

# Un sistema informativo territoriale per il censimento e la catalogazione delle opere del vallo alpino da cartografia storica

Marco Anibaldi - Ranco<sup>1</sup>, Gianpaolo Pirollo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DISAFA Università di Torino, marco.anibaldi@unito.it

<sup>2</sup> Esercito Italiano 1° Reparto Infrastrutture, casezdem@infrato.esercito.difesa.it

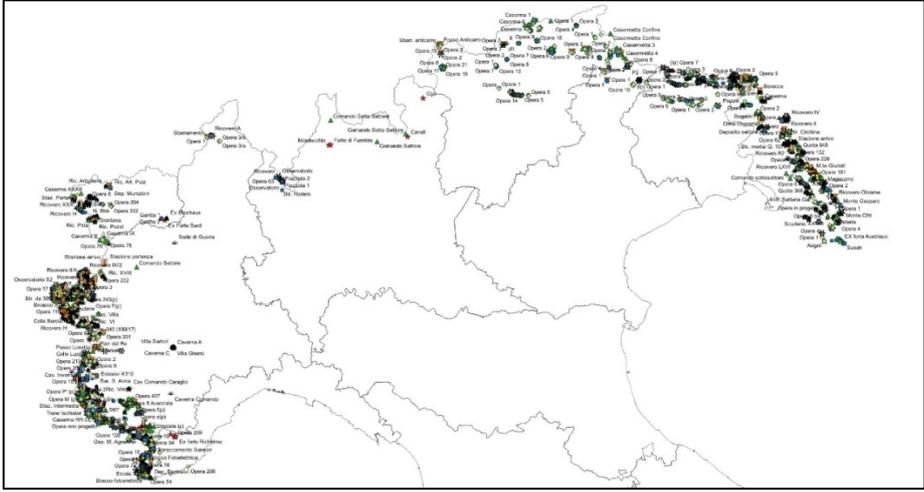
## Abstract

Nel primo dopoguerra, il Vallo Alpino fu proposto come il sistema di difesa dei confini terrestri dell'allora Regno d'Italia, che andavano da Ventimiglia a Fiume proponendosi come un'opera di fortificazione terrestre, seconda per lunghezza solo alla muraglia cinese. Provare a ricostruirne la reale estensione e completezza a partire dall'ingente, ma frammentario, patrimonio documentale cartaceo, anche avvalendosi delle moderne tecniche di cartografia digitale, costituisce un ambizioso progetto. Con queste premesse, in questo lavoro si presentano alcuni risultati ottenuti relativi alla digitalizzazione, georeferenziazione e catalogazione di tali opere all'interno di un ragionato Sistema Informativo Geografico utile alla navigazione virtuale e alla valorizzazione di tale enorme patrimonio storico. Tale azione passa attraverso la possibilità di confrontare le cartografie storiche e le moderne cartografie digitali con lo scopo di permetterne una lettura utile anche alla gestione e pianificazione territoriale di cui potrebbero giovare enti locali, associazioni e i nostri militari (in particolare quelli del 1° Reparto infrastrutture), che hanno in carico le opere rimaste in Italia dopo il trattato di pace del 1947 e che devono curarne la gestione e/o l'eventuale alienazione di quelle dismesse.

## Materiali e metodi

La parte più difficoltosa del presente lavoro è stata quella di reperire le informazioni sulle opere stante praticamente essere reperibili solo su cartografie storiche; tali fonti non sono reperibile da bibliografie, gran parte di questo materiale è stato disperso sia per eventi storici che per utilizzi privati più o meno autorizzati; fortunatamente, oltre alla cartografia storica superstite, è stato reperito presso il 1° reparto infrastrutture l'elenco dattiloscritto delle opere del Vallo che ha permesso di ottenere un elenco delle opere utile per avere la denominazione delle opere e così riuscire a localizzarle sulla cartografia storica.

Altra utile fonte per il reperimento della cartografia storica è stato l'ambiente *social* della rete che ha permesso di entrare in contatto con appassionati dai quali è stato possibile acquisire materiale cartografico in forma digitale.

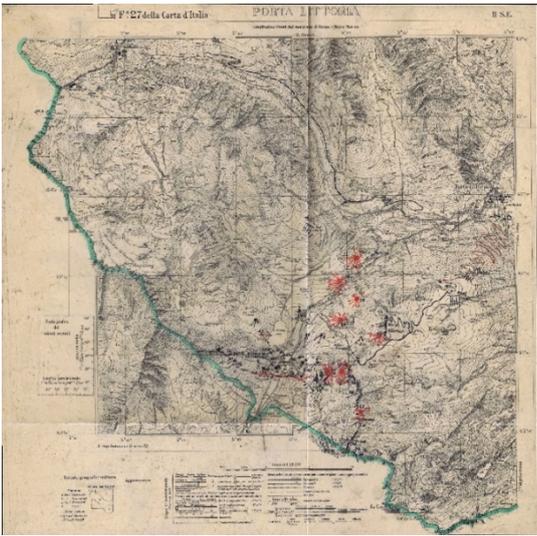


**Fig. 1. Opere del Vallo Alpino**  
Fonti bibliografiche (cartografia storica e confronti)

Le cartografie realizzate dall'allora ufficio genio di ciascun corpo d'armata, erano fondamentalmente di due tipi:

Tavolette IGM al 25000 o fogli al 50000 o 100000 sulle quali venivano riportate le opere dei vari caposaldi disegnandole a china sulle tavolette usando il colore nero per le opere esistenti e il colore rosso per le opere in costruzione e in verde le opere in progetto;

Fogli di carta lucida, di vari formati secondo la bisogna, sui quali venivano riportate le denominazioni e disegnate a china i riferimenti dei crocicchi del reticolo geografico e le opere implementate, modificate o di nuova progettazione in modo da poterle sovrapporre alla cartografia IGM.



**Fig. 2. Esempio di cartografia di tavolette al 25000**

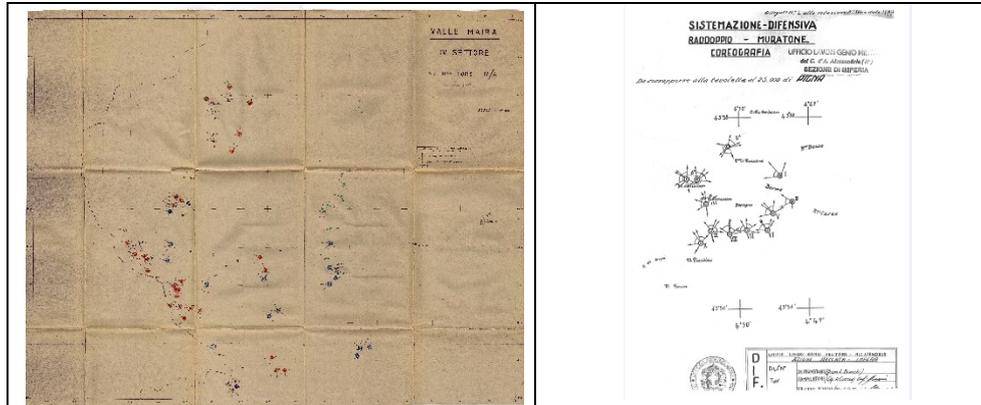


Fig. 3. Esempio di carta “su lucido”.

Tutta la cartografia cartacea è stata digitalizzata a 300 dpi, formato questo tale da permettere una buona visualizzazione delle stesse senza dover operare con file troppo grandi.

#### Georeferenziazione delle carte

Reperita la cartografia storica si è proceduto alla georeferenziazione della stessa, si è deciso di usare come sistema di riferimento il WGS84 Fuso 32N e 33N, questo perché stante il fatto che la cartografia storica abbia come sistema di riferimento il sistema di Monte Mario geografiche con ellissoide di Hayford 1924 l'uso del WGS84 permette di dialogare con le cartografie reperibili sia da rete (Google Earth) sia dai vari geoportali regionali e nazionali. L'applicazione usata per la georeferenziazione è QGIS la quale permette di impostare i diversi sistemi di riferimento, i quali funzionano benissimo se usati con lo stesso ellissoide di riferimento ma, a causa delle diverse dimensioni degli ellissoidi utilizzati il confronto fra questi comporta uno slittamento delle cartografie che l'applicazione non gestisce correttamente.



Fig. 4. Esempio di scostamento in questo caso fra datum ED50 e WGS 84

Si è pertanto deciso di georeferire la cartografia identificando i punti omologhi fra la cartografia storica e la cartografia di base.  
 Il criterio di utilizzo dell’algoritmo di georeferenziazione è stato quello di utilizzare una polinomiale di 1° grado in presenza di pochi punti omologhi identificabili, altrimenti utilizzare l’algoritmo Thin Plate Spline (TPS)  
 Ovviamente la precisione sta nella pazienza dell’operatore nel riconoscere più punti possibile.

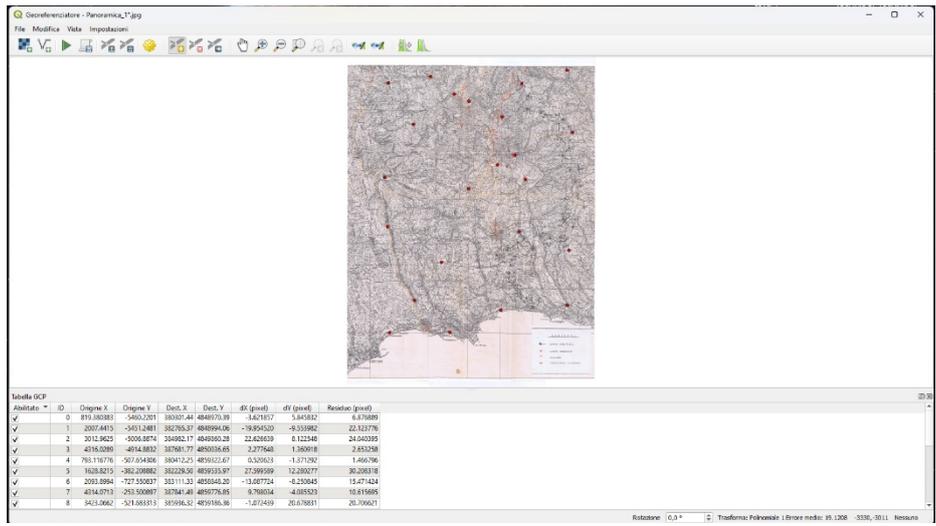


Fig. 4. Esempio di georeferenziazione di cartografia storica con polinomiale di 1° grado

Una volta georeferita la cartografia storica si è potuto utilizzare il reticolo geografico della stessa per georeferire a sua volta la cartografia storica disegnata su lucido che riportava i crocchici del reticolo avviando in tal modo al problema del discostamento dovuto al diverso Datum.

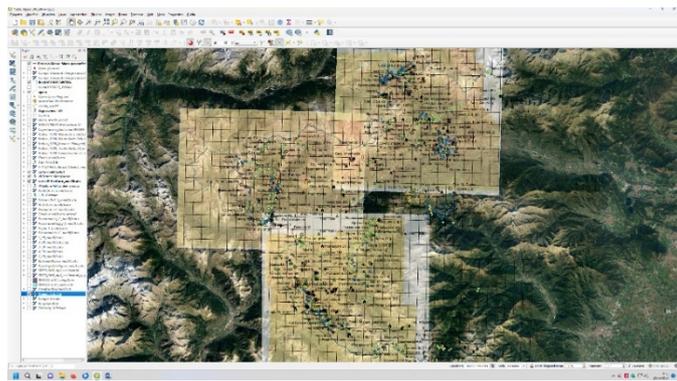


Fig. 5. Cartografia storica con reticolo georeferito su WGS 84

L'ovvio errore da questo metodo è risultato notevolmente compensato, se non proprio annullato, dal fatto che la precisione delle opere disegnate sulla cartografia storica è risultata ampiamente minore dell'errore di georeferenziazione

Vettorializzazione dei dati e implementazione del database (criteri)

Si è dunque proceduto alla vettorializzazione delle informazioni della cartografia storica categorizzando le informazioni ottenibili seguendo un criterio di massimalizzazione dei dati in modo da poter sfruttare al massimo le capacità del database

Id	settore	s_settore	caposaldo	tipo	gruppo	nome	Comune	Status	
274	NULL	VIII	VIII/b	Galambra	Ricovero	autonomo	Ricovero IV	Exilles	Esistente
275	NULL	VIII	VIII/b	VIII/b	Caserma	NULL	Ex Forte Fenis	Salbertrand	Esistente
276	NULL	VIII	VIII/b	VIII/b	Caserma	NULL	EX forte Sape	Salbertrand	Esistente
277	NULL	VIII	VIII/b	VIII/b	Forte	NULL	Ex Forte Jafferau	Bardonecchia	Esistente
278	NULL	VIII	VIII/b	VIII/b	Caserma	NULL	Caserma Jafferau	Bardonecchia	Esistente
279	NULL	VIII	VIII/b	VIII/b	Caserma	NULL	Ex Forte Foens	Oulx	Esistente
280	03211	VIII	VIII/b	Pramand	15000	Opere Settore	Batteria Pramand	Salbertrand	Esistente
281	00532	VII	VII/b	VII/b	Caserma	Opere Settore	Ex Forte Serre ...	Fenestrelle	Esistente
282	NULL	VII	VII/b	VII/b	Caserma	Opere Ssettore	Caserma Prigel...	Pragelato	Esistente
283	NULL	VIII	VIII	Ponte Ventoso	200	Sbar. arretrato	Opera 200	Oulx	Esistente
284	NULL	VIII	VIII	Ponte Ventoso	7000	Sbar. arretrato	Postazione 203	Salbertrand	Esistente
285	0208	VIII	VIII	Ponte Ventoso	7000	Sbar. arretrato	Postazione 201	Oulx	Esistente
286	03208	VIII	VIII	Ponte Ventoso	200	Sbar. arretrato	Opera 201bis	Oulx	Esistente
287	NULL	VIII	VIII	Ponte Ventoso	200	Sbar. arretrato	Opera 204	Oulx	Esistente
288	NULL	VIII	VIII	Ponte Ventoso	200	Sbar. arretrato	Opera 276	Oulx	Esistente
289	NULL	VIII	VIII	Monfol	200	Sbar. arretrato	Batteria B7	Salbertrand	Esistente

Fig. 6. Tabella attributi

Nel digitalizzare le varie opere si è usato il criterio di posizionarle confrontando la cartografia storica e l'immagine aerea, nel caso di riconoscimento sul terreno si è messo il punto al centro dell'opera, se si disponeva delle coordinate rilevate sul posto è stato indicato il punto di ingresso all'opera, nel caso che ciò non è stato possibile si è posizionato il punto sul simbolo della cartografia disponibile.

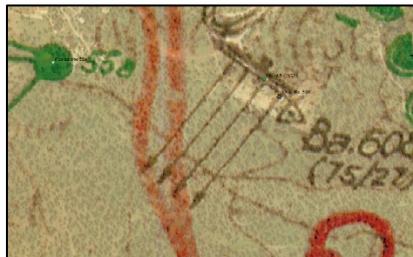
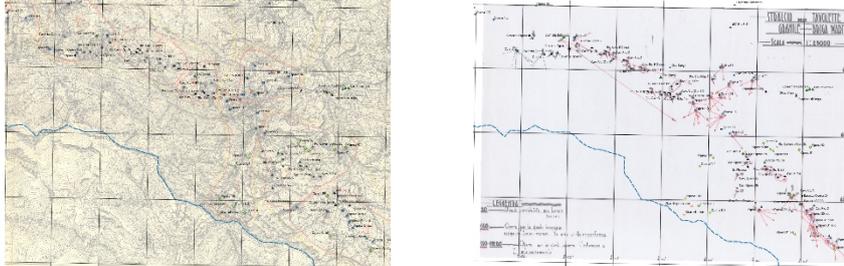


Fig. 7. Esempio di posizionamento delle opere

Nel corso del lavoro ci si è trovati davanti al problema della molteplicità delle informazioni o al contrario nella mancanza di queste, nel primo caso si è riscontrato che non sempre le informazioni ottenibili dalla cartografia storica coincidessero, fatto probabilmente dovuto a

diversi fattori, diversi estensori delle cartografie, non elevata precisione nel posizionamento delle opere in cartografia, errori nel “lucidare” le integrazioni delle opere.  
Nell’immagine seguente è possibile vedere gli effetti di due versioni di cartografia storica delle opere. Sulla seconda immagine sono riportate le opere rilevate dalla prima immagine

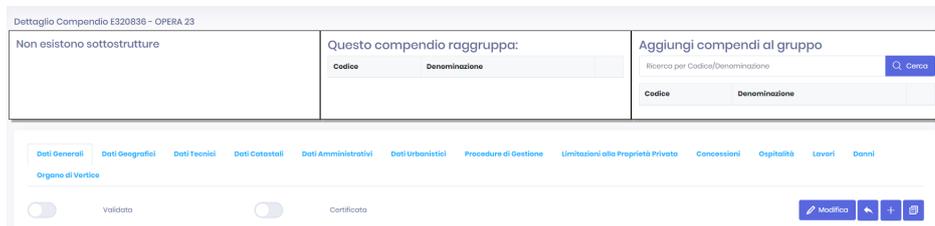


**Fig. 8.** Stralcio di cartografia storica della zona di Briga Marittima

Ovviamente si richiederà successivamente una ricognizione e riconoscimento delle opere sul terreno; operazione questa che si prevede di effettuare in collaborazione con il 1° Reparto Infrastrutture con il quale, questo dipartimento, ha una convenzione di collaborazione attiva. Nell’ambito di questa convenzione si è programmato di integrare il presente lavoro, lasciando volutamente vuoto, nella tabella attributi, il campo dell’identificazione delle varie opere inserite, in modo da poter inserire il codice di classificazione proprio del sistema GEPADD usato dal 1° Reparto Infrastrutture

Si tratta dell’applicativo GEPADD (= Gestione Patrimonio Demaniale Difesa) che permette l’attribuzione di un codice univoco a ciascuna infrastruttura in gestione alla Difesa, collegando ad essa una serie di informazioni che ne permettono la precisa catalogazione e gestione. Nello specifico per ciascuna infrastruttura l’applicativo prevede la compilazione delle seguenti schede:

- Dati generali;
- Dati Geografici;
- Dati tecnici;
- Dati catastali;
- Dati amministrativi;
- Dati urbanistici;
- Procedure di gestione;
- Limitazione alla proprietà privata;
- Concessioni;
- Ospitalità;
- Lavori;
- Danni;
- Organo di Vertice.

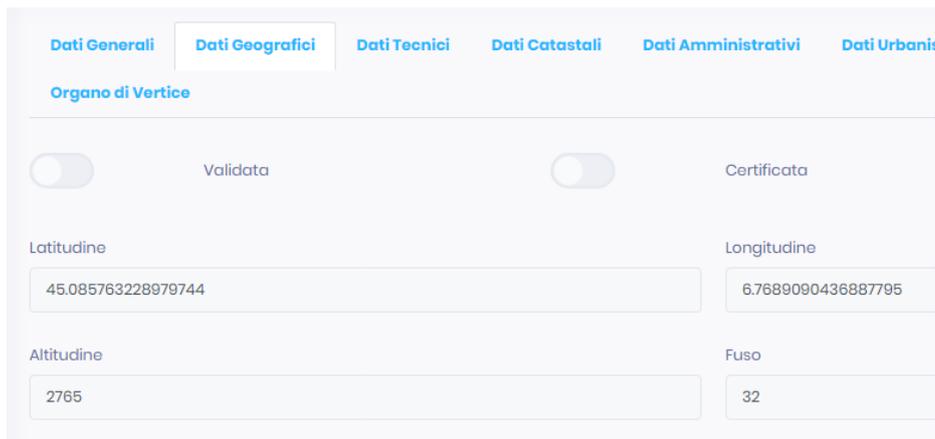


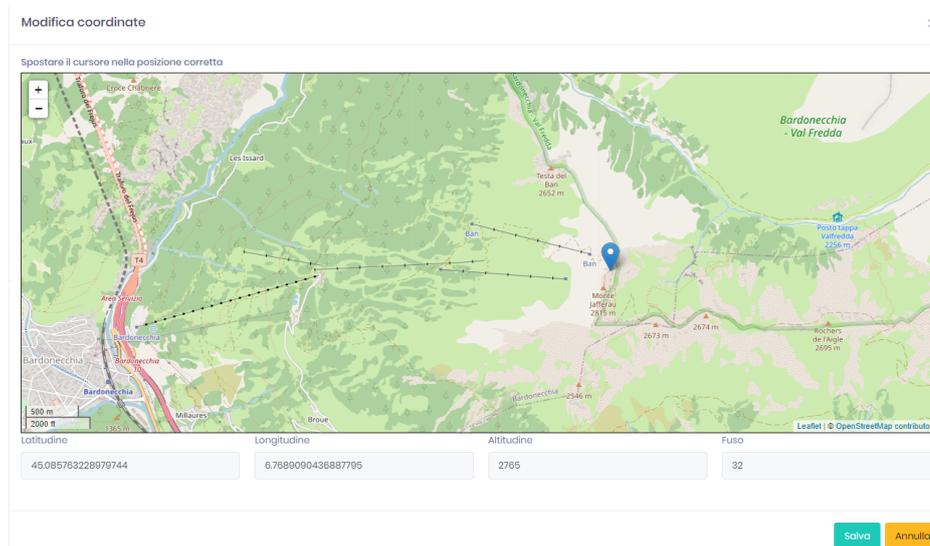
**Fig. 9.** Schermata generale dell'applicativo GEPADD

L'applicativo, al fine di limitare la possibilità di inserimento di un dato errato, prevede che ad operare sullo stesso siano tre figure professionali differenti: un operatore, un validatore e un certificatore. Mentre l'operatore ha il compito di acquisire il dato attraverso la documentazione cartacea in possesso presso l'Ente, il validatore ha il compito di "validare" il dato apponendo sullo stesso un primo sigillo di controllo che sarà nuovamente controllato da personale tecnico a più alta specializzazione presente presso i Reparti Infrastrutture di Forza Armata.

Il sistema si adatta perfettamente alle esigenze di catalogazione ed informatizzazione infrastrutturale dei Beni in uso in quanto noti nella consistenza e nella posizione, mentre presenta qualche lacuna nel caso di quei Beni che non sono più utilizzati da decenni e che si trovano in luoghi difficilmente raggiungibili. Nel caso delle fortificazioni del Vallo Alpino risalenti al periodo della 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> Guerra, le uniche schede tecniche presenti sono quelle relative alla costruzione delle opere con una breve descrizione delle stesse e con una cartografia dell'epoca, spesso danneggiata dal tempo e difficilmente leggibile, che ne indicava la posizione approssimativa.

L'applicativo GEPADD, per la georeferenziazione dell'infrastruttura si basa sulla cartografia di "google maps" con le coordinate espresse in latitudine e longitudine, ben differenti da quelle che è possibile ricavare dalle tavolette a 25.000 che venivano usate all'epoca. Ne consegue che spesso l'opera ignota, posizionata geograficamente dall'operatore all'interno dell'applicativo, presenta un margine di errore tale da rendere difficile l'individuazione della stessa sul terreno in sede di sopralluogo.





**Fig. 10.** Scheda dati geografici

L’abbinamento del sistema cartografico QGIS sopra esposto con gli ID univocamente attribuiti dal sistema GEPADD ha permesso l’identificazione puntuale di molte opere del vallo alpino trasformando quelle che erano le coordinate della cartografia storica in coordinate geografiche di più facile consultazione anche per i non tecnici.

### Utilizzi sul terreno e pratica

L’utilizzo di Qgis permette di ottenere cartografie generate in formato “.tfw” o “.geopdf” utilizzabili su app di navigazione implementabili su tutti i telefonini che abbiano un sistema di geolocalizzazione, permettendo così, a costi limitati, un uso sia di ricognizione e riconoscimento sul territorio che un utilizzo a disposizione di enti del territorio montano per la valorizzazione ed un offerta turistica spalmabile per tutto l’anno

### Riferimenti bibliografici

1. Archivio storico 1° Reparto Infrastrutture, Torino.
2. Geoportale Regione Piemonte, <https://geoportale.igr.piemonte.it>
3. Geoportale Regione Liguria, <https://geoportal.regione.liguria.it>
4. Google Earth Pro