



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240



Dissertazione finale del Master in Geomatica

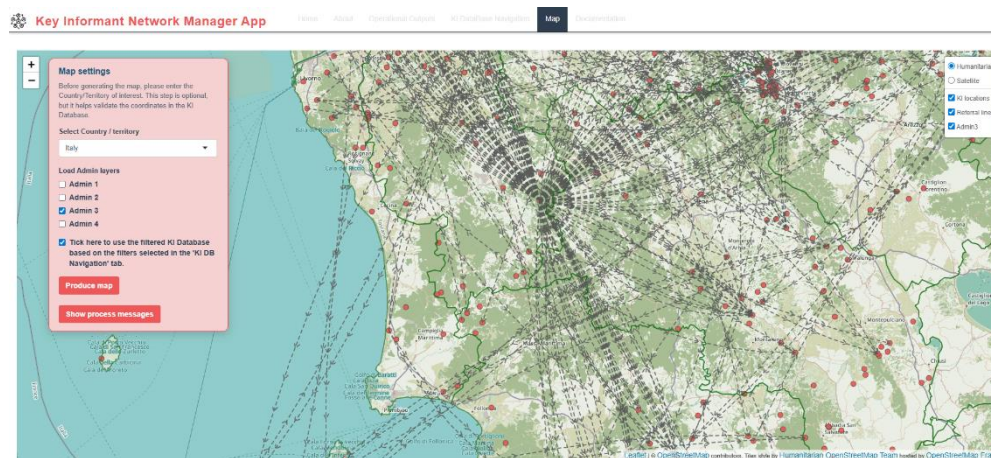
A.A. 2024/2025 - 17 aprile 2026

Dott. Gianluca Blaco

Supporto al processo decisionale nel settore umanitario attraverso il WebGIS: sviluppo di un'applicazione in R Shiny per la mappatura delle reti di informatori chiave

Sede di stage: GReD s.r.l. – Geomatics Research & Development s.r.l.

Gli Informatori Chiave o IC (Key Informants o KI) sono individui con una conoscenza diretta di specifiche comunità o contesti, in grado di fornire informazioni puntuali su un determinato settore o area geografica. In contesti umanitari, il loro contributo è essenziale per valutazioni rapide (Rapid Assessments) dei bisogni umanitari e per il supporto a processi decisionali basati su dati empirici (evidence-based decision-making). Ciò è particolarmente importante in contesti dove l'accesso a informazioni dirette è reso difficile da vincoli di sicurezza, logistica o ambientali.



Nonostante il significativo valore operativo delle informazioni fornite dagli Informatori Chiave nei contesti umanitari, la gestione delle reti di KI è caratterizzata da diverse criticità strutturali, tra cui la frammentazione dei dati disponibili, la loro difficile manutenzione e aggiornamento, l'assenza di

sistemi efficienti per tracciare l'attività dei KI nel tempo, e per proteggerne le informazioni sensibili. A ciò si aggiunge una debole integrazione con altri strumenti operativi usati nell'information management nel settore umanitario, oltre ad un utilizzo ancora limitato delle informazioni geografiche per l'analisi spaziale delle reti di KI.

Questa tesi affronta tali sfide progettando e sviluppando un'applicazione interattiva per la consolidazione, la protezione e la visualizzazione dei dati degli Informatori Chiave. Sviluppata in R utilizzando Shiny e le sue librerie spaziali, l'applicazione permette l'esplorazione interattiva e l'analisi spaziale delle reti di KI, consentendo di valutarne la copertura geografica e fornire una base per l'integrazione di tali informazioni con dati di telerilevamento, come indicatori ambientali o di rischio.

Con il passaggio da dataset frammentati e dal valore operativo limitato ad un sistema strutturato su una piattaforma interattiva, l'applicazione "Key Informant Network Manager" contribuisce a migliorare l'accessibilità, la protezione e l'interazione con i dati sugli Informatori Chiave, accentuandone l'operatività e l'integrazione con la dimensione spaziale a supporto della presa di decisioni in contesti umanitari.



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240



Dott. Gianmaria Brianese

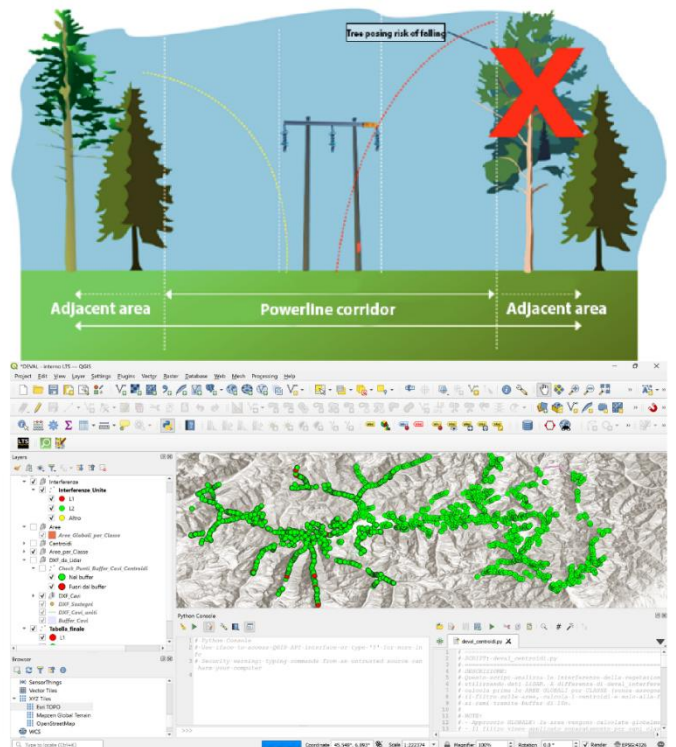
Vegetation Hazard Assessment in Power Lines: from LiDAR to GIS

sede di stage: LTS Land Technology & Services srl

Questo report documenta le metodologie e i risultati di due progetti incentrati sull'automazione della valutazione dei rischi legati alla vegetazione lungo i corridoi delle linee elettriche, condotti durante uno stage presso LTS Land Technology & Services S.r.l. Il lavoro affronta i limiti della tradizionale analisi GIS manuale, che è laboriosa, soggetta a errori dell'operatore e scarsamente scalabile su reti che si estendono per centinaia di chilometri.

Sono stati sviluppati due flussi di lavoro PyQGIS semi-automatizzati distinti per elaborare le caratteristiche dei punti di interferenza della vegetazione derivati dal LiDAR per due gestori di sistemi di distribuzione italiani. Il primo, applicato a una rete regionale di circa 550 km che attraversa un terreno prevalentemente pianeggiante, implementa una metodologia span-by-span in cui le caratteristiche dei punti di interferenza sono assegnate ai singoli span tramite un buffer euclideo di 6 m e Spatial Join con il predicato CONTAINS.

Il secondo, sviluppato per una rete di distribuzione alpina ramificata di circa 850 km, implementa un paradigma di analisi geospaziale basato sugli oggetti: circa 9,5 milioni di singole caratteristiche dei punti di interferenza sono aggregate in circa 6.500 oggetti discreti di "macchie" vegetative attraverso il clustering morfologico buffer-dissolve, che vengono poi assegnati a più rami della rete tramite uno Spatial Join uno-a-molti con il predicato INTERSECTS. Questo ha consentito una gestione robusta dei pericoli in zone di giunzione complesse.





Dott. Damiano Costa

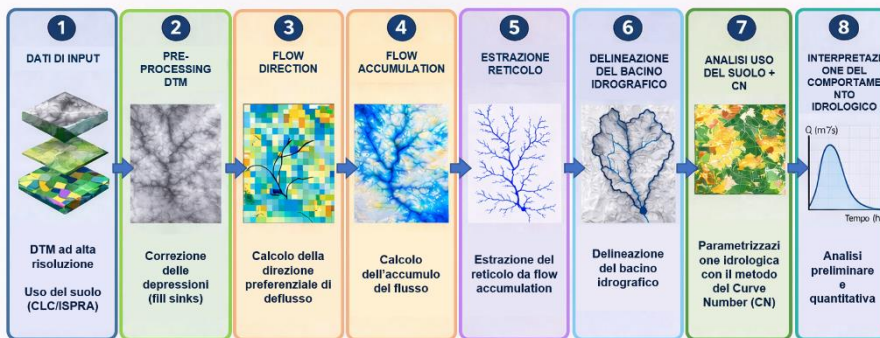
Analisi morfometrica su base DEM dei bacini idrografici per la gestione del rischio idrogeologico

sede di stage: IDRAN Ingegneria e Tecnologia S.r.l.

Il presente elaborato analizza il comportamento idrologico del bacino urbano di Tor Sapienza (Roma) mediante l'utilizzo di strumenti GIS, con particolare attenzione alla relazione tra morfologia del territorio, uso del suolo e dinamiche del deflusso superficiale.

ANALISI MORFOMETRICA SU BASE DTM DEI BACINI IDROGRAFICI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Flusso di lavoro per l'analisi morfometrica e idrologica del bacino di Tor Sapienza



OBIETTIVO FINALE

Individuare le aree a maggiore propensione all'accumulo e al deflusso superficiale per supportare la gestione del rischio idrogeologico in ambito urbano

L'area di studio è caratterizzata da un elevato grado di urbanizzazione, che ha determinato una significativa impermeabilizzazione del suolo e una conseguente alterazione dei processi idrologici naturali. In tali contesti, la ridotta capacità di infiltrazione e la presenza di superfici artificiali favoriscono un aumento del deflusso superficiale e una maggiore predisposizione a fenomeni di ristagno e allagamento, soprattutto in occasione di eventi meteorici intensi.

L'analisi è stata condotta a partire

da un Modello Digitale del Terreno (DTM), che rappresenta il dataset di base per la descrizione della morfologia del bacino. A partire dal DTM sono stati derivati i principali parametri morfometrici e idrologici, tra cui la direzione di flusso (flow direction) e l'accumulo di flusso (flow accumulation), mediante l'applicazione di algoritmi idrologici standard in ambiente GIS. Tali elaborazioni hanno consentito la delimitazione del bacino idrografico, l'individuazione del reticolo di drenaggio e l'analisi delle principali direttrici di deflusso superficiale.

Successivamente, l'analisi è stata integrata con i dati di uso del suolo (Regione Lazio, 2020), organizzati secondo una classificazione coerente con gli standard INSPIRE, al fine di valutare la distribuzione delle diverse coperture superficiali all'interno del bacino. Per ciascuna classe di uso del suolo sono stati analizzati i principali parametri morfometrici, quali pendenza e quota media, evidenziando le relazioni tra caratteristiche topografiche e distribuzione delle superfici.

L'integrazione con il parametro idrologico Curve Number (CN) ha permesso di stimare la risposta del bacino agli eventi di precipitazione, mettendo in relazione il grado di impermeabilizzazione del suolo con la capacità di generare deflusso superficiale.

I risultati ottenuti evidenziano una chiara relazione tra morfologia del territorio, uso del suolo e distribuzione del deflusso superficiale. In particolare, le aree a bassa pendenza e caratterizzate da un elevato grado di urbanizzazione



**UNIVERSITÀ
DI SIENA**
1240



risultano maggiormente predisposte a fenomeni di accumulo idrico e allagamento, mentre i settori a maggiore pendenza favoriscono la concentrazione e la rapida propagazione del deflusso lungo le principali linee di drenaggio.

Il confronto con la cartografia di pericolosità idraulica disponibile (ISPRA) ha evidenziato una buona coerenza tra le aree individuate come potenzialmente critiche e quelle classificate a maggiore rischio, confermando la validità dell'approccio adottato.

Nel complesso, l'approccio basato sull'integrazione tra analisi morfometrica, dati di uso del suolo e parametri idrologici rappresenta uno strumento efficace per l'analisi preliminare del rischio idrogeologico in ambito urbano. In prospettiva, i risultati ottenuti potranno essere ulteriormente sviluppati mediante l'integrazione con modelli idraulici bidimensionali (es. FLO-2D), al fine di simulare in modo più dettagliato la propagazione delle piene e quantificare parametri idraulici quali altezze idriche e velocità di flusso.



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240



Dott. Giacomo Garau

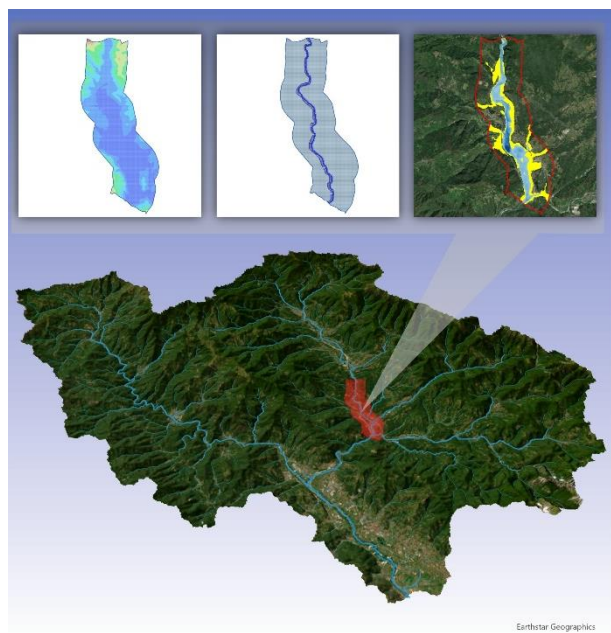
Modellazione idraulica mediante FLO-2D per l'analisi delle aree inondabili nel bacino del Fiume Magra

sede di stage: IDRAN Ingegneria e Tecnologia S.r.l.

L'elaborato ha come obiettivo l'analisi dei fenomeni alluvionali legati all'esonazione del fiume Magra in un tratto specifico all'interno del bacino, compreso tra i centri abitati di Aulla e Villafranca in Lunigiana, area caratterizzata da ricorrenti criticità idrauliche.

Lo studio si basa sulla simulazione di eventi di piena mediante la realizzazione di un modello idraulico bidimensionale sviluppato attraverso il software FLO-2D e sul confronto tra le mappe di allagamento ottenute e quelle di pericolosità e rischio definite dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di bacino dell'Appennino Settentrionale.

Nella prima parte viene fornito un inquadramento generale del bacino del Magra, descrivendone le principali caratteristiche geografiche, climatiche, idrografiche, geologiche e geomorfologiche, con riferimento alla sua evoluzione nel tempo.



Successivamente sono illustrate le procedure adottate per l'analisi idrologica del bacino, a partire dall'elaborazione di un modello digitale di elevazione del terreno e dall'estrazione del bacino e del reticolo idrografico in ambiente QGIS, finalizzate al calcolo dei principali parametri morfometrici.

La modellazione idraulica è stata eseguita considerando due differenti configurazioni: una che rappresenta esplicitamente il canale fluviale mediante una geometria semplificata e un'altra invece priva di tale elemento, al fine di valutare le differenze nella propagazione della piena.

Particolare attenzione è stata inoltre dedicata alla qualità dei dati altimetrici, evidenziando come eventuali errori nel modello digitale di elevazione possano incidere significativamente sui risultati della simulazione.

Il confronto tra le mappe di allagamento ottenute dai due modelli e quelle ufficiali del PGRA ha permesso di valutare la coerenza dei modelli e di individuare la configurazione più rappresentativa del comportamento idraulico del sistema fluviale, mettendo in evidenza il ruolo cruciale delle scelte metodologiche e della qualità dei dati nella modellazione dei fenomeni alluvionali.



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240

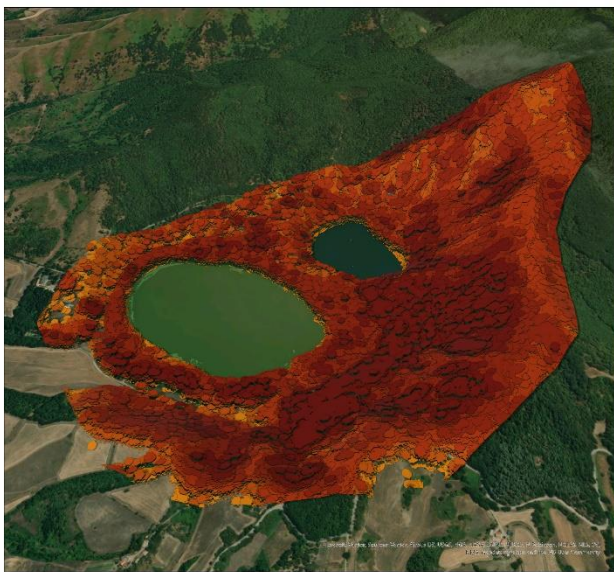


Dott. Tommaso Parenti

Estimazione della radiazione solare, focalizzando l'attenzione sull'impatto della topografia e delle features circostanti, utilizzando i dati LiDAR per ottimizzare le performance dei sistemi fotovoltaici flottanti

sede di stage: ENEA Laboratorio di Geomatica

La caratterizzazione della radiazione solare in possibili siti adatti per i fotovoltaici flottanti (FPV) dipende dalla considerazione sia degli effetti della topografia circostante sia della vegetazione sull'ombreggiamento. Questa ricerca indaga e confronta tre approcci metodologicamente differenti alla modellazione della radiazione solare utilizzando dati geospaziali derivati dal LiDAR, al fine di valutarne la capacità di quantificare la variabilità dell'insolazione sulle superfici di due laghi in Basilicata, Italia. La principale domanda di ricerca riguarda come la scelta della rappresentazione della superficie — cioè terreno nudo, superficie LiDAR di primo ritorno o modello esplicito di vegetazione 3D — influenzi la caratterizzazione della distribuzione spaziale delle risorse solari e l'entità dell'ombreggiamento della copertura vegetale.



Legend

Sono stati sviluppati e applicati in ArcGIS Pro tre modelli: un modello del terreno basato su DTM, un modello basato su DSM che utilizza il LiDAR di primo ritorno e un modello combinato costituito dal DTM più una copertura vegetale 3D multipatch derivata dal Modello Digitale di Superficie normalizzato (nDSM). Un confronto statistico su 23.028 pixel della superficie lacustre indica che, sebbene esista un accordo tra tutti e tre i metodi per quanto riguarda l'insolazione totale media annua ($\sim 1.235 - 1.265 \text{ Wh/m}^2$), essi differiscono sostanzialmente in termini di variabilità

spaziale e intensità dell'ombreggiamento. L'approccio DSM produce stime alte dell'ostruzione della copertura vegetale rispetto a quelle generate dal modello esplicito di vegetazione 3D, mentre, come previsto, il solo DTM le sottostima. Lo studio presenta quindi una procedura replicabile basata su LiDAR per lo sviluppo di modelli di vegetazione 3D negli studi sulla radiazione solare, che potrebbe essere impiegata nei contesti di valutazione dei siti FPV in cui l'accesso ai dati LiDAR grezzi non è disponibile.



UNIVERSITÀ
DI SIENA
1240

CGT
SAN GIOVANNI
VALDARNO

Dott. Corrado Vaccarella

Fotogrammetria digitale, BIM e gaussian splatting, per i rilievi di una cava delle Alpi Apuane

sede di stage: Centro di GeoTecnologie dell'Università di Siena – Laboratorio di Geomatica

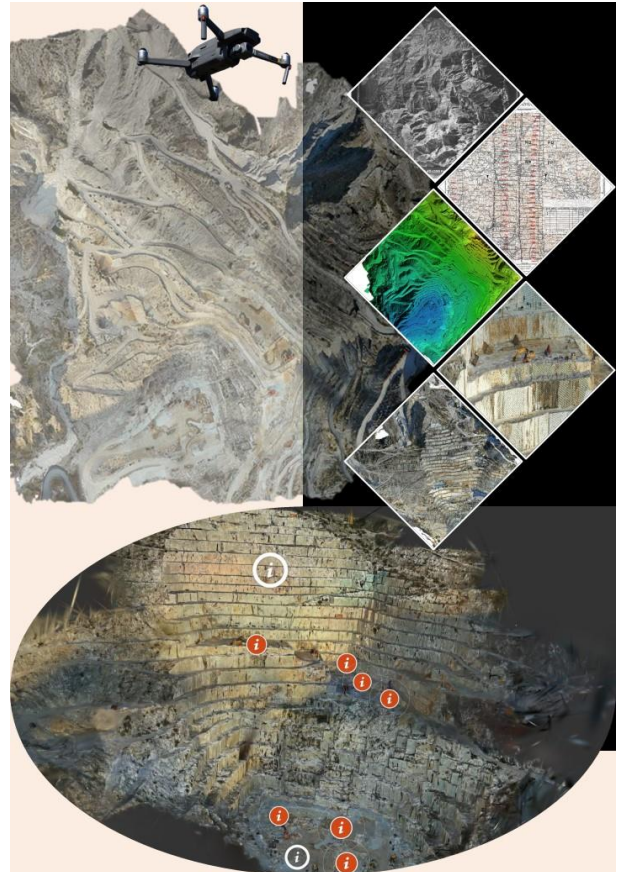
Le cave di marmo situate nel territorio di Carrara costituiscono tuttora una risorsa di primaria importanza per l'economia locale; il loro sfruttamento ha origini antiche, risalenti al II secolo a.C., in concomitanza con la fondazione della colonia romana di Luni.

La complessità e l'ampiezza del tema relativo alle attività estrattive in cava hanno indotto a introdurre, a fini esplicativi, una sintesi delle principali tipologie estrattive, evidenziandone l'evoluzione dall'epoca romana fino all'età contemporanea. In tale contesto, assume particolare rilevanza non solo l'analisi delle tecniche di estrazione, ma anche lo studio dei sistemi di trasporto impiegati per il trasferimento del materiale lapideo fino agli scali marittimi, condizione indispensabile per la sua commercializzazione.

Il marmo nei secoli ha inciso profondamente sulla trasformazione morfologica e paesaggistica dell'area delle Alpi Apuane. Al fine di delineare un quadro conoscitivo il più possibile completo delle dinamiche di sfruttamento, è stato consultato il patrimonio aerofotografico dell'Aerofototeca Nazionale (AFN). L'analisi delle numerose immagini afferenti ai fondi MAPRW, EIRA, AM e VB ha consentito di ricostruire, in chiave diacronica, l'evoluzione delle aree estrattive a partire dal secondo conflitto mondiale fino al 1962.

La parte centrale dell'elaborato è stata dedicata all'acquisizione e all'elaborazione di rilievi fotogrammetrici mediante droni, metodologia ampiamente consolidata per il rilevamento di dettaglio in contesti caratterizzati da limitata accessibilità. Tale attività è stata finalizzata alla determinazione dei volumi escavati nella cava ubicata nel bacino marmifero delle Alpi Apuane. Le operazioni di rilievo sono state condotte mediante l'integrazione di sistemi fotogrammetrici e tecnologie GNSS, utilizzate per la determinazione a terra dei Ground Control Points (GCP).

L'elaborazione dei dati fotogrammetrici è stata eseguita mediante software Structure from Motion (SfM), affiancati da strumenti open source per il calcolo volumetrico, quali CloudCompare. Al fine di validare i risultati ottenuti e di esplorare ulteriori approcci metodologici per il calcolo dei volumi estrattivi, in un'ottica di integrazione all'interno di un workflow di gestione del ciclo di vita della cava, sono stati inoltre impiegati metodologie BIM per una eventuale revisione e coordinamento dei dati all'interno di un ambiente di condivisione (ACDat).





**UNIVERSITÀ
DI SIENA**
1240



Considerata la frequente indisponibilità, da parte della committenza, di strumenti hardware e software adeguati alla verifica e validazione dei prodotti digitali, si è ritenuto opportuno proporre, in via sperimentale, l'impiego della tecnica del Gaussian Splatting per la generazione di modelli tridimensionali navigabili e interrogabili tramite hotspot. Tale soluzione si configura come particolarmente efficace nel rendere i contenuti accessibili anche a utenti non specialisti, favorendo una più ampia fruizione delle informazioni.