

Un SIG per la catalogazione e la musealizzazione diffusa delle opere militari italiane a presidio delle Alpi Occidentali

E. Borgogno Mondino, M. Anibaldi Ranco

DEIAFA, Università di Torino, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)
enrico.borgogno@unito.it; marco.anibaldi@unito.it

Riassunto

Lo scopo del presente lavoro è quello di progettare e realizzare un SIG (Sistema Informativo Geografico) finalizzato alla catalogazione, gestione e fruizione delle opere relative al sistema militare difensivo italiano a presidio dei passi alpini piemontesi del Monginevro e del Moncenisio realizzati nel corso dei secoli XIX e XX. La catalogazione delle opere e degli armamenti è avvenuta attraverso la predisposizione di schede tipo accessibili all'utente mediante interrogazione diretta delle carte (hyperlink). Inoltre statistiche descrittive sono state prodotte per caratterizzare le opere. L'informazione altimetrica derivata da un Modello di Elevazione del Terreno è stata utilizzata, oltre che per finalità descrittive, anche per verificare l'efficacia della copertura offensiva/difensiva balistica data dalle opere al settore territoriale di interesse attraverso lo studio dei campi di tiro. E' attualmente in programma una campagna di verifica sul terreno delle informazioni catalogate ed il censimento di eventuali opere e/o accessi non catalogati. Le ricadute di un tale studio possono essere molteplici; dalla mera catalogazione e censimento delle opere ancora esistenti; alla creazione di percorsi tematici di turismo storico indirizzata ad una musealizzazione diffusa sul territorio che possa coinvolgere anche le opere al di là della frontiera, dato che le une sono state create in funzione delle altre; alla ricerca storica dell'evoluzione dei sistemi e delle tecnologie di difesa nell'ambito alpino occidentale.

Abstract

This work is aimed at designing and achieving a GIS for catalogation, management and touristic exploitation of remaining military buildings belonging to the Italian defensive system in the Alpine sector of Monginevro and Moncenisio (XIX and XX centuries).

After an important step devoted to search and gather all of the available information from literature and cartographic institutions, a catalogation was required. Specific sheets, accessible by the GIS' user through hyperlinks, were filled in with technical information describing arms' types and building features and describing statistics were generated. The terrain height information obtained from a Digital Elevation Model was used both to describe the area and to investigate the efficiency of the offensive/defensive ballistic covering guaranteed by fortifications and weapon batteries. At the moment a ground survey is on to verify the correctness of the bibliography data, the state of the manufacts and their accessibility for touristic exploitation. This work can have two practical consequences: it can help the historical investigation of the Alpine Italian military defensive system for academic purposes; it can help the definition of proposals concerning the designing of historical touristic paths making the area a sort of open-air museum (possibly together with French partners).

Area di studio

L'area oggetto di questo studio copre un'estensione di circa 900 km² e presenta una variazione altimetrica tra i 500 m s.l.m.m. (fondovalle) ai 3800 m s.l.m.m. del monte Rocciamelone. Essa comprende i passi del Moncenisio e del Monginevro, la Val Susa e la Val Chisone. L'orientamento

prevalente delle valli Susa e Chisone è quello Est-Ovest mentre la valle del Moncenisio si sviluppa in direzione Nord-Sud.

Si tratta della zona occidentale del Piemonte da cui passavano la via Francigena e la strada per la Gallia Narbonese; di qui passarono Annibale e Napoleone. E' da sempre via di comunicazione tra l'Italia e la Francia e per questo ha sempre costituito una possibile via di invasione da difendere e presidiare con opportune opere di difesa.

Ancor oggi è area agli onori della cronaca per questioni molto meno cruente che spaziano dalle recenti Olimpiadi di Torino 2006 fino all'annosa questione della TAV (Treni Alta Velocità).

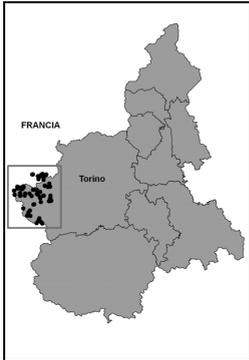


Figura 1 – Area di studio. Settore frontaliero alpino tra la provincia di Torino e la Francia.

Materiali e metodi

Ricerca bibliografica

La fase di ricerca e raccolta del materiale bibliografico e cartografico disponibile ha costituito una importante fase del lavoro. Il materiale reperito è costituito per la maggior parte da supporti cartacei che fanno riferimento alle seguenti fonti:

- a) il volume “La montagna fortificata” (Corino e Gastaldo, 1993) ha costituito la fonte delle informazioni relative al posizionamento delle opere esistenti;
- b) il volume “Il vallo alpino” (Fenoglio, 1992) ha costituito la fonte privilegiata delle planimetrie delle singole opere (alcune);
- c) la cartografia ufficiale rappresentata dalle tavolette dell’Istituto Geografico Militare alla scala 1:25.000 (disponibile in formato cartaceo) e dalla Cartografia Tecnica Regionale (CTR, scala 1:10.000) della Regione Piemonte (disponibile in formato vettoriale).

Scansione e georeferenziazione dei supporti cartacei

Laddove il supporto era di tipo cartaceo si è provveduto alla scansione dei documenti avendo cura di mantenere la risoluzione di scansione pari ad almeno il doppio dell’errore di graficismo (300 dpi). Una successiva fase di georeferenziazione è stata eseguita mediante le usuali funzioni polinomiali bidimensionali disponibili all’interno del software Arcview 9.1, verificando di mantenere l’RMSE (*Root Mean Squared Error*) prossimo alla precisione attesa della carta (5 m). Tale operazione ha riguardato sia le scansioni delle tavolette 1:25.000 che la documentazione cartografica proveniente dal volume “La montagna fortificata” (anch’essa originariamente a base 1:25.000). Come base di riferimento nel corso della georeferenziazione si è utilizzata la CTR, il cui sistema di riferimento originario (Gauss-Boaga) è stato preventivamente convertito nel sistema UTM 32 N WGS-84 tramite il software VertoGIS Rel. 2007.

Vettorizzazione dei temi e compilazione degli attributi

Dalla cartografia *raster* risultante a seguito di tale fase si è proceduto alla vettorizzazione delle informazioni ritenute di interesse.

Per praticità operativa si è optato di operare all’interno di AUTOCAD 2004 importando successivamente i file vettoriali .dwg all’interno del software commerciale Arcview 9.1 e trasformandoli nel formato *shapefile* (.shp). Informazioni provenienti dalla base CTR 1:10.000 sono state utilizzate a completamento di quanto riportato nelle scansioni georiferite.

I temi vettoriali definitivi utilizzati per il popolamento del GIS sono risultati i seguenti (per gli attributi assegnati si rimanda alla tabella di figura 2):

- *Forti e caserme*: file di tipo puntuale ottenuto sostituendo ai poligoni digitalizzati dalla CTR 1:10.000 i loro centroidi. Laddove la CTR mancava di perimetrazione di opere esistenti, si è ricorso alle tavolette I.G.M (scala 1:25.000). Dal punto di vista semantico in tale tema sono comprese le opere militari edilizie fuoriterza costruite tra il XVIII e il XX secolo.
- *Opere 1920-40*: file di tipo puntuale ottenuto digitalizzando le informazioni di posizione e di significato delle opere secondarie (vedi figura 2).
- *Strade*: file di tipo lineare ottenuto digitalizzando l'informazione residente sia nella cartografia del Comino, che nella cartografia I.G.M. I percorsi digitalizzati sono stati riconosciuti sulla base di elenchi bibliografici (fonte <http://stradecannoni.altervista.org/index.html> e cartografia del Corino).
- *Postazioni di artiglieria*: file di tipo puntuale ottenuto digitalizzando la posizione delle opere dotate di armamento pesante letta sulla cartografia IGM a disposizione.
- *Settori di artiglieria*: file di tipo poligonale generato in base ai dati nominali di azimut e brandeggio come riportati nella tabella del tema *Postazioni di artiglieria*. Rappresenta i campi di tiro teorico per le varie tipologie di artiglieria senza tener conto dell'altimetria e degli ostacoli visivi.
- *Campi di tiro*: file di tipo poligonale ottenuto importando i poligoni generati con un software di simulazione (vedi succ.).
- *Confini*: file vettoriale di tipo lineare ottenuto digitalizzando i confini post- 1945 sulla cartografia I.G.M. di base e i confini pre- 1945 dalla cartografia del Corino.

Tema	Nome campo	Tipo campo
Forti e caserme	- <i>Nome opera</i>	Testo
Opere 1920-40	- <i>Nome opera</i>	Testo
	- <i>Settore di appartenenza</i>	Testo
	- <i>Tipologia: gallerie, osservatori, postazioni leggere coperte, postazioni pesanti coperte, postazioni scoperte.</i>	Testo
Strade	- <i>Codice identificativo</i>	Numero (integer)
	- <i>Nome</i>	Testo
	- <i>Tipologia: nazionali, principali, secondarie, carrellabili, mulattiere</i>	Testo
	- <i>Lunghezza (m)</i>	Numerico calcolato
Postazioni di artiglieria	- <i>Tipo (di cannone)</i>	Testo
	- <i>Azimut centrale di tiro</i>	Numero (float)
	- <i>Azimut sx: brandeggio possibile del pezzo a sx; Azimut dx: brandeggio possibile del pezzo a dx.</i>	Numero (float)
Settori di artiglieria	- <i>Numero identificativo: coincide con la numerazione delle postazioni di artiglieria</i>	Numero (integer)
Campi di tiro	- <i>Numero identificativo: coincide con la numerazione delle postazioni di artiglieria</i>	Numero (integer)
Confini	- <i>N/A</i>	N/A

Figura 2 – Descrizione dei campi di attributo generati e compilati nel corso delle digitalizzazioni e interpretazioni delle cartografie scansionate.

Schede tecniche degli armamenti e planimetrie delle opere

Un'integrazione informativa finalizzata a descrivere le planimetrie delle singole opere e la consistenza operativa (dotazione) delle stesse, è stata operata a partire dalle fonti sopra citate e da nuove altre (<http://stradecannoni.altervista.org/index.html>, www.regioesercito.it). I dati e i disegni reperiti sono stati organizzati in schede accessibili tramite *hyperlink* a partire dai temi di pertinenza.

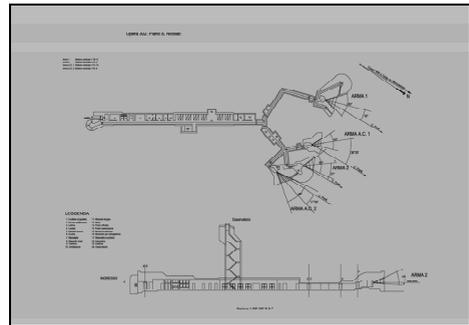
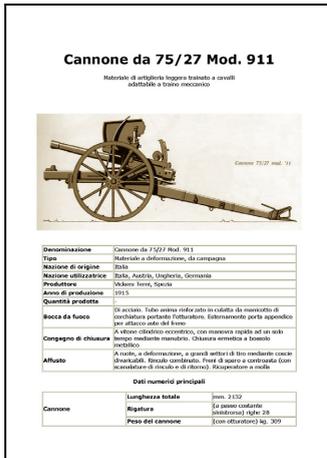


Figura 3 – Esempio di scheda tecnica descrittiva dell’armamento a disposizione (sinistra, fonte www.regioesercito.it), e di planimetria dell’opera 302 (destra, fonte “Il vallo Alpino”).

Le informazioni, così georiferite, sono state inquadrate all’interno di un modello concettuale di SIG rappresentato, nella sua componente planimetrica dai temi digitalizzati e nella sua componente altimetrica dal DTM SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) con passo di 90 m. La scala nominale di lettura, compatibilmente con le fonti utilizzate, deve essere fissata pari a 1:25.000.

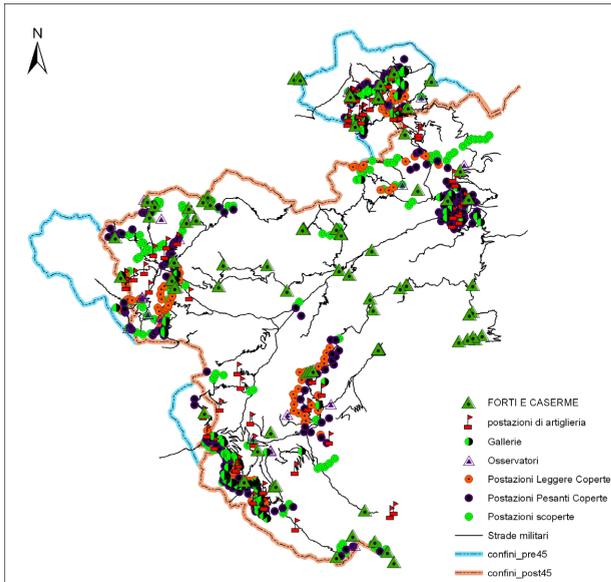


Figura 4 – Rappresentazione dei temi vettorizzati e tematizzati all’interno del SIG Arcview.

Prime sintesi informative per la caratterizzazione del sistema di difesa

Postazioni e caratteristiche del terreno

Al fine di comprendere la natura del sistema di difesa come concepito dai suoi progettisti, una prima fase investigativa ha previsto di verificare le condizioni geometriche del territorio in corrispondenza della posizione delle opere. I parametri geometrici territoriali presi in considerazione sono i seguenti: quota ortometrica (m s.l.m.m.), esposizione

dei versanti (gradi), pendenza del versante (gradi), dislivello tra l’opera e il fondovalle di pertinenza (m). La mappatura di tali caratteristiche topografiche è stata condotta a partire dal DEM SRTM a disposizione utilizzando gli algoritmi di calcolo disponibili all’interno del software open-source SAGA v. 2.0.4 (*System for Automated Geoscientific Analyses*, <http://www.saga-gis.org>). I risultati di tale indagine sono riportati in Figura 5.

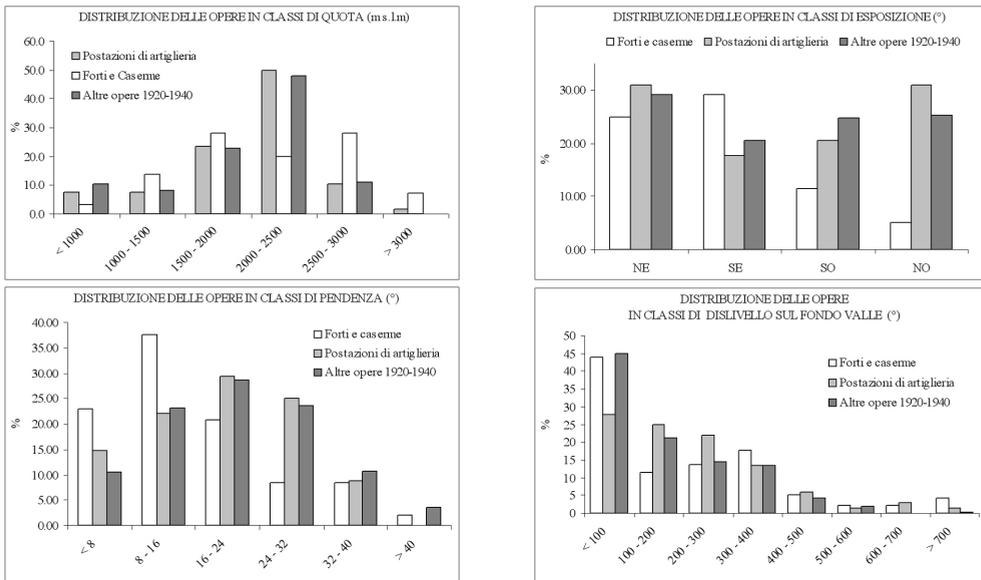
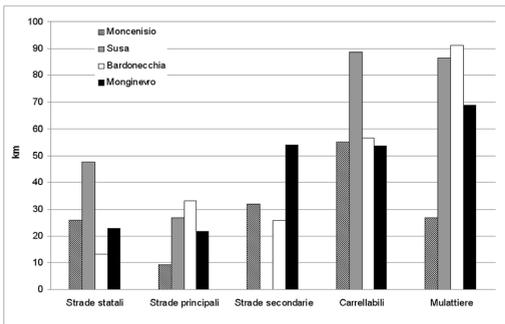


Figura 5 – Statistiche relative alle condizioni geometriche del territorio in corrispondenza delle opere suddivise per categorie.



Sistema viario

Una seconda fase di indagine ha riguardato il sistema viario al fine di valutarne la consistenza in termini di sviluppo e di tipologia con particolare attenzione alle categorie di strade denominate “carrellabili” e “mulattiere”. E’ infatti su queste che si intende concentrare la futura fase di recupero museale delle opere. I risultati sono riportati in Figura 6.

Figura 6 – Statistiche relative all’estensione del sistema viario militare suddiviso per settori.

Al fine della predisposizione di percorsi turistici a tema preme sottolineare come il SIG così strutturato sia anche in grado, intersecando il dato planimetrico del grafo stradale con quello altimetrico del DEM, di produrre profili di quota lungo lo sviluppo dei tratti di interesse (Figura 7).

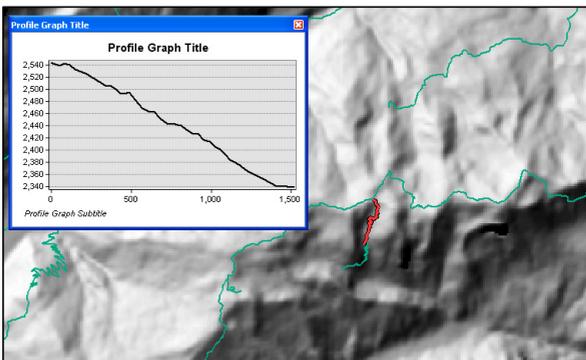


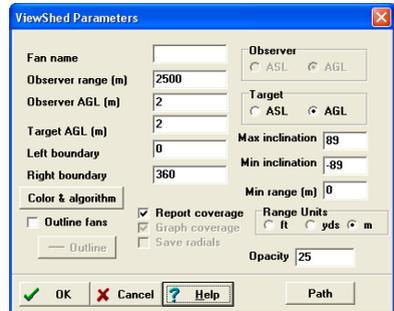
Figura 7 – Esempio di profilo altimetrico di tratto stradale utili ai fini di una fruizione turistica delle opere.

Campi di tiro

Un’ulteriore analisi è stata condotta al fine di verificare l’effettiva copertura balistica offerta dal sistema difensivo, nell’ipotesi semplificativa (imposta dal software di simulazione) di tiro diretto (non parabolico). Per ogni batteria tra quelle cartografate è stata generata una

maschera di copertura intersecando i dati di armamento (alzo, brandeggio, gittata massima e minima, altezza della bocca da fuoco dal terreno; vedi figura 8) con quelli di morfologia del terreno derivati dal DEM. Le simulazioni sono state condotte all'interno del *software free* MicroDEM v. 2009.11.11.3 utilizzando l'algoritmo di default denominato *Radial IHS Fan Method* o *Radials Full Coverage* (vd. *help* in linea di MicroDEM).

Figura 8 – Finestra di MicroDEM per il controllo dell'algoritmo di determinazione delle coperture dei campi di tiro (diretto) effettivo delle artiglierie. Segue breve descrizione dei principali parametri. Fan Name: identificativo della batteria; Observer range (m): gittata nominale (diretta e non parabolica); Observer/Target ASL or AGL: altezze dal suolo (AGL) o dal livello del mare (ASL) rispettivamente della bocca da fuoco (observer) e dell'obiettivo. Convenzionalmente fissate, per questo lavoro, a 1.5 m la prima e 0 m la seconda; Right and left boundary: valori di azimuth (convenzione geografica) ammessi dal brandeggiamento orizzontale della bocca da fuoco (gradi); Max, Min inclination: alzo consentito al pezzo di artiglieria (gradi); Min range: gittata minima in tiro diretto; Color & algorithm/Outline fans and outline color: gestione gli algoritmi di calcolo e delle proprietà grafiche del risultato.



L'algoritmo produce rappresentazioni *raster* sotto forma di maschere delle aree effettivamente coperte dal tiro diretto come da figura 9.

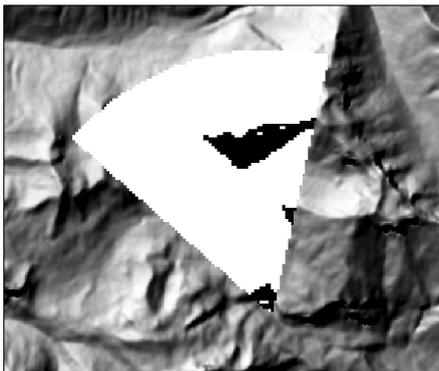


Figura 9 – Esempio di campo di tiro come generato dal software di simulazione MicroDEM (bianco = aree non coperte, nero = aree coperte).

Conclusioni

Il lavoro presentato costituisce il risultato intermedio di un progetto di ricerca tuttora in corso. Tuttavia ancora una volta i SIG e le procedure informatiche ad essi collegate hanno dimostrato la loro forza di sintesi oltre che di archivio. La caratterizzazione delle opere sulla base della morfologia del terreno sul quale giacciono e l'analisi dei campi di tiro effettivi possono aiutare a interpretare a posteriori la strategia sottesa alla realizzazione dell'intero sistema difensivo e individuarne potenziali falle anche per una lettura della storia e degli eventi più documentata. L'analisi del sistema viario militare, soprattutto nelle sue componenti "strade carrellabili" e "mulattiere" ha invece sottolineato come esista una fitta rete di percorsi la cui fruizione potenziale potrebbe essere quella di tipo storico-turistico nella prospettiva di un museo diffuso. A tale riguardo resta da verificare sul campo l'effettiva percorribilità, se non esistenza, dei percorsi così come riportati dalle carte. E' in programma una campagna di ricognizione e riconoscimento da condurre sul campo con strumentazione integrata GPS palmare/SIG.

Bibliografia

- Corino P.G., Gastaldo P., (1993), "La montagna fortificata", *Melli, Borgone di Susa (TO)*
- Fenoglio A. (1992), "Il Vallo Alpino", *Susalibri (To)*.
- <http://www.saga-gis.org>
- <http://www.regioesercito.it>
- <http://stradecannoni.altervista.org/index.html>
- <http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm>