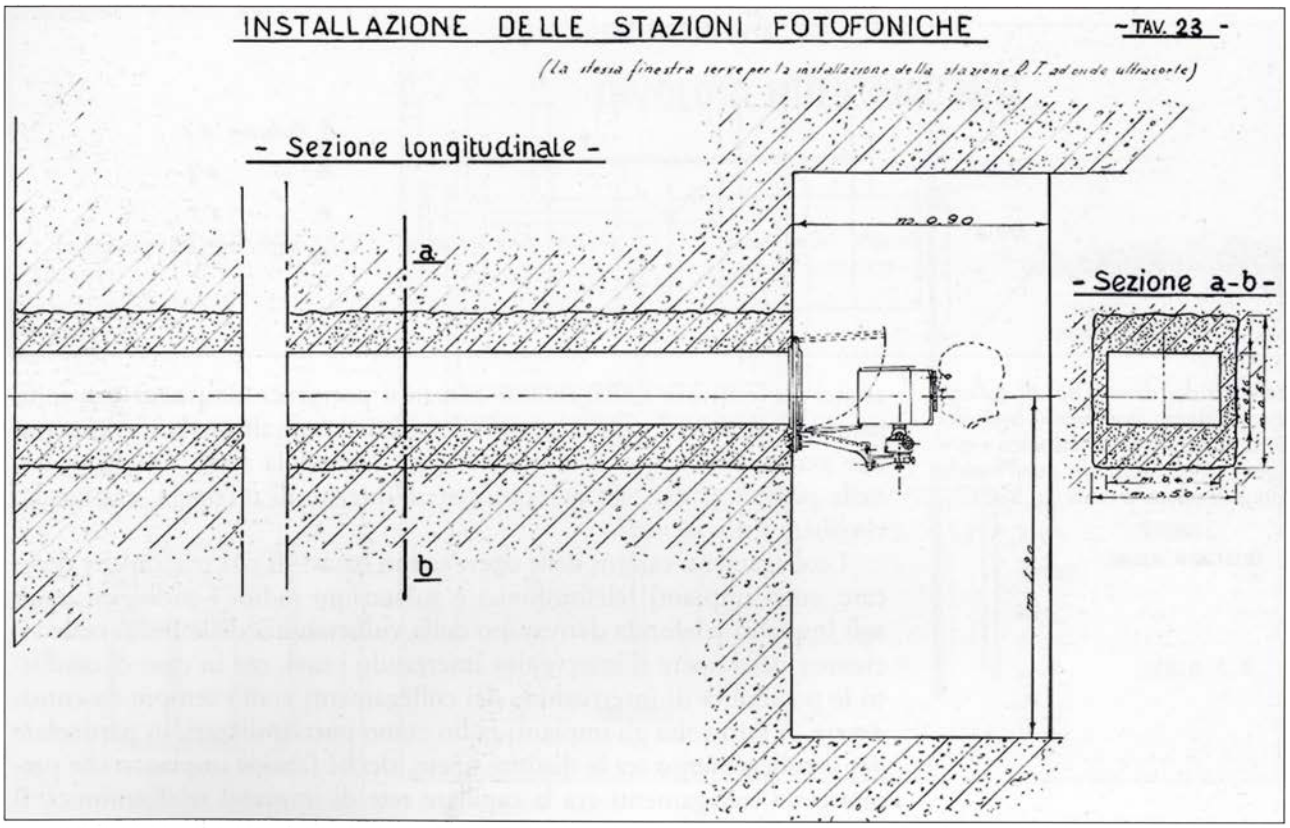
▶ A destra, **Stazione telefotofonica da campo.**
Fonte: Corino P.G., 1997, l'opera in caverna del Vallo Alpino, op.cit.

Delle quattro fotofoniche previste, due delle quali da realizzare nel malloppo dell'opera 179, solo tre sono state effettivamente presenti. La quarta, invece, per quanto risulta dalle planimetrie di progetto, avrebbe dovuto essere adiacente alla fotofonica diretta verso l'opera 181 ovvero nella nicchia dove, oggi, è situata la porta d'ingresso del malloppo dell'opera 179. Le ragioni per cui questa non sia stata costruita non sono conosciute ma, proprio per via di tale mancanza, in caso di effettiva necessità, il collegamento con l'opera 180, più a monte, sarebbe stato monco.

La simulazione realizzata, quindi, mette in evidenza quelli che sarebbero dovuti essere i collegamenti, schematizzati con una linea gialla tratteggiata, tra i tre apparati fotofonici, a condizione che tutti fossero stati costruiti e opportunamente allestiti.

C'è, tuttavia, da specificare che analisi di questo genere, sulla distribuzione e il progetto delle opere in funzione dell'uso degli strumenti comunicativi fotofonici erano già state affrontate nell' atelier "Ri-abitare le Alpi"[8], in particolare nell'edizione sulla Valle Stura.

8 Cuneo C., Regis D., Spanò A., 2020, Un paese ci vuole. Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento, ArcHistor EXTRA 7, ISSN 2384-8898. DOI: 10.14633/AHR256.


INSTALLAZIONE DELLE STAZIONI FOTOFONICHE
-TAV. 23-
(la stessa finestra serve per la installazione della stazione R.T. ad onde ultracorte)
- Sezione longitudinale -
a
b
m. 0.90
- Sezione a-b -
m. 1.80
m. 0.60
m. 0.50



09

CONCLUSIONI

Questa tesi, sin dai primi momenti della campagna di rilievo nel luglio 2021, ha avuto sempre come filo conduttore, come *fil rouge*, l'evidenziare il contributo della disciplina della Geomatica nella documentazione del patrimonio architettonico e paesaggistico dell'Alta Valle Maira.
In particolare, l'applicazione delle diverse tecnologie innovative di acquisizione dati afferenti a tale disciplina, l'apporto dell'ambiente GIS e il contributo di fonti d'archivio e bibliografiche hanno permesso di realizzare un denso apparato conoscitivo dell'area dell'Altopiano della Gardetta, con dati e informazioni multitematiche e multiscala.
Questo, oltre al fine stesso di documentare dei beni per conservarne la memoria, si configura anche come elemento propedeutico alla valorizzazione degli stessi, volta sia ad un'organizzazione sostenibile del territorio ma anche ad interventi atti alla messa in sicurezza e ripristino di patrimonio a rischio o in stato di abbandono.
Oltre a ciò, inoltre, è da considerare anche il duplice contributo di questa tesi nella realizzazione di un progetto di georeferenziazione e analisi multiscala dei dati acquisiti, declinati sia sul tema della rete stradale e sentieristica di alta valle che su quello degli apparati fortificati della Gardetta tra il XVIII e il XX secolo.

Innanzitutto, sfruttando le potenzialità dell'ambiente GIS, è stato possibile attuare una lettura e analisi del territorio, attraverso la comparazione di cartografie storiche opportunamente georeferenziate in tale applicativo e dataset di moderna realizzazione. Lo scopo era duplice: da un lato, calando vari periodi storici in un unico sistema di riferimento, comprendere le trasformazioni tipologiche che hanno caratterizzato le antiche mulattiere dell'alta valle e, dall'altro, analizzare il contesto sia storico che territoriale in cui si innesta l'area dell'Altopiano della Gardetta e le sue opere.

Proprio in questo territorio, infatti, sono state messe in atto le tecniche più innovative di rilievo metrico 3D finalizzate all'acquisizione di dati e realizzazione di un apparato documentario dell'area, fino a quel momento inesistente. La campagna di rilievo e le successive elaborazioni, oggetto di questa tesi, hanno visto contributi da parte della topografia, del laser scanning e della fotogrammetria con sistema UAV, con una sua applicazione anche nel campo dell'analisi multispettrale.
Un elemento fondamentale, tuttavia, nella realizzazione di questa ricca documentazione e, più in generale, nello studio di questo patrimonio, è stato dato dall'integrazione di queste diverse discipline e metodologie. Esse, infatti, applicabili a diverse scale di dettaglio e in diversi contesti, hanno permesso di rilevare e analizzare elementi differenti con un'accuratezza e precisione piuttosto elevata rispetto a quella ottenibile dal

rilievo tradizionale e, soprattutto, adeguata allo loro entità.

La fotogrammetria da UAV, innanzitutto, ha permesso di avere un quadro generale dell'area e del dislocamento delle diverse opere militari. Il laser scanning, invece, ha contribuito nel rilievo di dettaglio di tali opere e, soprattutto, dei loro interni, mappati in modo accurato e tale da permetterne anche la definizione dello stato di conservazione. L'apporto del GIS, invece, è stato fondamentale nel mettere in relazione i numerosi dati ottenuti, nel creare un database specifico per quell'area ma, soprattutto, nello sviluppo di analisi multitematiche a partire proprio da quanto rilevato in situ.

Infatti, l'integrazione di questi ambiti ha permesso di realizzare un rilievo dell'area a diversi livelli di approfondimento che può essere immaginato come una serie di layer che si sovrappongo tra loro, a costruire un ricco apparato documentario. Sicuramente, il primo step è stato quello del rilievo morfologico dell'area e dei suoi manufatti, per mezzo della generazione di prodotti metrici a valore aggiunto[1] (nuvole di punti, DEM, etc.) e delle rappresentazioni architettoniche derivate.
Un secondo momento di approfondimento, invece, è stato dato dal contributo offerto dalla Geomatica nell'ampliare gli studi bibliografici sulle opere militari dell'altopiano della Gardetta e, in particolare, sulla capacità del loro armamento di controllare e difendere la conca di Prato Ciorliero. In questo caso, è stata fondamentale, ancora una volta, l'integrazione tra fonti bibliografiche storiche (come nel caso degli studi di P.G. Corino), il rilievo metrico realizzato in collaborazione con il Team Direct e il GIS. L'indagine realizzata, infatti, ha visto una trasposizione delle informazioni raccolte in merito a armamenti e equipaggiamenti di un'opera in caverna tipo sulle tre opere della Gardetta, a partire dalle quali è stata poi portata avanti un'analisi dei bacini di copertura delle diverse postazioni ad esse riferite. Questo stesso studio, inoltre, è stato anche sviluppato per gli apparati fotofonici di tali opere e ha visto un'ulteriore applicazione della ricostruizione del bacino visuale dell'osservatorio dell'opera 179, mai effettivamente realizzato.

L'analisi multispettrale nel campo del Red Edge e del Near Infrared, infine, si è configurato come un ultimo livello di approfondimento della conoscenza di questi luoghi e manufatti. Sfruttando, infatti, le potenzialità dei sensori di acquisire radiazioni anche in range diversi dal visibile nello spettro elettromagnetico e dei vari indici spettrali utili a decodificarli, si è tentata un'applicazione di questa metodologia d'indagine anche nel caso studio della Gardetta. Anche in questa occasione, come negli studi precedenti, l'integrazione delle diverse metodologie ha avuto esiti più

1 cfr. cap. 6.

che positivi. Attraverso i casi-studio delle tre opere militari novecentesche e dei trinceramenti di metà Settecento è stato possibile comprendere quali siano le potenzialità dell'analisi multispettrale nella ricerca di manufatti interrati e di loro resti o, ancora, nel mappare crolli e dissesti di strutture scavate nella roccia a cui, per le più disparate ragioni, l'accesso non è consentito.

Guardando a posteriori ai risultati ottenuti da questa ampia (e in realtà, ampiabile) gamma di analisi e indagini, non si può che dire che gli esiti siano stati positivi e promettenti. In realtà, seppur non abbiano pretesa di esaustività e necessitino di ulteriori validazioni anche sul campo, si è trattato di risultati coerenti con lo scopo primo di questa tesi. Infatti, l'idea era quella di comprendere quale e quanto ampio sia il contributo dei metodi della Geomatica alla documentazione e analisi del patrimonio. In tal senso, le analisi svolte hanno seguito processi e metodi rigorosi e attinenti a questa disciplina che, già di per sé, hanno portato ad esiti accurati e densi di nuove informazioni e hanno permesso di accrescere la conoscenza sugli oggetti studiati.

Come già specificato, comunque, questo bagaglio conoscitivo può essere ancora sviluppato e approfondito, così come può essere ampliata la gamma di applicazioni delle metodologie afferenti all'ambito della Geomatica. Al contempo, però, l'auspicio è che l'integrazione tra queste tecnologie innovative di rilievo e di analisi e contributi bibliografici e cartografici d'archivio possa fungere da modello per lo studio di altre aree, con l'intenzione, anche in quel caso, di puntare l'attenzione su beni di valore inestimabile che devono necessariamente essere valorizzati, al fine di non dimenticare la storia che ha dato voce ai vari territori -e in questo caso, alle montagne - e che può sicuramente fornire preziose indicazioni e spunti su come gettare le basi di futuro più sostenibile e virtuoso per tutti.

10 BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA, in ordine alfabetico

A

A.A. V.V., 2005, Telerilevamento 3, in collana "Diffusione e sperimentazione della cartografia, del telerilevamento e dei sistemi informatici geografici, come tecnologie didattiche applicate allo studio del territorio e dell'ambiente", Litografia Artistica Cartografica, Firenze, pg. 50.

AA. VV., 2013, Val Maira – Ambiente, cultura e tradizioni di un'affascinante valle occitana, Cuneo, Più Eventi Edizioni.

Accornero A., 2018, Il rilievo sostenibile per il patrimonio edilizio a rischio: mobile mapping basato su tecnologia SLAM, Prova finale in Architettura Vecchio Ordinamento, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., correl. Sammartano G.

Agapiou, A.; Alexakis, D.D.; Sarris, A.; Hadjimitsis, D.G., 2014, Evaluating the Potentials of Sentinel-2 for Archaeological Perspective. Remote Sense. https://doi.org/10.3390/rs6032176. Disponibile su https://www.mdpi.com/2072-4292/6/3/2176/htm.

Aicardi I., Boccardo P., Chiabrando F., Donadio E., Lingua A., Maschio P., Noardo, F., Spanò, A, 2015, Modelli 3D multisensore per l'acropoli segusina. Segusium.

Anatoly A. Gitelson, Mark N. Merzlyak, Hartmut K. Lichtenthaler, 1996, Detection of Red Edge Position and Chlorophyll Content by Reflectance Measurements Near 700 nm, Journal of Plant Physiology, Volume 148, Issues 3–4, pgg. 501-508, ISSN 0176-1617, https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80285-9.

Ascoli M., Russo F., 1999, La difesa dell'arco alpino 1861 – 1940, Roma, Stato Maggiore dell'Esercito – Ufficio Storico.

Avena M., 2020, Dalla nuvola di punti all'Urban BIM; tecniche integrate di rilievo 3D per la generazione di un modello multiscala di città in scenari post sismico. Il caso studio di Norcia (PG), Prova finale in Architettura per il Restauro e Valorizzazione del Patrimonio, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., correl. Abbate E.

B

Balani D. 2006 La definizione dei confini con la Francia, în Il teatro delle terre 2006, pg. 129-134.

Bertolino M.A., Corrado F, "Cultura alpina contemporanea e sviluppo del territorio", Milano, Franco Angeli.

Biallo G., 2005, Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici, I quaderni di MondoGIS, pg.6. Disponibile su https://sitarc2010.files.wordpress.com/2011/05/introduzione_ai_sit_biallo.pdf

Bianchini M., 2008, Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia, Aracne ed. disponibile su <http://www.rilievoarcheologico.it/manuale_rilievo8_000020.htm>

Bocca C., Centini M., 1995, Breve storia del Piemonte dalle origini ai giorni nostri, Tascabili economici Newton, pg. 22.

Boccardo P., Telerilevamento, Politecnico di Torino, Dispense del corso "Telerilevamento", a.a. 2018-2019.

Boglione M., 2008, Le strade dei cannoni – In pace sui percorsi di guerra, Blu Edizioni srl.

Brancucci G., Marin V., Salmona P., 2016, Dispense per l'uso del software QGIS per il corso "Laboratorio di geomorfologia applicata". Università degli Studi di Genova.

C

Campana S., Pranzini E., 1999, Il telerilevamento in Archeologia, Ciclo di Lezioni sulla ricerca applicata in archeologia; Remote sensing in archaeology, pg. 1-2. Disponibile su <https://www.researchgate.net/publication/200458975_Il_telerilevamento_in_Archeologia>

Casa R. (a cura di), 2016, Metodi e tecnologie per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei sistemi colturali, Edagricole – Edizione Agricole di New Business Media srl, Milano, pg. 1.

Casalis G., 1842, Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale, vol. X, ad vocem MAIRA (valle di), pp. 58-59. Disponibile su <https://books.google.it/books/about/Dizionario_geografico_storico_statistico.html?id=LonyVSpePrwC&redir_esc=y>

Cepollaro G, "Paesaggio bene comune: teatro della democrazia", Dislvelli, n°96, aprile 2019.

Cerutti M., 2016, L'Occitania e le sue tradizioni, Terra di trovatori e di eresie, Artefolk. Disponibile su <http://www.artefolk.it/wp-content/uploads/2016/12/LOccitania-e-le-sue-tradizioni.pdf>

Cina A., Posizionamento GNSS (Global Navigation Satellite System), Dispense corso Geomatica, a.a.2014-2015.

Colucci E., Spanò A. T., Chiabrando F., Strumenti Web-GIS, per la comunicazione della memoria archeologica del

paesaggio, TERRITORIO ITALIA, Agenzia delle Entrate, pp. 22, 2017, 10.14609/Ti_2_17_3e.

Corino P.G., 1995, L'opera in caverna del Vallo Alpino, Melli – Borgone di Susa.

Corino P.G., 1997, Valle Stura fortificata : alla riscoperta delle fortificazioni della Valle Stura di Demonte, dal forte di Vinadio alle opere in caverna del vallo alpino, Borgone di Susa, Melli.

Cortese G., 2019, Integrazione innovativa di termografia e fotogrammetria aeree da UAV per l'analisi del costruito storico, , Prova finale in Architettura per il Progetto Sostenibile, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., correl. Giulio Tonolo F.

Crupi M., 2016, La fotografia aerea, origini ed evoluzioni, dall'uso militare a quello civile ed artistico, La storia della fotografia, disponibile su <https://marcocrupi.it/2016/07/la-fotografia-aerea-origini-ed.html>

Cuneo C., Regis D., Spanò A., 2020, Un paese ci vuole. Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento, ArcHistor EXTRA 7, ISSN 2384-8898. DOI: 10.14633/AHR256.

D

Dainelli N., 2011, p.7

De Bourchet M., 1775, Principes de la guerre de montagnes, Paris, Imprimerie Nationale, pg. 312.

De Rouvroy M.H. conte di Saint-Simon, 1777, Histoire de la guerre des Alpes ou Campagne de MDCCXLIV. par les armées combinées d'Espagne et de France commandées par S.A.R. l'infant don Philippe et S.A.S. le prince de Conti où l'on a joint l'histoire de Coni depuis sa fondation en 1120 jusqu'à présent par le marquis de St. Simon aide de camp de S.A.S. le prince de Conti aux dépens de l'auteur, Amsterdam : de l'imprimerie de M.M. Rey. Disponibile su < https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k106834v.image> degli studi di Milano, dispense corso TIE.

Dematteis M., "La narrazione del margine si fa centro", Dislivelli, n°94, febbraio 2019

Di Marco F., 2020, Fotogrammetria diretta da drone per la misura e il monitoraggio delle frane,, Prova finale in Ingegneria Civile, Politecnico di Torino, rel. Manzino A.
Di San Giovanni G. M., 1868, Memorie Storiche di Dronero e della Valle di Maira, Torino, Tipografia Subalpina di Marino e Gantin, pg.8.

Dibari C., STRUMENTI PER UNA COLTIVAZIONE SOSTENIBILE E DI PRECISIONE, Università degli Studi di Firenze.

F

Iqbal F., Lucieer A., and Barry K., "Simplified radiometric calibration for UAS-mounted multispectral sensor," Eur. J. Remote Sens., vol. 51, no. 1, pp. 301–313, 2018, doi: 10.1080/22797254.2018.1432293
Ferraris R., Le Valli Grana, Maira e la lingua occitana, Chambra d'oc. Disponibile su http://www.chambradoc.it/leValliGranaMairaELOccitano/valleMaira.page>

G

Gariglio D., Minola M., 1995, Le fortezze delle Alpi Occidentali – Vol. 1 Dal Piccolo S. Bernardo al Monginevro, L'Arciere editore, Cuneo.

Gariglio D., Minola M., 1995, Le fortezze delle Alpi Occidentali – Vol. 2 Dal Monginevro al mare, L'Arciere editore, Cuneo.

Garnero M., Massimo L., 2008, La via di casa: Breve storia della valle Maira – La carrozzabile Dronero - Acceglio, San Damiano Macra.

Gasparini P. & Rizzo, Maria & De Natale, Flora. (2014). Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, INFC 2015 - Terzo inventario forestale nazionale.

Gonthier P, Lione G, Borgogno Mondino EC (2012). Valutazione dello stato sanitario delle piante forestali: quali prospettive dal telerilevamento nel visibile e nell'infrarosso?. Forest@ 9: 89-102. - doi: 10.3832/efor0691-009

K

Kraus K, 2004, Photogrammetry vol. 1 – Geometry from Images and Laser Scans, Berlino, Walter de Gruyter.

L

Lazzari, Sensori radiazione elettromagnetica: spettrofotometria tradizionale e d'immagine, Università

Lingua, A.M. e Parizia, F. 2021. Uso di immagini iperspettrali per l'agricoltura di precisione. Bollettino della società italiana di fotogrammetria e topografia. 2 (lug. 2021), 1–11.

Lo Bruto M., 2013, Sistemi UAV per rilievi in ambito archeologico, Dispense Giornata di Studio "Potenzialità e prospettive del rilievo fotogrammetrico aereo di prossimità con l'utilizzo di droni: applicazioni nel campo ambientale e dei beni culturali".

M

Mazzuccchi C., "Promozione turistica e culturale transfrontaliera", Dislvelli, n°96, aprile 2019.

N

N. Revelli, 1971, L'ultimo fronte, Torino, pg. 29.

P

Perri S., 2018, Metodi di Rilievo metrico 3D multiscala per il patrimonio costruito. Applicazioni aeree e terrestri in differenti scenari, Prova finale in Architettura per il Progetto Sostenibile, Politecnico di Torino, rel. Spanò A.T., rel. Chiabrando F.

.

Pettenati G., 2014, La Val Maira (Piemonte): laboratorio territoriale di un nuovo popolamento montano, Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine (in linea), Association pour la diffusion de la recherche alpine, UGA Éditions/Université Grenoble Alpes. Disponibile su http://journals.openedition.org/rga/2201, DOI: https://doi.org/10.4000/rga.2201

Pignato N., 1971, Armi della fanteria italiana nella Seconda Guerra Mondiale, Ermanno Albertelli Editore.

Pla-Lang L., 2008, Occitano in Piemonte: riscoperta di un'identità culturale e linguistica?, Peter Lang, vol.3, pg.36.

Pregliasco M., 2016, L'orogenesi alpina e la geologia delle alpi, Natura Scienza Paesaggi | Digilands. Disponibile su <http://www.digilands.it/natura-illustrata/geologia/alpi/Orogenesi-alpina.html#carta>

R

Robresco D., Le Battaglie della Gardetta sulla pagina web La Masca & Il Sarvan. Disponibile su < https://mascasarvan.wordpress.com/2018/09/04/le-battaglie-della-gardetta/>

Roggero M., 2020, Strumenti avanzati per la modellazione dell'architettura | 3 – Cartografia seconda parte – la cartogragia storica nel Piemonte Sabaudo e il problema della longitudine. Dispense del corso "Atelier Compatibilità e sostenibilità del restauro architettonico A".

Rosset P., 2021, Rivivranno le case dei villaggi – Conoscenza e rifunzionalizzazione di una borgata alpina di Elva, attraverso gli strumenti del rilievo metrico 3D della Geomatica, dei sistemi GIS e del Restauro architettonico, Prova finale in Architettura per il Restauro e la Valorizzazione del Patrimonio, Politecnico di Torino, rel. Prof.ssa Spanò A. T., correl. Prof.ssa Naretto M.

Rossi A. M., Lo spettro elettromagnetico, Università di Bologna, Disponibile su <http://www.bo.infn.it/~rossim/presentazioni/ONDE%20E.M.%20%20PRESENTAZIONE%20FINALE9.pdf>

S

Saint-Simon M.H., 1777, Histoire de la guerre des Alpes Campagne de MDCCXLIV, Amsterdam chez Marc Michel Rey, pg. 70-71. Disponibile su <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k106834v.image>

Salgado Carmona J. A., Quirós E., Mayoral V., Charro C., 2020, Assessing the potential of multispectral and thermal UAV imagery from archaeological sites. A case study from the Iron Age hillfort of Villasviejas del Tamuja (Cáceres, Spain), Journal of Archaeological Science: Reports, Volume 31, 102312, ISSN 2352-409X, https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102312.

Sammartano G., Spanò A. T., 2014, Mapping speditivo da sensori mobili per il controllo della conservazione dei valori paesaggistici del territorio, TERRITORIO ITALIA, vol.2, pg.35, disponibile su <https://iris.polito.it/handle/11583/2594974?mode=full.6149>.

Sammartano G., Spanò A.T., 2021, SLAM-based mobile mapping systems, Dispense del corso "Geomatics – Restoration and integrated conservation", a.a. 2021-2022.

Sammartano G., Spanò A.T., Accornero A., 2019, Scansioni laser basate su tecnologia SLAM per documentazione estensiva del convento di San Nicola a Tolentino, Atti e Rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino, Anno 152, n.3, pg.217. Disponibile su <http://art.siat.torino.it/wp-content/uploads/2020/07/A_RT_LXXIII_3.pdf>

Sconfienza R., 2012, Archeologia militare d'età moderna in Piemonte. Lo studio della fortificazione campale alpina, in Archeologia Medievale n. 13, pg. 21. Disponibile su <https://www.academia.edu/12820673/Archeologia_militare_d_et%C3%A0_moderna_in_Piemonte_Lo_

studio_della_fortificazione_campale_alpina_in_Archeologia_Postmedievale_13_2009_2012_pp_11_95>

Sconfienza R., 2019, Le fortificazioni campali della Val Maira nel XVIII secolo, in «Bollettino della Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti», Nuova serie LXX.

Spanò A. T., 2020, Dispense corso Modellazione di spazi urbani e GIS, Politecnico di Torino.

Spanò A. T., 2021, Dispense del corso "Laboratory of Geomatics for Architecture modeling", Politecnico di Torino
Spanò A.T., 2021, Modellazione di spazi urbani e GIS, Dispense del corso "Atelier finale di progettazione D".

Spanò A.T., dispense di Fotogrammetria digitale e scansioni 3D, Politecnico di Torino.

Spanò N., 2020, Modelli dei Dati: Il modello raster e il modello vettoriale, Dispense del corso Atelier finale di progettazione D: Modellazione di spazi urbani e GIS, a.a. 2020-2021.

T

Taffurelli,L.,Ilrilievofotogrammetrico:ladocumentazione dei beni culturali attraverso le immagini, Dispense del corso Laboratorio di Progettazione 2: Corso integrato di topografia e rilevamento, a.a. 2017-2018.

Tarozzo P., 2020, Dimenticata. Genesi e oblio della Strada dei Cannoni in Val Maira, Prova finale in Architettura per il Restauro e la Valorizzazione del Patrimonio, Politecnico di Torino, rel. Prof.ssa Spanò A. T., correl. Prof.ssa Naretto M., Patrucco G.

U

Uggé S., Ferrero L., Collo E., Piazza M., Sconfienza R., 2015, Canosio, colli del Preit e della Gardetta. Sito di interesse paleontologico e trinceramenti del XVIII secolo, pp. 306-310.
Uggè, Sconfienza, 2015, Canosio, colli del Preit e della Gardetta. Sito di interesse paleontologico e trinceramenti del XVIII secolo, pgg. 307-310.

Unione Europea, Regione Piemonte, Ipla, 2000, Area forestale: Valle Maira – Piano Forestale Territoriale. Disponibilesu<http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do?idAreaForestale=10>
Università degli Studi di Torino, Sapienza – Università di Roma, Università di Genova, 2021, Comunicato Stampa Scoperte orme fossili di grandi rettili sulle Alpi Occidentali. Disponibile su <http://www.naturaoccitana.it/pagina.asp?id=738>

V

G. J. Verhoeven, P. F. Smet, D. Poelman, F. Vermeulen, 2009, Spectral Characterization of a Digital Still Camera's NIR Modification to Enhance Archaeological Observation, IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 47, NO. 10, OCTOBER 2009, pg. 3456. Disponibile su < https://users.ugent.be/~pfsmet/papers/A1_33%202009%20GV%20PFS%20IEEE%20Geosc%20RemSens.pdf>

Z

Zanni, Sara & De Rosa, Alessandro. (2019). Remote Sensing Analyses on Sentinel-2 Images: Looking for Roman Roads in Srem Region (Serbia). Geosciences. 9. 25. 10.3390/geosciences9010025.

Zocchi L., 2016, Valle Maira, Guida delle valli occitane della provincia di Cuneo, Regione Piemonte e Azienda Turistica Locale del Cuneese. Disponibile su < https://docplayer.it/14430322-Guida-delle-valli-occitane-della-provincia-di-cuneo-nuovo-da-sempre.html>

Zocchi L., 2016, Valle Maira, Guida delle valli occitane della provincia di Cuneo, Regione Piemonte e Azienda Turistica Locale del Cuneese. Disponibile su < https://docplayer.it/14430322-Guida-delle-valli-occitane-della-provincia-di-cuneo-nuovo-da-sempre.html>
Sito Agenzia per la Coesione Territoriale, Strategia Nazionale Aree Interne.
< https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/>

SITOGRAFIA

Sito web Associazione Chambra d'Oc, Dizionario topografico, Comune di Canosio - Altopiano della Gardetta.
<http://toponimi.chambradoc.it/applications/dictionary/siteToponymChambra/index.jsp?_VP_V_ID=483015803&CM=ED&_VP_OBJ_ID=28194&FIND_VALUE=193751&SEARCH_TYPE=MUNICIPALITY_FIND&FIND_ATTESTATIONS=n>

Sito web Associazione Espaci Occitan, Toponimi ricorrenti e curiosi.
<http://www.espaci-occitan.org/occitano-e-occitania/lingua-occitana/toponomastica-occitana/>

Sito web Valle Maira.
<https://www.vallemaira.org/cultura-e-cucina-occitana/>

Sito web Dipartimento per le politiche di coesione, Strategia Nazionale Aree Interne – SNAI.
<https://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/strategia-nazionale-aree-interne-snai/>

Sito web GAL Tradizione delle Terre Occitane, "2014-2020, PSL BOLIGAR (muoversi) AGRADAR (piacere) ENCHANTAR (attrarre) Un territorio che si muove. Un territorio che attrae. Le Valli Occitane cuneesi"
< http://www.tradizioneterreoccitane.com/wp-content/uploads/2018/06/PSL-VAR_NOV2021_-ALL-8_GAL-TERRE-OCCITANE_pulito.pdf>

Sito web Associazione Chambra d'Oc.
http://www.chambradoc.it/associazioneInfo/chi.page
Sito web Comune di Canosio.
http://www.comune.canosio.cn.it/Home/Guida-al-paese?IDDettaglio=36822

Sito web Associazione Espaci Occitan.
http://www.espaci-occitan.org/

Sito web Unione Montana Valle Maira.
http://www.unionemontanavallemaira.it/Home/Menu?IDDettaglio=126089

Sito web Valle Grana.
http://www.vallegrana.it/Dettaglio-Aree-Tematiche?IDCategoria=6692

Sito web Geoslam.
https://geoslam.com/solutions/zeb-revo-rt/

Pagina web Geocorsi.
< https://www.geocorsi.it/N606/telerilevamento-applicazioni-ed-utilizzi-per-l-analisi-dei-dati-spaziali-terrestri.html>

Sito web Cnr.
https://monito.irpi.cnr.it/sistema-di-monitoraggio-gnss/

Sito web Sansol.Csi
https://sansol.isan.csi.it/la-mia-salute/trova-un/?view=mappamedici&apritab=#/medici-pediatri

Sito web Asti
https://www.astigov.it/it/news/bando-montagna-della-regione-approvata-la-graduatoria-definitiva

Sito web Laboratorio G4CH Politecnico di Torino
https://www.g4ch.polito.it/wordpress/

Sito web Impresa Granai della Memoria
https://www.granaidellamemoria.it/index.php/it/archivi/lagricoltura-cuneese-fra-tradizione-e-innovazione/daniele-landra

Sito web In Val Maira.
https://www.invalmaira.it/cosa_fare_musei.html

Sito web Qgis.
https://www.qgis.org/it/site/forusers/download.html

Sito web Osservatorio Visit Piemonte
https://www.visitpiemonte-dmo.org/sondaggi-italia/

Sito web Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare.
https://www.minambiente.it/pagina/inspire.

Sito Web Agisoft Metashape Pro.
<https://www.agisoft.com/>

Sito web Azienda Agrituristica La Meja.
<https://agriturismolameja.it/lagriturismo/>

Sito web GAL Escartons e Valli Valdeis, FAQ.
<https://www.evv.it/wp-content/uploads/2018/07/FAQ_rev01.pdf>

Sito Web Leica Geosystems & Hexagon.
<https://leica-geosystems.com/it-it/products/laser-scanners/software/3dreshaper>

Sito Web Maira Occitan Trail.
< https://www.mairaoccitantrail.it/gare/mot-38k-meja-occitan-trail/>

Sito web Parco europeo Alpi Marittime, La fortificazione delle frontiere.
< https://it.marittimemercantour.eu/territorio/cultura/45>

Sito Web Percorsi Occitani in Valle Maira.
<percorsioccitani.com/percorsi-occitani-la-storia/>

Sito Web PointCab.
<https://pointcab-software.com/en/>

Sito web QGIS Visibility Analysis.
<https://www.zoran-cuckovic.from.hr/QGIS-visibility-analysis/help_qgis3.html>

Sito web Regione Piemonte, Allegato GAL Piemonte contatti e indirizzi.
<https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-10/i_14_gal_del_piemonte_contatti_e_indirizzo.pdf>

Sito web Regione Piemonte, Piano Paesaggistico Regionale.
<https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/fascicolo_illustrativo.pdf>

SITI PER RISORSE CARTOGRAFICHE

Sito web Geoportale Piemonte
< https://www.geoportale.piemonte.it/cms/>

Sito web GIS Arpa Piemonte
< https://geoportale.arpa.piemonte.it/app/public/>

ARCHIVI

Archivio di Stato Torino - Sezioni Riunite
Archivio di Stato Torino - Sezione Corte
< https://archiviodistatotorino.beniculturali.it/>

Archivio Primo Reparto Infrastrutture - Torino

11

ALLEGATI

CIRCOLARE 200

Tratta da D'Ascia-R., 2002, Storia dell'Arma del Genio - Dalla fine della Prima Guerra Mondiale alla vigilia della campagna in Africa orientale (1918-1935), Vol. VI, Roma, Stato Maggiore dell'Esercito, pg.354-376.

CIRCOLARE N. 200 IN DATA 6 GENNAIO 1931

RISERVATO

Roma, 6 gennaio 1931 - anno IX

MINISTERO DELLA GUERRA

COMANDO DEL CORPO DI STATO MAGGIORE

UFFICIO OPERAZIONI

Sezione 1ª

N. 200 di prot. Riservato

Annessa una busta con cinque allegati.

OGGETTO:

Direttive per la organizzazione difensiva permanente in montagna.

Ai Comandi designati d'Armata di: Torino - Firenze - Bologna;
Ai Comandi dei Corpi d'armata di: Torino - Alessandria - Udine - Trieste;
All' Ispettorato dell' arma di artiglieria;
All' Ispettorato dell' arma del genio;

e, per conoscenza:

Al Gabinetto del Ministro - Ufficio Coordinamento;
All'Ufficio di S. E. il Capo di Stato Maggiore Generale;
Al Comando designato d'Armata di Napoli;
Alla Direzione generale di artiglieria;
Alla Direzione generale del genio;
Al Comando della Scuola di guerra;
Al Comando della Scuola di applicazione di fanteria;
Al Comando della Scuola di applicazione di artiglieria e genio.

1° - Le presenti direttive si riferiscono a zone montane caratterizzate da:

a) terreno scoperto, tale da consentire esteso e libero campo di vista e di tiro;

b) possibilità di postazioni di batterie nemiche, a distanza di tiro di precisione, contro elementi della difesa.

2° - La fisionomia complessiva di un sistema difensivo fortificato, a sbarramento di tali zone, deve essere, nelle sue linee generali, quella stessa di una normale sistemazione difensiva campale.

La sua ossatura principale, costituita da opere permanenti costruite sin dal tempo di pace, dovrà essere completata, in periodo di tensione diplomatica od all'apertura delle ostilità, con opere campali.

3° - Nel complesso il sistema difensivo-fortificato comprenderà:

— A —

Una posizione di resistenza, appoggiata sui fianchi a zone di difficile praticabilità, che deve immaginarsi divisa in due parti parallele al suo andamento.

Sulla parte anteriore, profonda da 300 a 400 metri, s'intende stroncare l'attacco nemico esclusivamente col fuoco o, quanto meno, sottoporlo ad intensa azione logoratrice. Essa deve perciò essere battuta colla massima intensità dal fuoco organizzato di tutte le armi della difesa ed in modo principale dai tiri incrociati dei centri di resistenza costruiti nella parte stessa.

La disposizione di questi, sul terreno, deve assicurare il reciproco appoggio dei centri di resistenza contigui ed evitare soluzioni di continuità nelle zone battute.

Ogni centro dovrà, perciò, essere costruito in modo da poter agire, con piena efficienza, anche dopo il tiro di preparazione cui sarà sottoposto dal nemico e da rendere praticamente vano ogni suo tentativo di ridurre al silenzio le mitragliatrici che lo armano o di impossessarsene.

Dovrà quindi essere di minime dimensioni ed alla prova di tutti i calibri, il che consiglia di rinunziare, in massima, a torrette corazzate girevoli e di ricorrere, invece, a caverne o casamatte in calcestruzzo.

Queste dovranno avere feritoie ristrette al minimo e sottratte, per quanto possibile, ai tiri di imbocco nemici, il che consiglia di organizzare ogni centro, esclusivamente, per tiri di fianco e di rovescio ogni qualvolta la conformazione del terreno consenta al nemico di postare, ad efficace distanza di tiro, armi per l'imbocco delle feritoie ad azione frontale. Anche quando possano convenire tiri ad azione frontale, l'azione principale spetta sempre ai tiri di fianco e di rovescio, per le necessità suaccennate di ottenere un fitto incrocio di fuochi lungo la parte anteriore della posizione di resistenza e di appoggiare i centri contigui.

Sulla stessa parte, già battuta dalle armi dei centri di resistenza, si deve poter esplicare, senza alcuna limitazione, il fuoco delle mitragliatrici postate a tergo della parte medesima e delle bocche da fuoco dello schieramento di artiglieria; ogni centro dovrà quindi presentare, sul suo fronte di gola, il minimo di aperture da chiudersi con porte corazzate alla prova, almeno, dei tiri di mitragliatrici e di schegge di proietti di artiglieria.

L'insieme dei centri di resistenza sopradetti costituisce la parte principale dell'ossatura del sistema fortificato: la costruzione dei centri ha perciò la precedenza sugli altri lavori.

Nella parte anteriore, di cui ora si tratta, oltre ai centri di resistenza, da costruirsi sin dal tempo di pace e da mantenersi permanentemente in perfetta efficienza, si potranno pure costruire, sin dal tempo di pace, ostacoli passivi permanenti di speciale entità, quali quelli contro carri armati. Altri ostacoli passivi di carattere campale, quali reticolati, saranno, se del caso, costruiti all'atto del completamento del sistema difensivo.

Nella parte posteriore, profonda 500-600 metri, si dovranno postare altre mitragliatrici con azione sulla parte anteriore ed organizzare l'azione diretta della nostra fanteria per ricacciare, col fuoco e col contrattacco, quella nemica che fosse riuscita a superare la parte antistante.

Condizione essenziale per la riuscita di questa azione, è quella di tenere le nostre forze ed i nostri mezzi al riparo dagli effetti del tiro nemico sino al momento in cui dovranno agire.

Le opere permanenti, da costruire sin dal tempo di pace in questa parte, consisteranno, sopratutto, in postazioni protette per mitragliatrici pesanti collegate, mediante pozzi o cammiñamenti, a ricoveri alla prova per il personale ed in ricoveri alla prova per le truppe di contrattacco, di limitate dimensioni, e con facili uscite, la cui ubicazione dipenderà specialmente dal piano dei contrattacchi predisposti.

L'ossatura permanente di questa zona dovrà poi essere completata con costruzioni, a carattere campale, di altri appostamenti per mitragliatrici e relativi accessi, di qualche tratto di trincea tra gli appostamenti stessi, di osservatorî, di ostacoli passivi diretti ad incanalare, eventualmente, l'avanzata nemica in direzione favorevole ai contrattacchi, oltre, ben inteso, ai collegamenti necessari per comandare tutta l'organizzazione predisposta.

A completare, sulla parte anteriore, l'azione dei centri di resistenza e delle mitragliatrici pesanti in postazione protetta, potranno essere costruite, nella posizione di resistenza, batterie di piccolo calibro in caverna od in casamatta, con azione d'infilata su lungo tratto della parte anteriore e della zona di sicurezza che la precede, nonchè osservatorî alla prova e collegamenti principali.

— B —

Una zona di schieramento a tergo della posizione di resistenza ove si schierano la massa delle artiglierie della difesa (normalmente col materiale allo scoperto, ma col personale e le munizioni al riparo dal tiro nemico) e le truppe di fanteria destinate ad alimentare e sostenere la difesa nella posizione di resistenza (normalmente in località defilate al tiro avversario).

Le opere permanenti, da costruirsi in questa zona, consisteranno, pertanto, in postazioni allo scoperto per artiglierie con relativi accessi, ricoveri per i serventi e riservette per munizioni, sbancamenti, caverne, e, quando necessario, ricoveri per truppe di fanteria, osservatorî, strade e collegamenti principali.

I lavori da eseguirsi al momento del completamento, comprenderanno la sistemazione di altri osservatorî, piste, allacciamenti, collegamenti secondari, eventualmente ostacoli passivi ed anche elementi per la sistemazione della posizione intermedia.

Una zona di sicurezza antistante ove, normalmente, l'azione delle nostre truppe sarà limitata a mantenere, nei primi momenti dell'attacco, il contatto col nemico, sorvegliarne i movimenti e, in condizioni favorevoli, rallentarne l'avanzata con azioni di fuoco e con ostacoli passivi (interruzione di strade, reticolati, sbarramenti contro carri armati).

In questa zona le opere permanenti si limiteranno a quelle occorrenti per le interruzioni stradali ed agli ostacoli passivi contro i carri armati, le une e gli altri, possibilmente, sotto il tiro delle artiglierie della difesa; eccezionalmente potrà essere costruita qualche opera permanente attiva.

In periodo di tensione diplomatica potranno, pure, essere costruiti appostamenti per tiratori o brevi elementi di trincea allo scopo di agevolare l'azione delle truppe lasciate in zona di sicurezza e garantire, il più a lungo possibile, la posizione di resistenza da sorprese e da colpi di mano.

4° - Alla analogia esistente tra la fisionomia del sistema fortificato sopra descritto, nelle sue linee generali, e quella di una sistemazione difensiva campale, fa riscontro uguale analogia nella condotta della difesa.

5° - In base alle direttive su espresse sono stati studiati, dai competenti organi tecnici, alcuni tipi di opere permanenti che si annettono alla presente, a semplice titolo di esempio e di precisazione dei particolari degli elementi da costruire, poichè ogni singolo elemento, dovendo avere struttura rispondente al suo scopo ed alla sua postazione, dovrà essere oggetto di studio particolareggiato a sè.

IL CAPO DI STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
A. BONZANI

RISERVATO

ALLEGATO 1 (*14 tavole annesse*)
alla Circ. N. 200 in data 6 gennaio 1931 - IX

Centri di resistenza alla prova di tutti i calibri

Costituiscono l'ossatura della prima parte della posizione di resistenza e sono armati con mitragliatrici in postazione casamattata ed, in alcuni casi eccezionali, anche con una mitragliatrice in pozzo protetto.

La scelta delle posizioni di detti centri deve essere fatta in base alla loro funzione tattica ed in relazione alla natura ed alle forme del terreno.

Il fuoco delle mitragliatrici costituenti l'armamento dei centri di resistenza deve costituire un efficace e continuo sbarramento lungo il margine anteriore della posizione di resistenza e nell'interno della posizione stessa ed assicurare l'appoggio reciproco dei centri contigui.

Perciò l'azione principale di ogni centro sarà di fianco e di rovescio, mentre quella frontale sarà secondaria, e l'intervallo fra i centri contigui dovrà essere tale da eliminare, nel terreno interposto, zone non viste e non efficacemente battute (tav. 1). Occorrendo, in tratti di terreno particolarmente importanti, i centri di resistenza potranno essere disposti a scacchiera.

Nulla di rigido, dal lato costruttivo, può essere fissato per questi centri di resistenza.

Ogni centro di resistenza conterrà il numero di armi necessario per assolvere i compiti che gli sono assegnati ed avrà caratteristiche tecnico-costruttive diverse a seconda della sua potenza e del suo adattamento al terreno. Comprenderà postazioni per armi automatiche, da ricavarsi in caverna od in calcestruzzo, ed eccezionalmente da un pozzo per una mitragliatrice allo scoperto, ricoveri per serventi, magazzini viveri e munizioni, deposito di acqua, accesso protetto e battuto; il tutto ricavato, possibilmente, in un masso di roccia oppure in un blocco monolitico di calcestruzzo.

Gli elementi di carattere generale (ricoveri, magazzini, accessi, ecc.) saranno costruiti in modo uniforme, mentre le postazioni casamattate per le armi dovranno avere caratteristiche costruttive diverse col variare dei compiti, della natura e delle forme del terreno.

Un complesso di centri di resistenza, costruito nel modo suddetto, deve creare, al margine anteriore della posizione di resistenza, una zona continua efficacemente battuta dal fuoco delle armi automatiche in essi sistemate, integrato da quello delle retrostanti mitragliatrici pesanti e delle nostre artiglierie.

Nella zona montana sarà sempre possibile trovare cocuzzoli in terreno ordinario e roccioso, limitati da falde più o meno ripide, a cui addossare, mediante lavori di non grande entità, il blocco monolitico di calcestruzzo nel quale sono ricavate le postazioni per armi automatiche.

Tale blocco monolitico, per quanto possibile, dovrà essere ricavato in contro pendenza in modo che l'estradosso risulti poco emergente dal terreno sovrastante.

Meglio ancora se si potranno trovare considerevoli massi rocciosi nei quali ricavare, in caverna, le suddette postazioni.

Tenuto conto che sono da temersi i colpi che arrivano con notevole inclinazione, è stata data alla massa coprente lo spessore di circa m. 3,00 sufficiente per dare la resistenza voluta a tutti i calibri. La copertura delle casamatte per mitragliatrici è rinforzata, all'intradosso, da ferri a doppio T a contatto (del n. 20)[1] ~~e fra di loro collegati da tiranti di ferro~~.

Nell'annesso esempio la postazione per l'arma ha dimensioni interne (in pianta) di m. 1,30 a 2,00, per m. 1,75, la feritoia ha settore da 30° a 60° orizzontalmente, di 18° verticalmente ed è protetta, frontalmente, da una piastra di acciaio dello spessore di cm. 10, con feritoia orizzontale, chiusa da tre o quattro sportelli a cerniera, attraverso alla quale feritoia spara la mitragliatrice. L'arma Fiat 914, disposta su un piatto simile a quello annesso al treppiede, viene fatta scorrere lateralmente su una guida formata da due ferri a C affiancati e disposti parallelamente all'apertura, dispositivo di cui si ha buona applicazione nel forte Giaglione (Susa) (tavola 13).

I particolari costruttivi risultano chiaramente dalle tavole 2, 3, 4.

Dai ricoveri si passa a ciascuna postazione per mezzo di un breve cunicolo di accesso.

Il porta voce a tubo, una nicchia per lampada e per munizioni ed un recipiente murato per l'acqua di raffreddamento da collegarsi direttamente all'arma, completano la dotazione della postazione.

La postazione per la eventuale mitragliatrice allo scoperto è ricavata nella parte centrale del blocco di calcestruzzo e vi si accede con una scaletta alla marinara (dislivello m. 3) situata in pozzetto chiuso da botola automatica.

Nel blocco di calcestruzzo, in diretta comunicazione con gli appostamenti delle armi ed in posizione ben protetta, sono ricavati i ricoveri per il presidio che comprendono: un posto di comando con cuccetta per il comandante (ufficiale o sottufficiale), telefono, portavoce con gli appostamenti, 12 a 15 cuccette su tre ordini per truppa, stufa ad alcool o altro combustibile a gas incolore, camino di tiraggio naturale, depositi viveri ed acqua, impianti di ventilazione. A questo scopo provvede, in condizioni normali, il camino a tiraggio naturale aiutato dalla stufa e, se del caso, da un ventilatore a mano reversibile. In caso di attacco a gas, il camino a tiraggio naturale verrà messo in comunicazione colla cassa filtro chiudendo l'apposito sportello (tavola 4) e da questo il predetto ventilatore reversibile pomperà aria e la caccerà nell'interno.

Nella tav. 4 sono rappresentati i particolari di sbocco della canna di tiraggio della stufa e le prese per aria di ventilazione.

Come rappresentano le tavole 5, 6, 7, in alcuni casi potrà convenire di ricavare i ricoveri in gallerie sotterranee. In questo caso il rivestimento interno sarà fatto con lamiere di vario spessore poggianti sopra centine di ferro tondo e verniciate a spruzzo. Particolari provvedimenti dovranno essere presi per evitare la formazione di acque di condensazione nei locali adibiti a ricoveri.

L'illuminazione, quando non può essere elettrica (generata da accumulatori analoghi a quelli usati per l'illuminazione delle vetture ferroviarie), sarà ad olio, alcool o petrolio: a tale scopo si ricaveranno appesite nicchie per lampade. Ad ogni modo, anche con l'impianto elettrico, si dovranno avere, come riserva, lampade ad olio o petrolio od alcool.

Il deposito armi e munizioni ed il deposito viveri e combustibile non hanno caratteristiche particolari.

Sempre che sia possibile si potrà ricavare, nelle fondazioni della parte centrale, la cisterna con filtro da alimentare con acqua portata dall'esterno od anche con acqua piovana o prodotta dallo scioglimento delle nevi sempre quando non vi sia pericolo che tali acque possano essere intossicate dall'azione di aggressivi chimici. Come è ovvio, la cisterna sarà munita di condotta di scarico e di pompa a mano di presa dell'acqua.

La latrina sarà a vasi mobili.

L'accesso al centro di resistenza sarà ottenuto, salendo dal ricovero, con scala ricavata nell'interno del blocco di calcestruzzo, verso il rovescio, fino all'incirca a 2 m. sul terreno esterno sul quale verrà aperta una porta blindata. L'uscita e l'entrata si effettueranno mediante scala a mano da esporre dall'interno del centro di resistenza e da ritirare dopo di essersene serviti (tav. 4).

Dall'apertura così risultata, nella parete di rovescio dell'opera si potrà fare uscire una finestra-garitta di piastre di corazzatura (tav. 14) da cui sarà possibile fiancheggiare il terreno vicino di rovescio oppure, mediante apposito lancia bombe a catapulta, battere l'estradosso (tetto) dell'opera.

Detto estradosso potrà ancora essere difeso mediante lanciafiamme azionato dall'interno dell'opera e munito di più tubi sboccanti alla superficie di estradosso, per modo da impedire all'attaccante di permanere sull'opera e tentare lavori di demolizione, con mine, dell'opera stessa.

La vigilanza dell'estradosso dell'opera e del terreno sovrastante sarà effettuata mediante periscopio a scomparsa simile a quelli usati nei sommergibili (tav. 3).

Attorno ad ogni centro di resistenza verrà costruito l'ostacolo passivo mediante reticolato di filo di ferro, cavalli di frisia, torpedini terrestri, ecc., ed opportunamente fiancheggiato e battuto dai centri laterali ed in parte dal centro stesso, in modo da impedire all'attaccante di avvicinarsi di sorpresa e col favore dell'oscurità e della nebbia agli elementi vitali del centro stesso.

Ogni centro di resistenza disporrà di collegamenti interni a mezzo portavoce tubolari e sarà allacciato all'esterno a mezzo di linea telefonica in cavo interrato, in modo da risultare fortemente protetto, integrata da una stazione radiocampale. L'efficienza continua di questo collegamento è assolutamente indispensabile.

Il costo di un centro di resistenza, costituito nel modo suindicato, è di circa L. 250.000, se completamente di calcestruzzo, di circa L. 150.000 se in roccia.

Sempre quando è possibile devesi sfruttare la roccia resistente e ricavare i vari elementi dell' opera come è indicato nelle tavole 8 - 9 - 10.

Quando l' opera è invece di calcestruzzo, questo avrà il dosamento: 1 cemento, 3 sabbia e 6 pietrisco dalla base delle fondazioni fino all' intradosso della copertura; e di dosamento: 1 cemento (Kg. 400 per mc., vol. mc. 0,300), 1 sabbia (mc. 0,300), 3 pietrisco (mc. 0,900) per la rimanente parte superiore esposta al tiro di sfondo. Il pietrisco avrà le dimensioni di 2 a 6 cm. di diametro.

Per norma, le masse di calcestruzzo debbono costruirsi senza interruzione e, sempre quando si possa, durante la stagione più calda.

A lavoro ultimato si otterrà il mascheramento dell' estradosso e delle parti esterne dell' opera con opportuna coloritura a chiazze.

RISERVATO

ALLEGATO 2 (*2 tavole annesse*)
alla Circ. N. 200 in data 6 gennaio 1931 - IX

Postazioni protette per cannoni da 75 27 mod. 1906

Le postazioni in caverna debbono consentire di battere, con fuochi essenzialmente d'infilata, determinati settori di terreno, di massima, nella zona dei centri di resistenza.

Se ne presentano due tipi:

— il primo, più semplice ed economico, pur avendo l'inconveniente delle ampie cannoniere, troverà larga applicazione quando, per la postazione della batteria ed il suo settore di azione, le cannoniere non possano essere infilate dall'artiglieria nemica.

— il secondo, a cannoniera molto più piccola, è consigliabile quando non sia possibile scegliere postazioni che soddisfino alla condizione di cui sopra.

I dati risultanti dai disegni annessi hanno carattere definitivo per quanto concerne i particolari costruttivi del materiale di artiglieria aventi influenza sull'organizzazione interna delle postazioni di ogni pezzo e quindi per quanto concerne i particolari costruttivi delle caverne di competenza degli organi del genio. Gli stessi dati hanno invece carattere indicativo per gli altri particolari del materiale di artiglieria per il quale saranno diramate in tempo le tavole di costruzione.

I settori verticali ed orizzontali, indicati nelle tavole di disegno, rappresentano i limiti raggiungibili dall'organizzazione tecnica del materiale.

Nella costruzione delle postazioni si terrà tuttavia presente:

1°) la convenienza di ridurre l'ampiezza della cannoniera a limiti superiori a quelli consentiti dal materiale di artiglieria ogni qualvolta l'estrinsecazione dei compiti tattici delle batterie consenta di restringerne il settore di azione;

2°) la convenienza di compensare, con opportuna inclinazione del piano delle postazioni, il limitato settore verticale consentito dall'affusto per sfruttare questo nel modo più rispondente ai compiti tattici suddetti.

Primo esempio (tavola n. 1).

Le caratteristiche essenziali di questa installazione sono:

a) **notevole garanzia di protezione** ottenuta, sia mediante piccole dimensioni della cannoniera, rese possibili coll'avere collocato molto in avanti l'asse di rotazione del pezzo, sia mediante una piastra di corazzatura che copra la minima luce che ne risulta;

b) **semplicità di armamento dell'opera** per la facilità e prontezza di ritrarre il pezzo dalla cannoniera, sia per sostituire il materiale guasto, sia per sgombrare dalla cannoniera, con adatto attrezzo, le macerie prodotte da colpi nemici scoppiati nel suo interno;

c) **economia di costo e di tempo per la realizzazione** ottenuti coll'utilizzare il materiale da 75/27 mod. 906 così come esso è, salvo sostituzione dell'affusto normale con un carrello semplicissimo.

Descrizione.

Il pezzo da 75/27 mod. 906 (cannone, culla, congegni di elevazione e di direzione) viene smontato dal normale affusto a ruote e montato su di un ordinario carrello da ferrovia Décauville. A

tale scopo al carrello vengono applicate due fiancate mediante due ferri ad L (E) collegati da un calastrello (F) e da una traversa (G); tali fiancate recano due orecchioniere, sulle quali si impernia la saetta porta-culla del cannone per ottenere i movimenti zenitali della bocca da fuoco. I movimenti azimutali sono ottenuti collo stesso sistema adottato nella costruzione del materiale 1906, modificato in modo da estendere il settore a 300°°.

Il pezzo così adattato viene disposto nella caverna a cannoniera di ristrette dimensioni, la cui imboccatura viene chiusa con un piastrone corazzato (A) di cm. 10 di grossezza, tenuto a sito da due ferri a T (B) cementati nella roccia sopra e sotto alla piastra (A). A tale piastra sono poi applicate due casse ad alie che danno appoggio a due chiavistelli (C) i quali hanno lo scopo di ancorare l'affusto alla corazza, prendendo contro appoggio nelle piastre ad orecchioniera (M) applicate al medesimo.

L'alzo panoramico, sulla sinistra della bocca da fuoco, permette un agevole puntamento al servente seduto sul sellino (G) e manovrante il volantino di elevazione (H) ed il volantino di direzione (I).

L'installazione può essere completata applicando al cannone uno scudetto (non rappresentato in figura per chiarezza) e può essere adattata, con tutta semplicità, all'esecuzione di tiri preparati.

Secondo esempio (tavola n° 2).

Le caratteristiche essenziali di questa seconda installazione, rispetto alla precedente, consistono:

a) in una maggior garanzia di protezione ottenuta con cannoniera corazzata a doppia svasatura e col portare l'asse virtuale di rotazione verticale del pezzo in corrispondenza dell'asse verticale della sezione più ristretta della cannoniera medesima;

b) in una maggior spesa e maggior tempo per la realizzazione.

Descrizione.

Il pezzo da 75/27 è conservato sul proprio affusto senza modifiche sostanziali e sfilando le ruote; al vomero viene sostituito un elemento a ruote portanti e piastre di appoggio che scorre sulla rotaia curva di direzione posteriore (a) mentre l'assale, tagliato opportunamente, viene sistemato con analogo elemento che scorre sulla rotaia curva di direzione anteriore (b). Il centro di curvatura delle rotaie è situato circa due metri avanti all'assale, nell'interno della cannoniera, ed ivi risulta quindi l'asse virtuale di rotazione della bocca da fuoco per gli spostamenti azimutali. Tali spostamenti si comandano mediante un volantino che aziona due rocchetti i quali ingranano in apposita dentatura delle rotaie curve; per gli spostamenti zenitali la bocca da fuoco si serve degli organi normali.

L'organizzazione suddetta permette di utilizzare una cannoniera a doppia svasatura, le cui dimensioni laterali sono minime (20 cm.) mentre quelle verticali sono proporzionate all'ampiezza del settore verticale che, caso per caso, si intenda assicurare alla bocca da fuoco.

La protezione offerta da tale dispositivo viene completata da uno scudo mobile (c) di 10 cm. di spessore che automaticamente segue il pezzo nel suo movimento azimutale, proteggendone le parti più importanti ed i serventi dai colpi che per avventura sfilassero attraverso la fenditura centrale della cannoniera per scoppiare nell'interno della svasatura posteriore.

Piazzuola e cannoniera vengono ricavate in un blocco di calcestruzzo opportunamente rinforzato con piastre di acciaio e fortemente saldato alla roccia in posto.

Per ciascuno dei tipi di postazione dovrà essere predisposta la relativa organizzazione per la difesa antigas.

RISERVATO

ALLEGATO 3 (*1 tavola annessa*)
alla Circ. N. 200 in data 6 gennaio 1931 - IX

Sistemazioni di artiglierie in postazioni allo scoperto

La postazione di una bocca da fuoco allo scoperto consiste, generalmente, in una piazzuola, di m. 6 × 6 circa, che potrà ridursi a m. 4 × 4 se la bocca da fuoco è di calibro inferiore al 100, preceduta da una riservetta interrata protetta per le munizioni, di area variabile a seconda dei calibri e cioè per batterie leggere e di m. c. pesanti campali mq. 20, per le batterie di m. c. pesanti mq. 11, per i grossi calibri mq. 18.

Le munizioni dei calibri leggeri e medi possono venire, dalla riservetta, passate ai serventi del pezzo attraverso due aperture inclinate praticate nel muro della riservetta adiacente alla piazzuola.

Alla riservetta si accede dai lati per mezzo di due brevi gallerie larghe m. 1, ricavate sul prolungamento della riservetta stessa, che servono di riparo normale dei serventi durante i concentramenti di fuoco avversario.

La tavola annessa rappresenta un tipo di riservetta per pezzo di m. c. pesante. La sua costruzione richiede una spesa di L. 40.000 circa.

Le cariche e gli artifizi, dovendo essere tenute distinte dai proietti, debbono essere conservate in apposite riservette (una ogni 2 pezzi), poste negli intervalli fra i pezzi, le quali debbono avere rispettivamente area di mq. 20, 9 e 11, ed essere di tipo analogo alle riservette per pezzi.

Le batterie sistemate allo scoperto debbono avere, in genere, anche ricoveri per personale separati, lontani dai pezzi e spostati possibilmente sui fianchi.

I ricoveri possono essere del tipo studiato per i plotoni di fanteria, ognuno dei quali può servire bene per mezza batteria o per il comando di batteria.

La ubicazione dei ricoveri e riservette sarà suggerita, volta a volta, dal terreno al quale i ricoveri devono adattarsi sfruttandolo il più possibile. Perciò la disposizione della riservetta ricavata davanti al pezzo non è tassativa; se le condizioni del terreno lo consigliano, può essere ricavata altrove, ma sempre nelle immediate vicinanze del pezzo.

Ricoveri alla prova per truppe di contrattacco

I ricoveri alla prova per truppe di contrattacco, da costruirsi nella parte posteriore della posizione di resistenza, sono costituiti da una galleria alla prova della larghezza di m. 1,80, capace di dare ricovero ad un plotone di fanteria su due righe di uomini seduti. Al ricovero si accede da due scalette laterali ed una centrale con accessi provvisti di appositi dispositivi di protezione contro i gas.

La lunghezza complessiva del ricovero è di m. 20 circa.

La tav. 1 rappresenta un esempio, in terreno scoperto, del costo di L. 80.000 circa.

Le tav. 2 e 3 rappresentano un esempio, ricavato in buona roccia, dell'ammontare di L. 40.000 circa.

Osservatori

Gli osservatorî sono di 2 tipi:

— **piccolo** per osservatorî isolati e per batteria, di dimensioni le più ridotte possibili;

— **grande** per gli osservatorî del comando di settore, di gruppo o di raggruppamento, di dimension maggiori.

Detti ossorvatorî possono poi essere:

— **in pozzo con cupola corazzata,** quando il campo di vista dell'osservatorio debba essere molto grande;

— **in caverna blindato,** quando il settore di sorveglianza sia ristretto ovvero il terreno presenti possibilità di osservazione in varie direzioni.

Osservatorio piccolo in pozzo con cupola corazzata - Tipo A - (tav. 1 e 2).

È costituito da una cupola corazzata dello spessore di cm. 20 e del diametro interno minimo di m. 0,86 con 3 feritoie munite di sportelli chindibili dall'interno.

La cupola può contenere un osservatore, un goniometro, un apparato telefonico ed essere munita di ganci ai quali sospendere piccole tavolette, binoccoli, telefoni, ecc.

L'accesso alla cupola avviene a mezzo di pozzo, partente dal ricovero, delle dimensioni di m. 0,8 × 0,8.

Il ricovero è ricavato a m. 6 di profondità, ha le dimensioni di m. 2,2 × 2,2, e può contene: 2 lettini sovrapposti del tipo alla marinara, un tavolo, 1 mc. di materiale ed un telefono o centralino telefonico.

L'accesso al ricovero avviene dal tergo a mezzo di scaletta larga m. 0,80 con gradini di cm. 25 × 25.

Le tav. 1 e 2 danno un tipo di osservatorio, in terreno piano poco compatto.

Tanto il ricovero che il pozzo sono rivestiti di calcestruzzo dello spessore, rispettivamente, di m. 1 ed 1,35, che li rende atti a resistere ai colpi di medio calibro.

Spesa approssimativa L. 90.000.

Osservatorio piccolo in caverna blindato - Tipo B - (tav. 3 e 4).

È costituito in modo analogo all'osservatorio in cupola ed ha quindi una scaletta di accesso ad un ricovero di metri 2,2 × 2,2, dal quale parte un pozzo delle dimensioni di m. 0,80 × 0,80 alto m. 4,50.

La camera di osservazione (da ricavarsi collo scalpello e non con petardi da mina) è spinta molto in avanti, in modo da avere un diaframma di roccia di un solo metro di spessore per limitare così, al minimo, la svasatura della feritoia.

Per renderla più atta a resistere ai colpi di medio calibro, la camera è rivestita con piastre metalliche frontali di cm. 20 di spessore, appoggiate a piastre laterali a spessore decrescente da cm. 20 a cm. 15.

Le piastre frontali e laterali sono poi tenute a posto da piastre superiori dello spessore di cm. 15 che fanno da sostegno alla massa coprente, la quale deve avere un minimo di 4 metri di spessore.

A tergo della camera di osservazione è ricavato un piccolo locale di m. 1,50 × 1,50 (utile per lo scambio degli osservatori e per il deposito di materiali di osservazione).

Il ricovero è analogo a quello dell'osservatorio piccolo in cupola corazzata.

Le tav. 3 e 4 danno un tipo di osservatorio piccolo blindato, in caverna, in roccia di media compattezza.

Il ricovero, la scaletta di accesso ed il pozzo sono rivestiti in calcestruzzo e sono costruiti in modo da poter adottare, facilmente, tutti i provvedimenti per la difesa antigas.

Spesa approssimativa L. 65.000.

La cupola corazzata, che è dello spessore di cm. 25 e del diametro interno minimo di cm. 120 con tre feritoie munite di sportelli chiudibili dall'interno, può contenere due osservatori, uno con goniometro e l'altro con cannocchiale ricercatore, uno o due apparati telefonici ed essere munita di piccoli ganci ai quali sospendere piccole tavolette, binoccoli, ecc.

Ha poi due ricoveri (anzichè uno) di m. $3 \times 2{,}50 \times 2$, i quali permettono di ricavare sei lettini alla marinara (3 per ricovero) e di contenere due centralini telefonici, 3 mc. di materiali vari, 1 tavolo e 6 uomini.

Le scale di accesso al ricovero ed al pozzo hanno le dimensioni di m. 0,90 per rendere più facile l'afflusso del personale.

Spesa approssimativa L. 110.000.

Osservatorio grande in caverna blindato - Tipo D - (tav. 7 e 8)

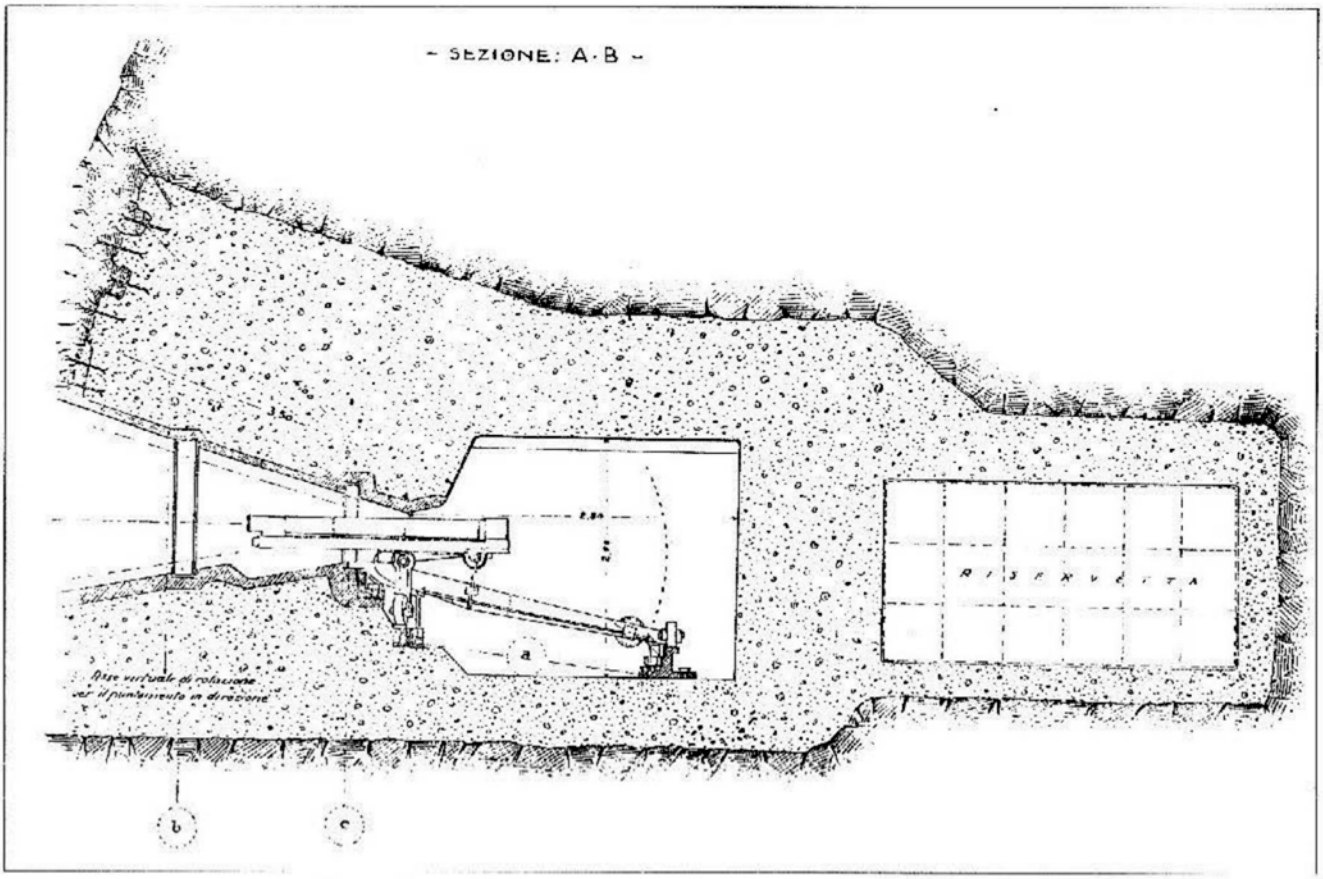
Le dimensioni sono le stesse dell'osservatorio analogo in cupola per quanto riguarda la scala d'accesso, i ricoveri ed il pozzo.

La camera di osservazione ha le dimensioni di m. $1{,}5 \times 1{,}75$.

Spesa approssimativa L. 75.000.

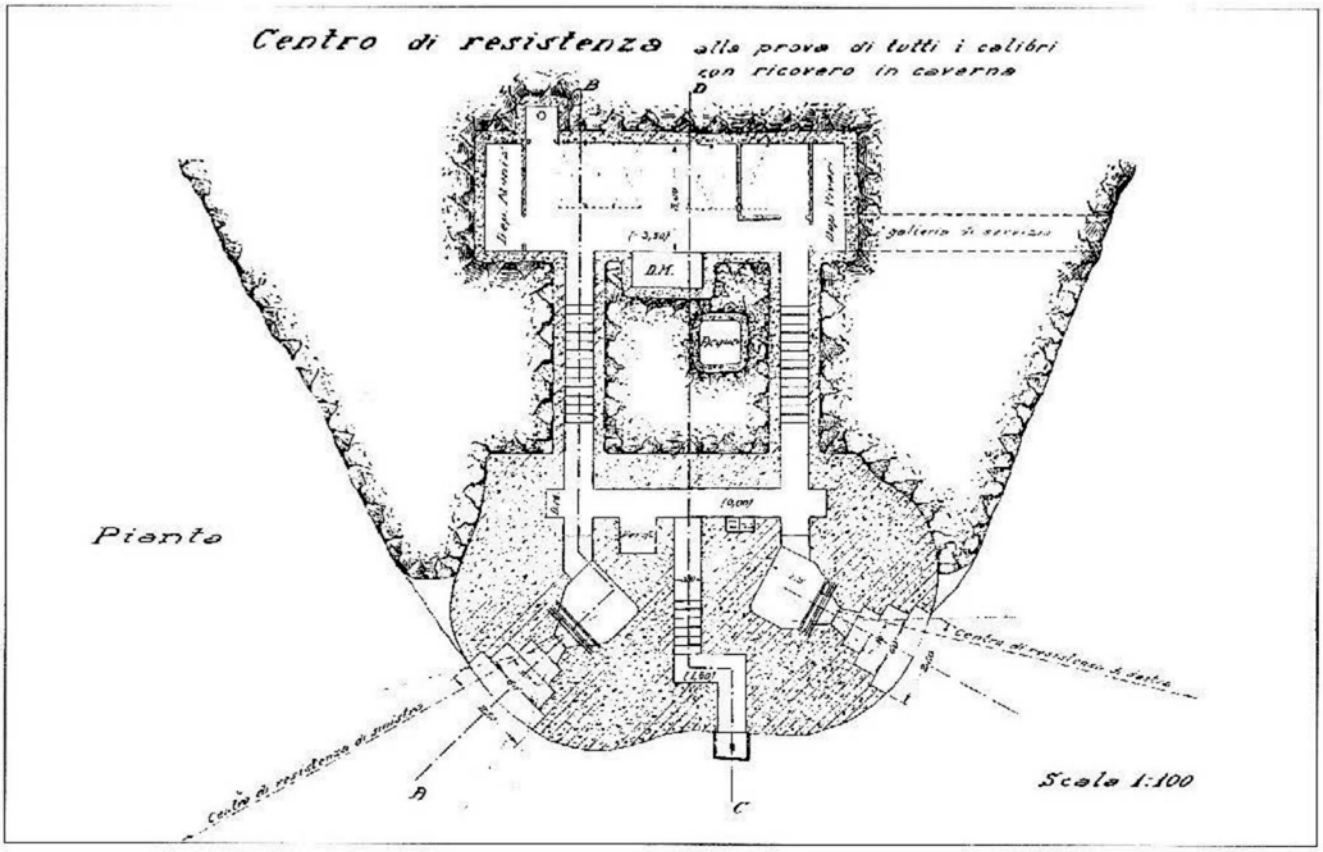
NOTA — Sempre quando è possibile, e le condizioni del terreno lo consentano, si ricorrerà ad osservatori di circostanza, non alla prova dei tiri, con solo ricovero per il personale.

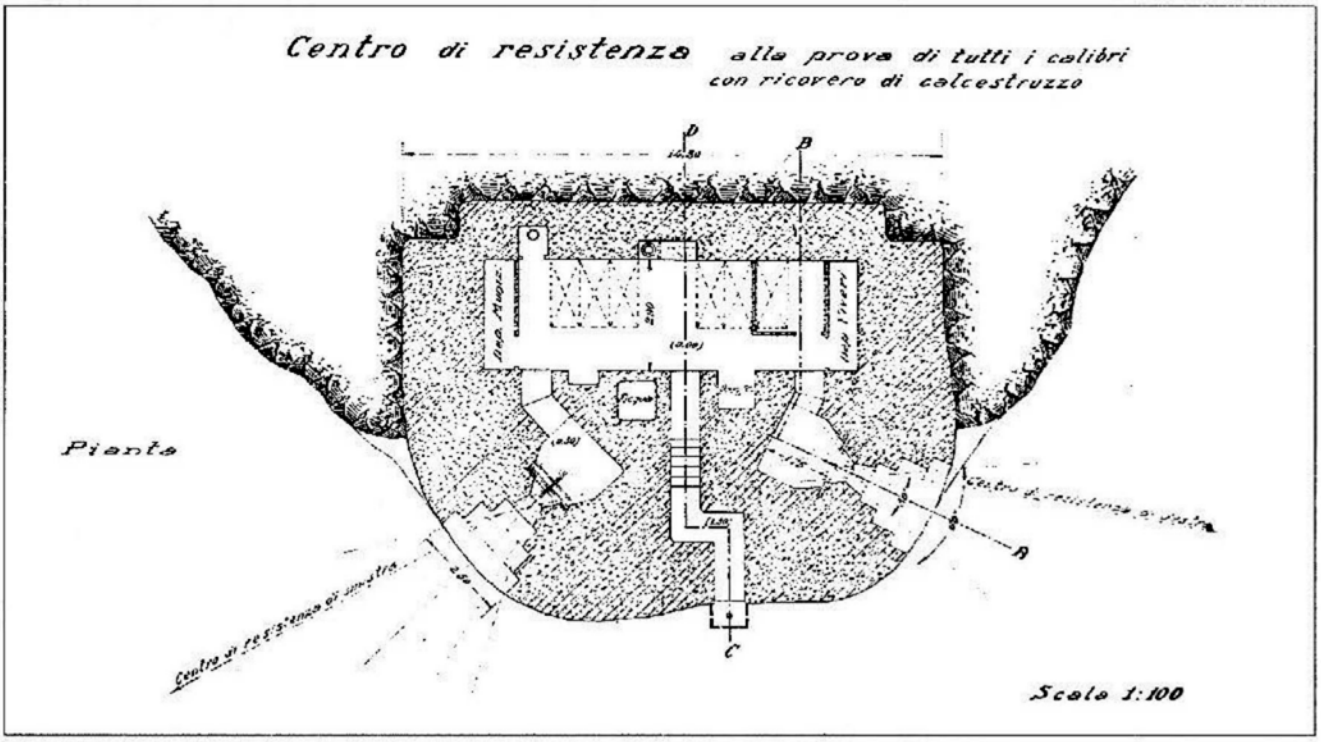
Quando invece vengano adottati gli osservatori alla prova, sopra descritti, potrà convenire di tenere l'osservatorio con gli annessi locali disgiunto dal ricovero, soluzione più sicura, in certi casi, perchè un colpo che imbocchi l'osservatorio non abbia a fare danno al personale a riposo.



Casamatta per cannone da 75/27 - sezione longitudinale - scala 1:25. Allegato n. 2 alla circolare 200

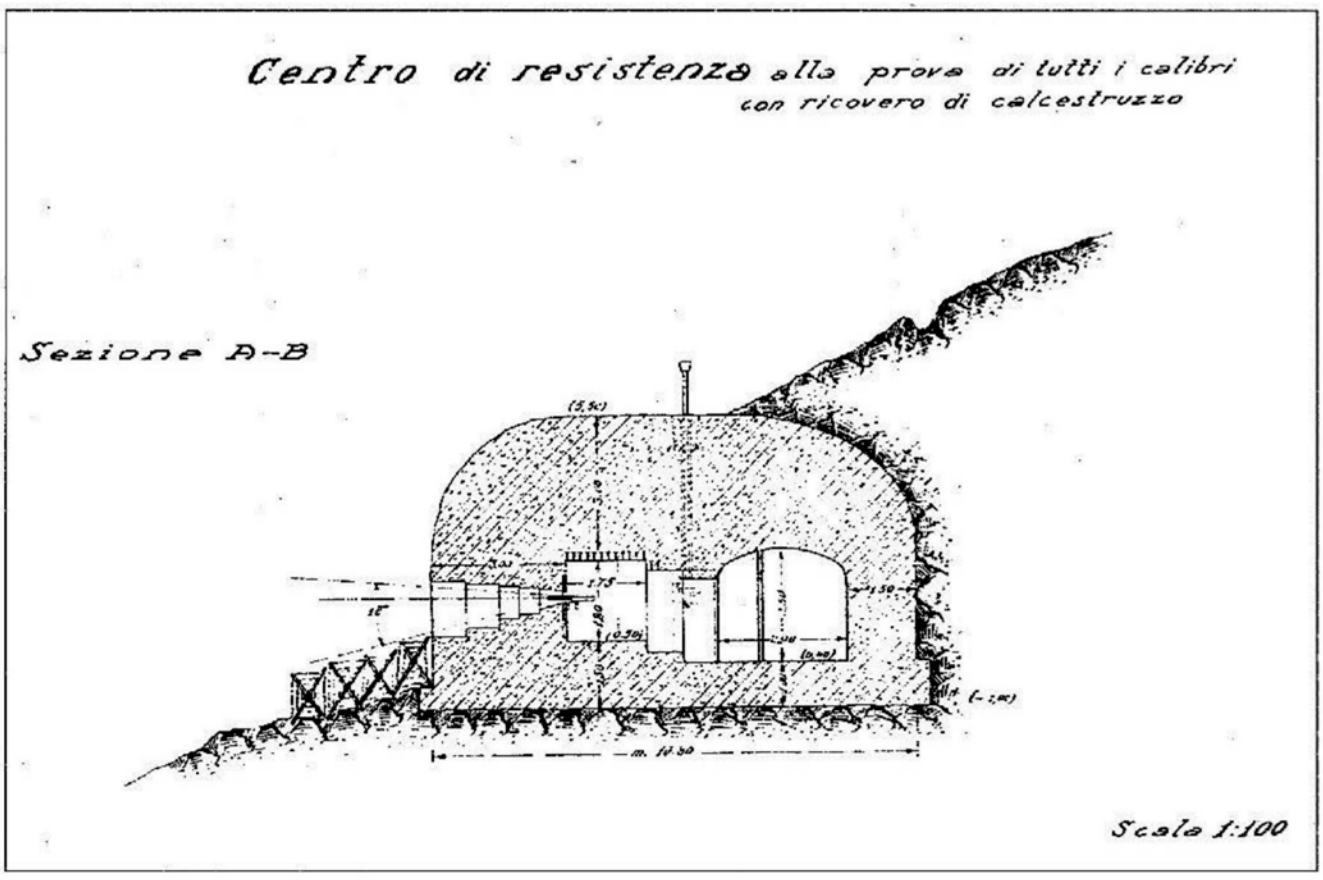
Centro di resistenza alla prova di tutti i calibri, con ricovero in caverna - pianta.
Allegato n. 1 alla circolare 200

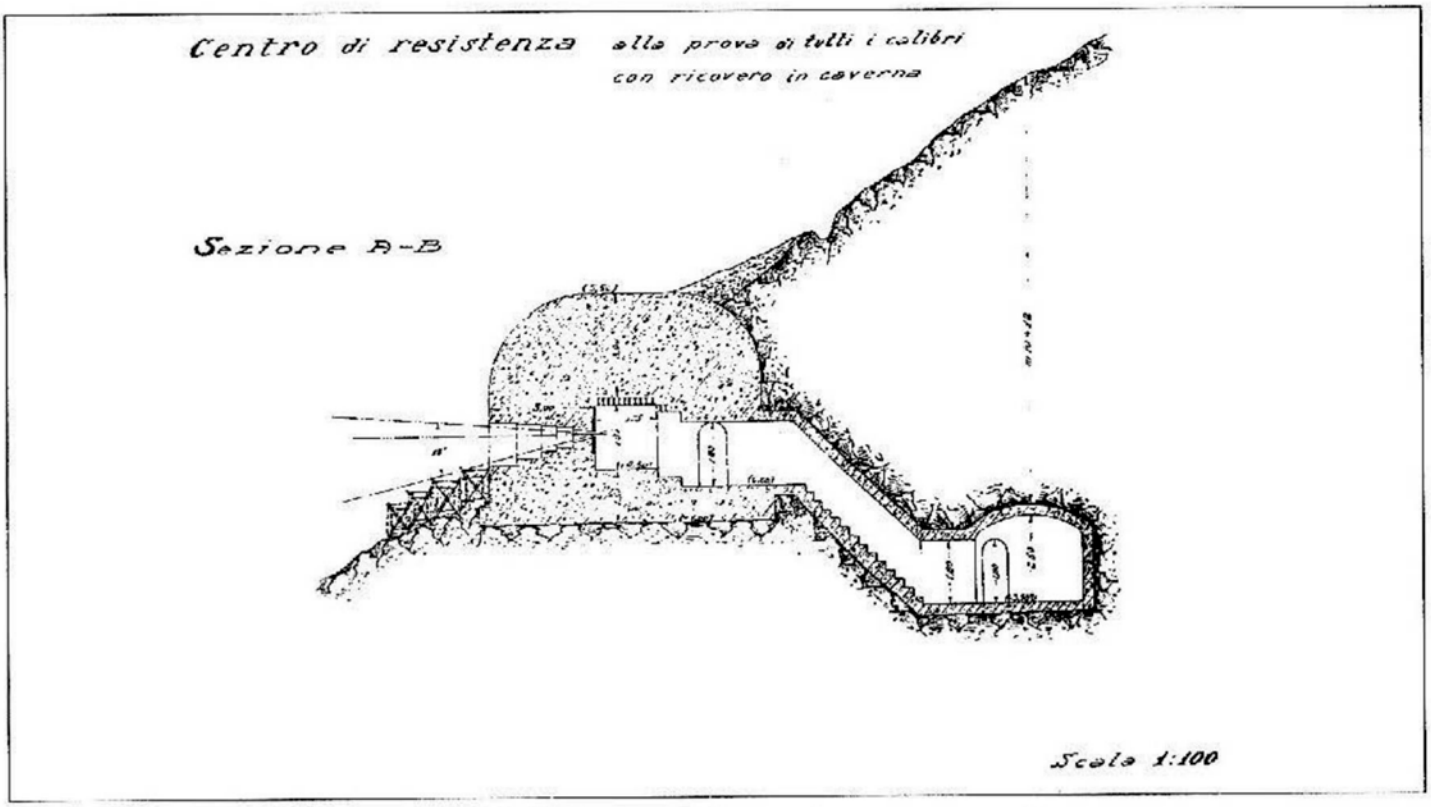




Centro di resistenza alla prova di tutti i calibri, con ricovero in calcestruzzo - pianta.
Allegato n. 1 alla circolare 200 - Tav. 2

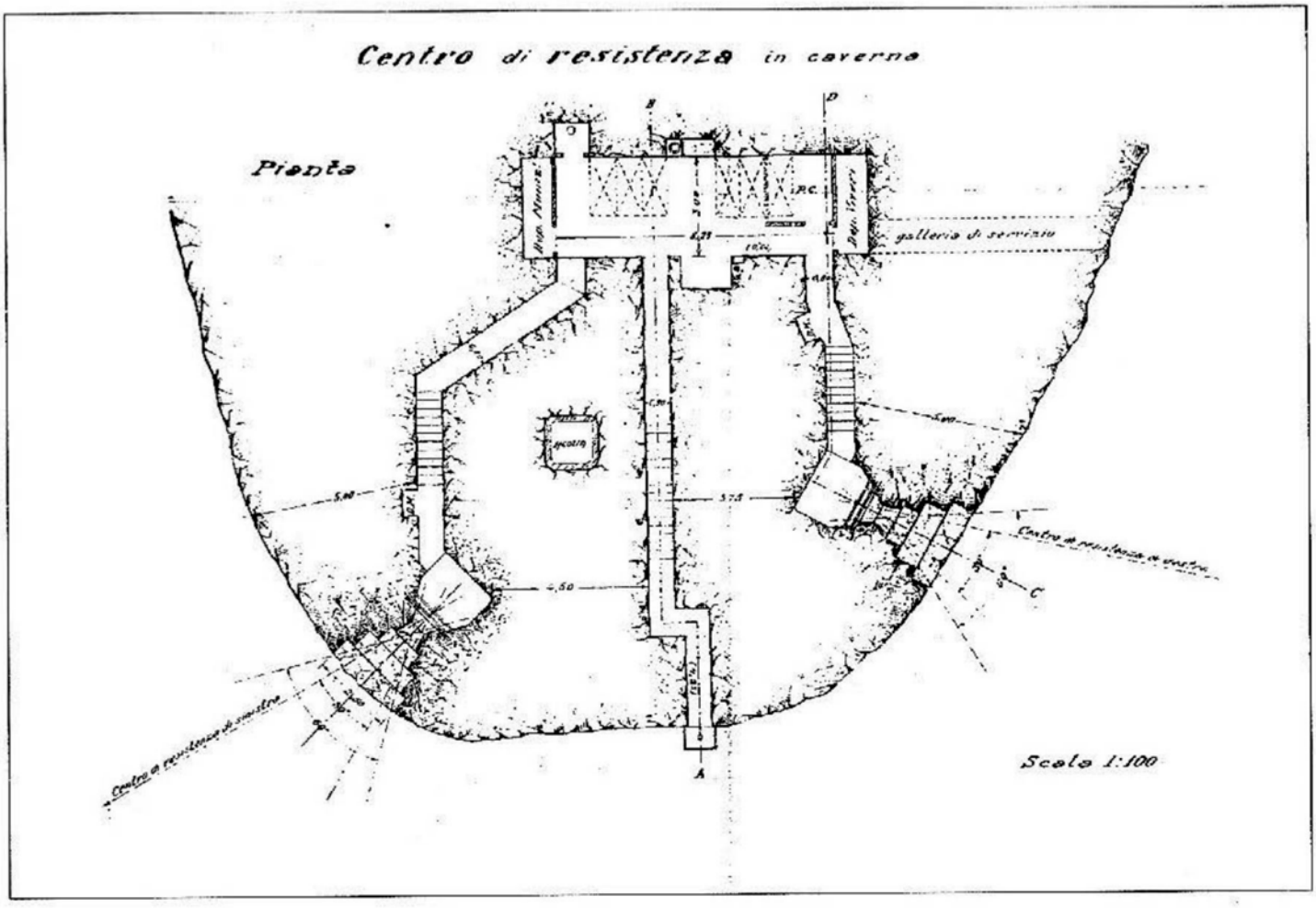
Centro di resistenza alla prova di tutti i calibri, con ricovero in calcestruzzo - sezione.
Allegato n. 1 alla circolare 200 - Tav. 3

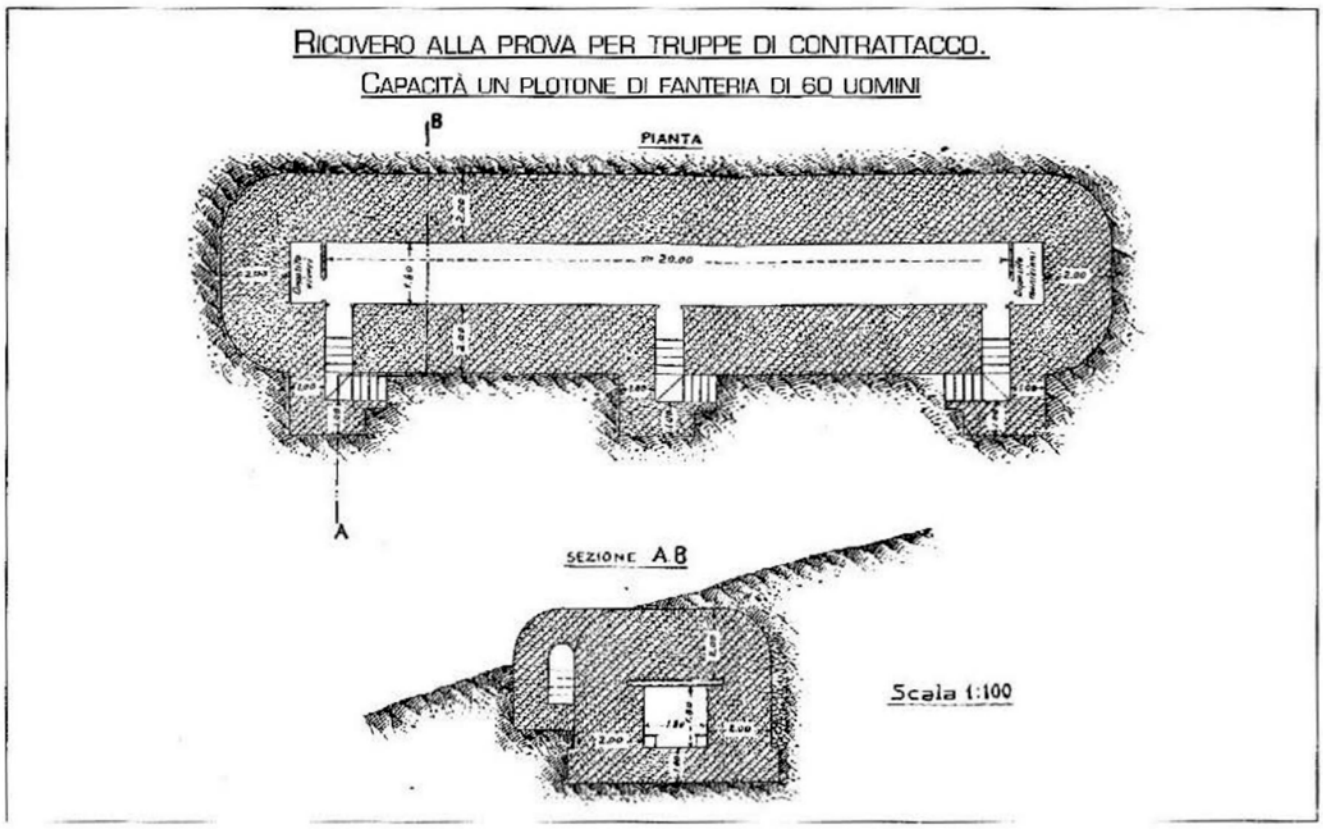




Centro di resistenza alla prova di tutti i calibri, con ricovero in caverna - sezione.
Allegato n. 1 alla circolare 200 - Tav. 6

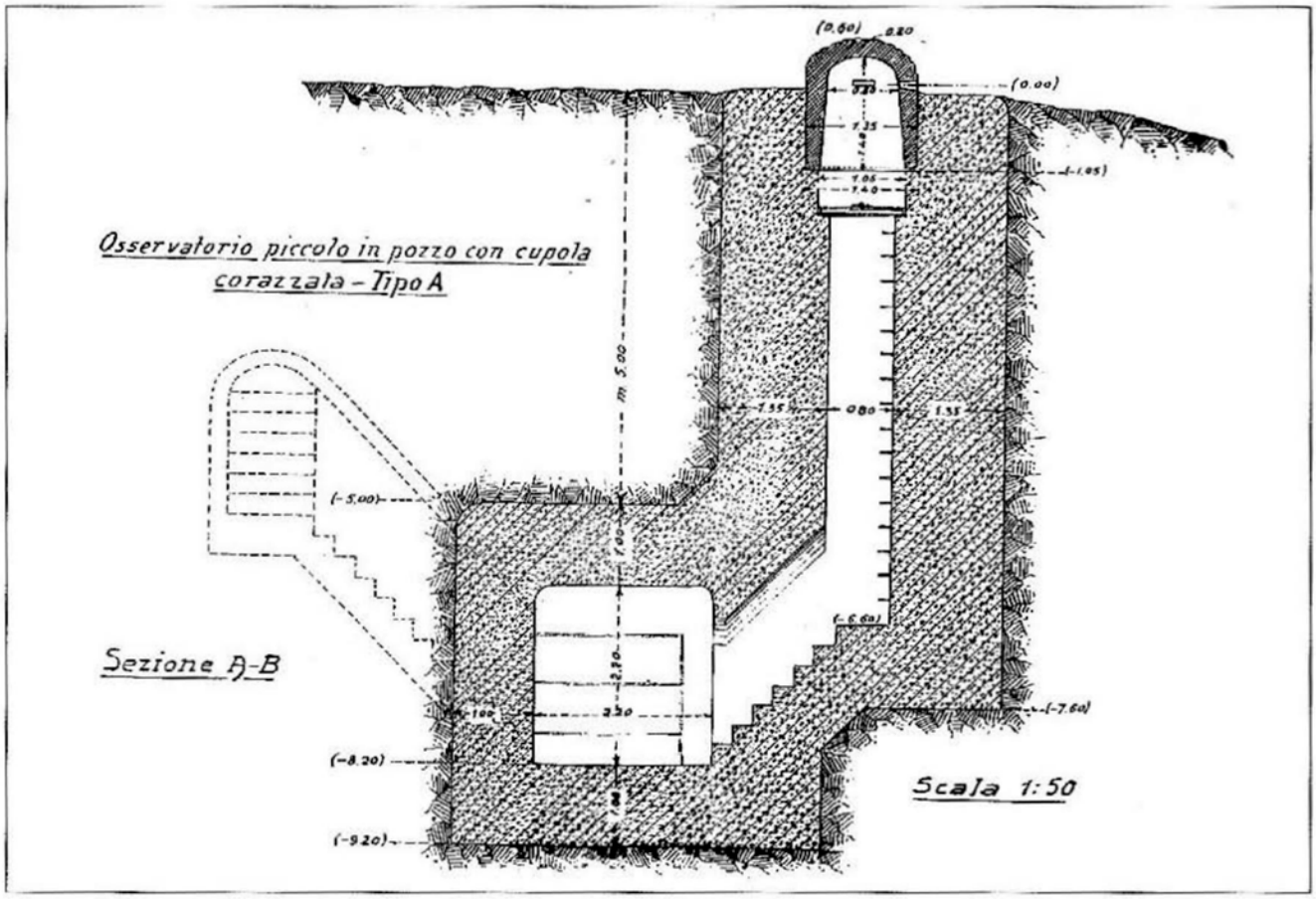
Centro di resistenza in caverna - pianta. Allegato n. 1 alla circolare 200 - Tav. 8

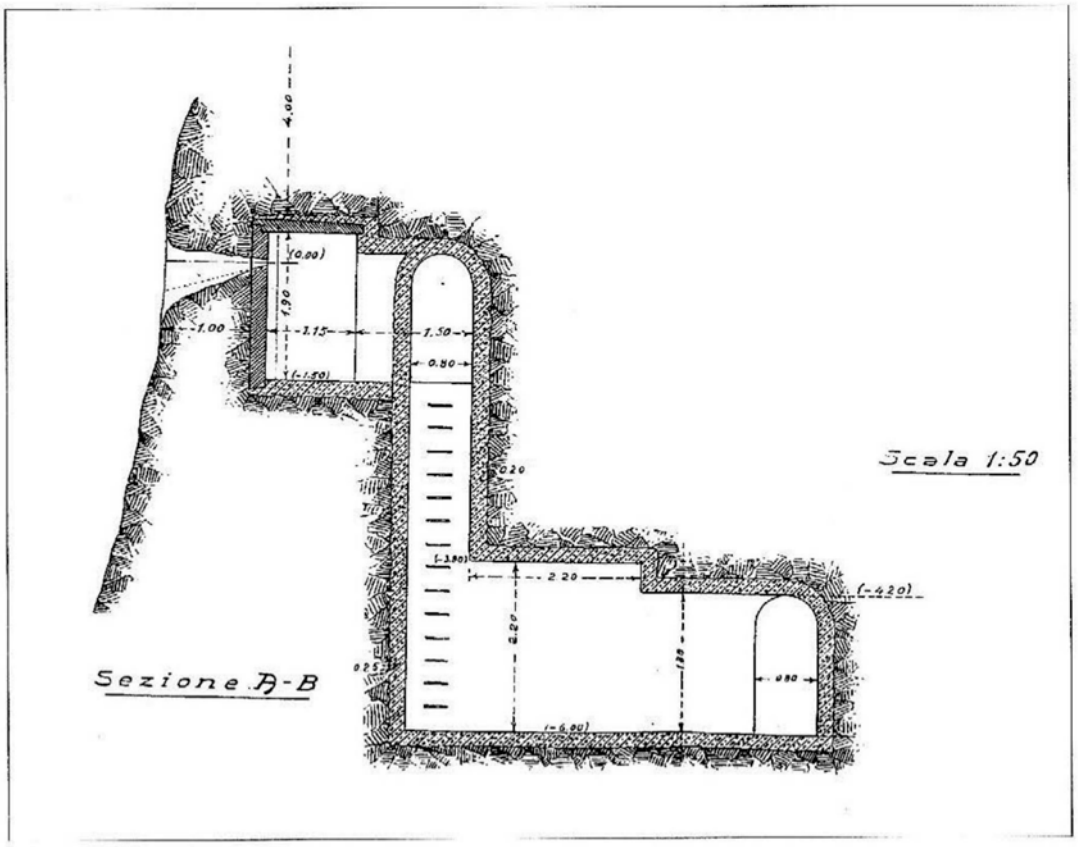




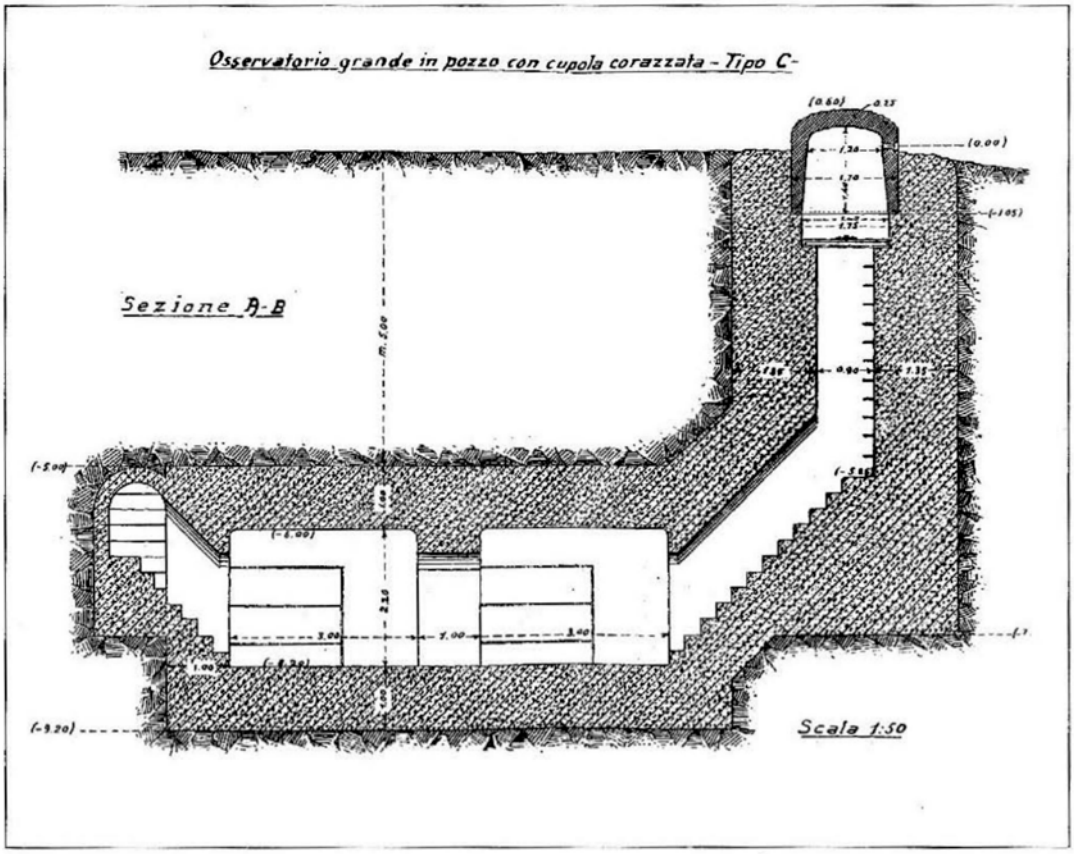
Ricovero per truppe di contrattacco - pianta e sezione. Allegato n. 4 alla circolare 200 - Tav. 1

Osservatorio piccolo in pozzo con cupola corazzata - sezione. Allegato n. 5 alla circolare 200 - Tav. 2





Osservatorio piccolo tipo B in caverna blindata - sezione. Allegato n. 5 alla circolare 200 - Tav. 4



Osservatorio grande in pozzo tipo C con cupola corazzata - sezione. Allegato n. 5 alla circolare 200 - Tav. 6

CIRCOLARE 7.000

Tratta da D'Ascia R., 2002, Storia dell'Arma del Genio - Dalla fine della Prima Guerra Mondiale alla vigilia della campagna in Africa orientale (1918-1935), Vol. VI, Roma, Stato Maggiore dell'Esercito, pg.381-383.

CIRCOLARE N. 7000 IN DATA 3 OTTOBRE 1938 "DIRETTIVE PER L'ORGANIZZAZIONE DIFENSIVA"

Ministero della Guerra

COMANDO DEL CORPO DI STATO MAGGIORE

UFFICIO OPERAZIONI I - SEZIONE 1ª

SEGRETO

N° 7000 di prot. Roma, li 3 ottobre 1938 - A. XVI

OGGETTO: Direttive per l'organizzazione difensiva.-

AI COMANDI DI CORPO D'ARMATA DI FRONTIERA - T U T T I -
e, per conoscenza:
AI COMANDI DESIGNATI D'ARMATA - T U T T I -
ALL'ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO - S E D E -
ALLA DIREZIONE GENERALE DEL GENIO - S E D E -

I.- L'organizzazione difensiva delle nostre frontiere terrestri sta per raggiungere, nel suo complesso, un notevole grado di efficienza.-

Le limitazioni di carattere finanziario e la opportunità di provvedere prima ai grandi caposaldi(complessi e quindi costosi)hanno però finito con l'affidare la soluzione del problema ad un numero ridotto di opere, il che ha conferito alle sistemazioni difensive l'aspetto di una sottile linea.-

E' anzitutto necessario provvedere a dare profondità al sistema.-

II.- La profondità si deve ottenere con due rimedi:

a)- trasformare le attuali linee di copertura, là dove il nemico possa sviluppare notevole sforzo, in striscie di profondità varie a seconda del terreno e delle possibilità di attacco del nemico;

b)- organizzando sulle direttrici principali, a distanza dalle linee di copertura, degli sbarramenti arretrati destinati ad entrare in funzione essenzialmente contro elementi celeri, nel caso che la linea di copertura fosse caduta per sorpresa iniziale o grande concentramento di mezzi.-

III.- Per quanto riguarda la sistemazione della linea di copertura, tener presente:

a)- Le circolari 200 e 800 del 1931 - C.C.S.M. - hanno assolto il loro compito creando con opere complesse la robusta imbastitura della sistemazione difensiva di copertura. Tali opere sono già costruite e pertanto bisogna procedere con nuovi criteri più semplici ed economici per completarne l'azione.-

b)- Si tratta, essenzialmente, di sovrapporre (con meticoloso studio del terreno) ai tiri incrociati che attualmente si ottengono, un un complesso di tiri (essenzialmente frontali) così da ottenere un reticolato di fuoco che possa coprire la zona nella quale il nemico deve avanzare per l'attacco.-

c)- La sistemazione difensiva di copertura non ammette angoli morti. La opportuna ubicazione di mitragliatrici traditrici o di infilata deve eliminarli. Ma dove ondulazioni, scoscendimenti, valloni non lo consentano, si ricorra ai mortai da 45 o da 81 a seconda della distanza.-

d)- I provvedimenti di cui alle lettere b)- e c)- varranno anche a dare quella profondità alla sistemazione difensiva che ora manca assolutamente.-

e)- Le singole armi abbiano settori ben definiti: non si può pretendere che un soldato sia talmente a conoscenza della situazione e del valore relativo di una minaccia per poter scegliere il proprio obiettivo fra vari che gli si presentano.- Basta che egli sappia che deve far fuoco quando il nemico si presenta nel suo settore di tiro. Quindi questo deve essere unico e limitato.-

Ad ogni modo poi, qualora si tratti di lavori già eseguiti o quando opportunità locali richiedano diversamente e cioé una mitragliatrice abbia vari settori, sia nettamente precisato quale di questi debba essere considerato come essenziale.-

IV.- Per quanto riguarda gli sbarramenti arretrati si tratta di predisporre (in genere) una buona interruzione stradale, battuta da fuoco di artiglierie e mitragliatrici.-

Per l'azione di fuoco vicina si potrà ricorrere ad una o due opere complesse di fondo valle mentre tutto il resto sarà fatto con semplici postazioni del tipo più sopra indicato.-

In genere questi sbarramenti arretrati si appoggeranno a strette forti già per sé stesse, e copriranno conche vitali per il movimento e la manovra.-

V.- In sostanza avremo due tipi di opere:

a)- quelle complesse: a più armi e con depositi, ricoveri , dotazioni etc. che costituiscono i caposaldi sulle grandi direttrici. Esse dovranno rispondere per resistenza alle funzioni che loro vengono affidate e alle possibilità di impiego di mezzi da parte del nemico;

b)- le semplici postazioni protette per mitragliatrici le quali debbono costituire nel loro insieme un sistema che:

- cerca la sua protezione essenzialmente nella buona ubicazione e nella piccolezza del manufatto;
- trova la sua efficienza essenzialmente nel numero delle postazioni e nel loro scaglionamento in profondità.-

VI.- Avere una bella e potente serie di manufatti a poco serve,però, se non si hanno i mezzi atti a farli entrare in azione.-

Occorrono al comando (cervello) occhi per vedere (cioé gli osservatori) ed i nervi per trasmettere i suoi ordini a chi deve eseguire (cioé i collegamenti).-

Questo trinomio: occhi, cervello, nervi, deve essere curato ovunque,dalla grande organizzazione settoriale ai centri di fuoco che debbono anche essi essere completi.-

VII.- L'Ispettorato dell'arma del genio, in accordo con la Direzione generale genio, stabilirà dei tipi orientativi di opere:

a)- complesse per resistenza al m.c.;

b)- semplici postazioni da far fronte a semplici armi di accompagnamento della fanteria;

c)- semplici postazioni da far fronte ad arttigl. di piccolo calibro;

d)- " " da far fronte a tiri di lancio del medio calibro;

e)- " " da far fronte a tiri di sfondo del medio calibro.-

Intendo con la parola orientativo che il tipo non deve servire che a dare indicazioni per il lavoro che si dovrà fare caso per caso adattandolo a terreno e scopo.-

VIII.- Desidero avere al più presto studi e progetti rispondenti a queste direttive.-

Questi dovranno essere fatti per singola direttrice principale con allegati gli studi per le direttrici secondarie che confluiscono nella principale.-

IL CAPO DI S.M. DELL'ESERCITO
A. Pariani

CIRCOLARE 15.000

Trascrizione tratta da 17 Bagnaschio D., Corino P.G., 2001, Alta Roja Fortificata, Melli Borgone, 189-193.

Roma, 31 dicembre 1939 – XVIII
MINISTERO DELLA GUERRA
COMANDO DEL CORPO DI STATO MAGGIORE

UFFICIO OPERAZIONI

N.15.000 di prot. Segreto
Allegati: uno

OGGETTO: Fortificazione permanente alle frontiere alpine

Con riserva di impartire quanto prima disposizioni completive per le singole frontiere, espongo sinteticamente i criteri cui si deve ispirare la nostra fortificazione permanente alla frontiera alpina. Questo affinché tali criteri vengano sin d'ora applicati nei lavori allo studio, in progetto, e – per quanto possibile – in quelli in corso di esecuzione o già ultimati.

1° SISTEMI FORTIFICATI

- *In corrispondenza delle frontiere francese, germanica e jugoslava saranno costruiti più sistemi fortificati successivi. Andamento generale: determinato da questo S.M.*
- *Per la frontiera svizzera: riserva di ordini.*

2° COSTITUZIONE DEI SINGOLI SISTEMI

In ogni sistema, in relazione al diverso grado di "operabilità" del terreno nei suoi vari tratti, si avranno sistemazioni a caratteristiche diverse, e precisamente:

- *Sistemazioni tipo A: a cavallo direttrici permettenti attacco a massa;*
- *Sistemazioni tipo B: a cavallo direttrici permettenti attacco di singole colonne;*
- *Sistemazioni tipo C: cavallo direttrici permettenti attacco di piccoli reparti;*
- *Sistemazioni campali: nei tratti impervi, affidati alle sole truppe mobili.*

3° COSTITUZIONE DELLE SINGOLE SISTEMAZIONI

- *"sistemazioni tipo A": fascia costituita da opere resistenti al grosso calibro, avente profondità, in terreno non molto accidentato, di circa 3 km.*
- *"sistemazioni tipo B": gruppi di opere resistenti al medio o al grosso calibro.*
- *"sistemazioni tipo C": opere resistenti al piccolo o al medio calibro, a gruppetti, o staccate, intese essenzialmente ad irrobustire i lavori campali delle truppe mobili.*

4° OPERE

- *Ossatura delle sistemazioni tipo A e tipo B costituita da opere grosse con presidio comandato da ufficiale (forza corrispondente al plotone – sezione – compagnia – batteria, o reparto misto di forza analoga).*
- *Comandabilità effettiva di ciascuna di dette opere, mediante:*
- *Osservatorio di comando*
- *Trasmissioni interne (telefono – portavoce – segnali acustici – ottici)*
- *Trasmissioni esterne (tra cui cavo telefonico interrato).*
- *Completamento in dette sistemazioni, delle opere grosse mediante "opere medie" (presidio di forza non inferiore alla squadra, comandato da ufficiale o sottufficiale), con compiti integrativi (fiancheggiamento - anticarro - angoli morti) , collegate, sempre quando possibile, all e opere grosse co n cunicoli e camminamenti.*
- *Opere delle "sistemazioni tipo C": "o pere medie" ed "opere piccole" (pre sidi o di for za inferiore ad una squadra). Ufficia li nelle opere capo-gruppo.*
- *Maggior ric ors° possibile ai lavori in roccia (per qualsiasi tipo di opera).*

5° ARMAMENTO DELLE OPERE

- *Fucili mitragliatori, mitragliatrici, mortai, pezzi a.c., lanciafiamme, pezzi di artiglieria di p.c. o armamento misto di fanteria – artiglieria, a seconda dei casi. Mitragliatrici e pezzi a.c. incaricati di compiti importanti, sempre abbinati, ma in postazioni distinte.*
- *Nelle sistemazioni tipo A e tipo B (specie nelle prime);*
- *Direzioni di tiro per le armi tali da formare un reticolato di fuoco dinanzi alle opere e tra esse. Speciale sviluppo ai tiri di fianco e di schiancio;*
- *Efficacia reale e tempestiva delle armi, assicurata non semplicemente sulla base delle direttrici di tiro, ma sulla base pratica delle determinabilità del momento di entrare in azione (osservatorio di comando delle singole opere – visibilità dalle postazioni).*

6° ABITABILITA' – AUTONOMIA E DIFESA VICINA DELLE OPERE

- *Costruzione ed attrezzamento delle opere (specie grosse) tali da permettere realmente al presidio di vivere, di mantenersi efficiente e di agire speditamente, anche se per lungo tempo rinchiuso, sotto tiro di artiglieria avversaria.*
- *Possibilità alle opere di fronteggiare offese immediate (difesa vicina).*

7° PARTICOLARI DI OGNI TIPO DI OPERA: vedasi allegato.

8° COMPLETAMENTI AI SISTEMI FORTIFICATI

- *Bretelle, aventi nei loro vari tratti costituzione analoga, in relazione al terreno, a quella indicata per i vari tipi di sistemazione.*
- *Postazioni per tutte le artiglierie non chiuse in opera: munite di osservatorio, riservette e ricoveri alla prova.*
- *(Eventuali opere per artiglierie a lunga gittata saranno determinate direttamente da questo S. M.).*
- *Ricoveri o sbancamenti per truppe mobili.*
- *Posti di comando : per gli enti il cui comando non sia insediato nelle opere.*
- *Collegamenti di carattere generale: a sistemazione permanente sulla base di piani concreti, ad "assi" e "maglie" (in modo che i comandi e reparti affluenti vi si possano rapidamente inserire - con brevi raccordi, ossia senza stendere una rete propria - facendo capo alle predisposte centrali).*
- *Osservatori di servizio generale e di artiglieria.*
- *Proiettori per l'illuminazione lontana e vicina .*
- *Ostacoli (anticarro, reticolati, ecc.). I reticolati nelle "sistemazioni tipo A" debbono essere su più ordini ; nelle "sistemazioni tipo B" su uno o più ordini. Ciascuno di questi dovrà avere una "profondità di 5 m.*
- *Interruzioni.*
- *Campi minati (eventualmente sbarramenti chimici) .*
- *Strade di accesso a più posizioni, di raccordo fra vari sistemi, di arroccamento: tutte a doppio transito ; i tratti adducenti a singoli gruppi di opere , batterie, ccc. (ossia i tratti a traffico minimo), possono avere caratteristiche inferiori.*
- *Provvedimenti logistici vari (impianti idrici - magazzini – baraccamenti - teleferiche - ecc.).*

9° ENTI INCARICATI DELL'ALTA DIREZIONE DEI LAVORI
Comandi di Armata per la frontiera francese.
S.E. MONTi per la frontiera germanica.
Riserva di ordini per le frontiere jugoslavia e svizzera.
Detti enti, provvedono e rispondono dei lavori nei tratti di loro pertinenza. Tengono questo S.M. al corrente solo delle questioni generali, e non dei dettagli.

10° PRASSI ESECUTIVA
Per le frontiere germanica e francese sono già stabilite da S.M. il Sottosegretario norme più speditive di quelle ordinarie.
Riserva di ordini per la frontiera svizzera e per quella jugoslava.

I lavori fortificatori debbono essere concepiti ed attuati con giusta larghezza allo scopo di assicurarne la piena efficienza: deve pertanto essere bandito ogni criterio di economia che possa infimare l'efficienza.
Le presenti norme abrogano ogni precedente disposizione in materia. Esse, mentre lasciano ampia libertà nelle modalità

applicative, fissano tassativamente i criteri fortificatori da seguire.

IL CAPO DI STATO MAGGIORE DELL'ESERCITO
R. Graziani

Allegato alla Circ.15.000 in data 31 dicembre 1940 del C.C.S.M. – Uff. Op. 1° Sezione 5

1° ELEMENTI CHE DETERMINANO LE CARATTERISTICHE DELLE OPERE
a) potenza (numero e specie delle armi);
b) protezione (g. c. - m. c.- p. c.)
e)comandabilità (posto comando - osservazione - collegamenti);
d) abitabilità ed autonomia (allestimenti e dep os iti interni).

2° DEFINIZIONE DELLE OPERE IN RELAZIONE AGLI AMBIENTI DI CUI SOPRA

OPERA GROSSA
E' munita di 5 o più postazioni (per mtr. – pezzi a.c. – eventualmente mortai, lanciafiamme – pezzi di artiglieria di p.c. fino ad un intera batteria), collegate fra loro e con i locali di servizio generale a mezzo di cunicoli in caverna o protetti,
Protezione: di norma, al grosso calibro (eventualmente al m.c. nelle sistemazioni di tipo B),
Comando: retto sempre da ufficiale;
Osservazione: osservatorio attivo;
Trasmissioni interne tra comandante e postazioni, telefono, portavoce, mezzi di segnalazione acustica, ottica, ecc..
Trasmissioni esterne: telefono in cavo interrato e protetto, stazioni R.T. o fotofonica, eventuali proiettori,
Allestimenti: è completa di tutti gli allestimenti interni tali da consentire la vita e l'azione del presidio, con una certa larghezza, anche sotto tiri prolungati e se l'opera è superata ed accerchiata: riserve munizioni, armi e parti di ricambio – deposito acqua e viveri – cucine – locali comando – posto medicazione – locali per ufficiali – dormitorio truppa – lavatoio – latrine – illuminazione normale (e di riserva) – riscaldamento – ventilazione (per gas e C.O.) – eventualmente macchinari per il rapido rifornimento delle munizioni, ecc.

OPERA MEDIA
E' munita da 2 a 4 postazioni (mtr. – pezzi a.c. – eventualmente pezzi di artiglieria di p.c. – morti – lanciafiamme),
Protezione, di norma al m.c. (al g.c. nelle sistemazioni di tipo A),
Comando retto da sottufficiale o da ufficiale (sempre ufficiale nelle opere capo-gruppo),

Osservazione: feritoie di osservazione o periscopio (osservatorio nelle opere capo-gruppo),
Trasmissioni: stazione fotofonica o R.T. (anche telefono in cavo interrato o protetto nelle opere capo-gruppo),
Allestimenti: variano dal minimo (eccezione) di un ricovero per uomini, riservette munizioni, depositi viveri ed acqua (nelle sistemazioni tipo C) ai più complessi (nelle sistemazioni tipo A), per consentire, per un certo tempo, vita ed azione autonoma al presidio anche se accerchiato e superato.

OPERA PICCOLA
E' munita di 2 (eventualmente una) postazioni (per mtr. o pezzo a.c. o lanciafiamme),
Protezione: al p.c. eventualmente al m.c.,
Comando: retto da sottufficiale (o graduato truppa) eventualmente ufficiale (nelle opere capo-gruppo),
Osservazione: attraverso feritoie (osservatorio o periscopio nelle opere capo-gruppo),
Trasmissioni: di norma mezzi ottici (telefono in cavo interrato nelle opere capo-gruppo),
È dotata di ricovero e riservette; di norma è priva di allestimenti interni.
Di regola il presidio occupa solo in vista del combattimento.

3° L'ispettorato del Genio diramerà tipi schematici di opere grosse, medie e piccole (che dovranno servire come orientamento di larg massima) e determinerà tipi standardizzati delle attrezzature interne delle opere.