



Decongestionare il traffico e diminuire la pericolosità dell'asse stradale in Piemonte

STUDI GEOLOGICI PER LA PROGETTAZIONE DEL NUOVO COLLEGAMENTO LOMBARDORE-FRONT DELLA EX S.S. 460

Tecnologie & Sistemi

Davide Agnella* - Paolo Perello*
Massimo Spanò* - Ilaria Stringa*
Riccardo Torri* - Sabrina Bergese**
Elena Lanzarotti** - Dario Masera***

La Provincia di Torino, a seguito del ricevimento delle competenze per la gestione della S.S. n° 460 - già di competenza ANAS - ha sviluppato un quadro strategico di pianificazione territoriale della viabilità nell'area del basso e medio Canavese. L'obiettivo è stato quello di decongestionare il traffico e di diminuire la pericolosità dell'asse stradale tra Lombardore e Pont Canavese (TO), di fondamentale importanza e quotidianamente utilizzato da numerosi mezzi leggeri e pesanti.

Lunghezza totale (km)	9,1
Quota massima (m s.l.m.)	226
Quota minima (m s.l.m.)	287
Lunghezza totale dei tratti in rilevato (km)	2,1
Numero di roatorie	6
Numero di attraversamenti	4
Principali elementi dell'opera in progetto (da Sud a Nord; cfr. Figura 2):	
1. rotonda di innesto sulla S.S. n° 460 di Ceresole;	
2. tratto curvilineo comprendente l'attraversamento del Rio Magliasse, e successivo tratto rettilineo;	
3. rotonda comprendente la realizzazione del raccordo con il ponte di Riva Rossa sul Torrente Malone;	
4. tratto rettilineo sino alla confluenza Rio Torto-Torrente Malone e successivo tratto curvilineo in cui il tracciato viene disposto su una direzione tale da poter attraversare con l'angolo migliore il Rio Torto;	
5. tratto caratterizzato da blande curvature con raggi molto elevati che permettono al tracciato di risalire un terrazzo fluviale (altezza circa 5 m), di seguirne il ciglio della scarpata e di affrontare con l'angolo migliore l'attraversamento del rio Manesco e del suo tributario in sinistra idrografica;	
6. tratto curvilineo che permette al tracciato di disporsi su una direzione (NW-SE) tale da ricollegarsi alla rete stradale esistente;	
7. rotonda ubicata al margine del terrazzo che permette il collegamento con l'attraversamento della piana alluvionale del Malone (sviluppato in un altro progetto);	
8. tratto rettilineo, con rotonda di collegamento con la S.P. n° 35 per Favria;	
9. tratto curvilineo col quale il tracciato si innesta sulla S.P. n° 13 in direzione di Busano e una rotonda finale di collegamento con le strade comunali.	

Tabella 1 - Le caratteristiche generali dell'opera in progetto, collocato in sinistra idrografica del Torrente Malone

Il quadro strategico

Nell'ambito del quadro strategico si colloca la realizzazione di un nuovo collegamento stradale Lombardore-Front, della lunghezza di circa 9 km - descritto in Tabella 1 - collocato in sinistra idrografica del Torrente Malone (Figura 2) e coinvolgente i territori comunali di Favria, Front, Riva Rossa e, marginalmente, Bu-



Figura 1 - L'ubicazione dell'area in esame

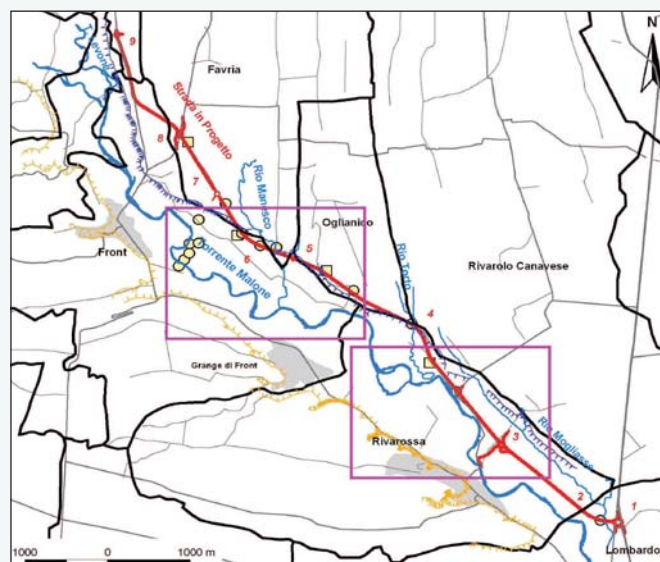


Figura 2 - La corografia dell'opera in progetto (linea rossa); i numeri rossi fanno riferimento alla descrizione riportata in Tabella 1: in grigio è indicata la viabilità esistente, in nero i limiti comunali, in azzurro l'idrografia, in blu la scarpata del terrazzo rissiano, in arancione la scarpata del terrazzo della Vauda; i pallini gialli indicano la posizione dei sondaggi geognostici, i quadrati gialli quella dei pozzetti esplorativi, i due riquadri viola indicano la posizione degli stralci della carta della dinamica fluviale (a Sud) e della carta idrogeologica (a Nord)



Il **Terrazzo della Vauda** è l'unità più occidentale ed è delimitata verso Nord-Est da una scarpata con andamento medio NW-SE, alta fino a 50 m, incisa ad opera del Torrente Malone e dai rii minori a decorso E-W che isolano lembi terrazzati del conoide. Si tratta di una scarpata stabile, non soggetta a fenomeni erosivi da parte dei corsi d'acqua. limi argillosi e argille limose con subordinate intercalazioni di sabbie fini, con diffusi resti vegetali (Villafranchiano Inf. Auct.?).

La **Fascia di conoidi alluvionali** dei rii minori si estende in corrispondenza del raccordo tra la piana alluvionale del Torrente Malone, e l'alto terrazzo della Vauda. Si tratta di conoidi generati da rii che drenano bacini di dimensioni mediamente modeste: conseguentemente l'attività deposizionale di tali rii è concentrata soprattutto nel settore apicale dell'apparato di conoide, mentre le porzioni più distali possono essere interessate solo marginalmente da fenomeni deposizionali di bassa o molto bassa energia.

La **Piana alluvionale** è l'unità che contiene l'alveo del torrente Malone e la sua zona di esondazione ed è delimitata da due scarpate a medesima orientazione (NW-SE) appartenenti probabilmente al medesimo ordine di terrazzi. La dinamica fluviale del Torrente Malone si è sviluppata all'interno di questa fascia attraverso un susseguirsi di cicli ora erosionali ora deposizionali.

Il **Terrazzo rissiano** è l'unità posta verso il margine Nord-orientale dell'area in studio: è separata dalla piana alluvionale da una scarpata potente circa 5 m, a direzione media NW-SE, che corre parallelamente al limite dell'area rilevata, notevolmente rimodellata. Il terrazzo si presenta come una superficie a pendenza abbastanza uniforme debolmente inclinata verso SSE, la quale si raccorda verso NNW alla fascia collinare delle prealpi canavesane.

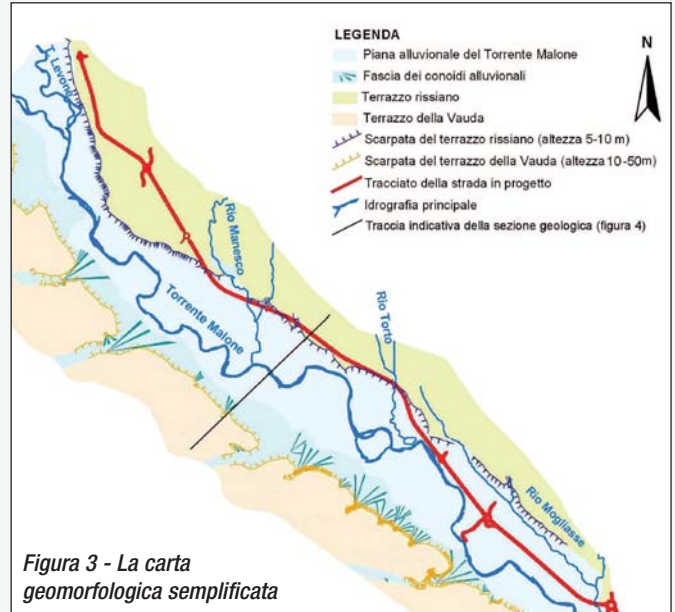


Figura 3 - La carta geomorfologica semplificata

Tabella 2 - Gli elementi geomorfologici del progetto

sano, Lombardore, Oglianico e Rivarolo Canavese. La SEA Consulting Srl è stata incaricata dalla Provincia di Torino di eseguire gli studi geologici connessi alla progettazione di tale collegamento. Durante lo sviluppo di tale progetto è emersa principalmente la necessità di minimizzare l'impatto dell'opera:

- ◆ sulle attività agricole di pregio, ampiamente diffuse nella zona;
- ◆ sull'evoluzione del reticolo idrografico, sede di importanti fenomeni di esondazione durante gli ultimi eventi alluvionali e localmente utilizzato a scopi irrigui, e viceversa del reticolo sull'opera;
- ◆ sugli ecosistemi pregiati presenti nell'area, caratterizzati da zone umide sedi di nidificazione da parte di specie protette.

L'inquadramento geomorfologico

Nell'ambito del lavoro è stato condotto un rilevamento geomorfologico, in scala 1:10.000, integrato dall'esame delle foto aeree relative a diversi voli. Sulla base dello studio sono stati riconosciuti gli elementi geomorfologici riportati in Tabella 2 e in Figura 3.

Gli studi geologici

L'assetto litostratigrafico lungo il tracciato (Tabella 3 e Figura 4) è stato ricostruito mediante l'esecuzione e l'interpretazione di quattordici sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo (profondità tra 10 e 40 m, eseguiti dalla Sondaco Srl; in ogni foro sono state eseguite prove SPT ogni 3 m) e quattro pozzetti esplorativi (profondità 2-3 m, realizzati dalla Provincia di Torino).

Descrizione delle unità stratigrafiche presenti nell'area interessata dal progetto (Figura 4) e relativi parametri geotecnici (c = coesione; ϕ = angolo di attrito interno; γ = peso di volume)

V1	Limi argillosi e argille limose con subordinate intercalazioni di sabbie fini, con diffusi resti vegetali (Villafranchiano Inf. Auct.?)	$c = 0,2/0,3 \text{ kg/cm}^2$; $20^\circ < \phi < 25^\circ$; $\gamma = 1.800/2.000 \text{ kg/m}^3$
V2	Alternanze decimetrico-metriche di livelli sabbioso-limosi contenenti talvolta livelli a ciottoli in matrice sabbiosa (Villafranchiano Sup. Auct.?). La porzione più superficiale di questa unità litostratigrafica è costituita da un orizzonte caratterizzato da intensa argillificazione di clasti e matrice (M_2), di potenza molto variabile	$c = 0/0,1 \text{ kg/cm}^2$; $30^\circ < \phi < 40^\circ$; $\gamma = 1.800/2.100 \text{ kg/m}^3$. Porzione superficiale: $c = 0,2/0,3 \text{ kg/cm}^2$; $22^\circ < \phi < 24^\circ$; $\gamma = 1.700/1.800 \text{ kg/m}^3$
M1	Depositi alluvionali del conoide della Stura di Lanzo (Mindel Auct.): ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa, alternati a subordinati livelli sabbiosi. Il tetto di questi depositi è caratterizzato da suoli evoluti di potenza circa 5 m in cui i ciottoli non sono quasi più riconoscibili a causa dell'elevata argillificazione (M_2)	$c = 0/0,1 \text{ kg/cm}^2$; $30^\circ < \phi < 40^\circ$; $\gamma = 1.800/2.100 \text{ kg/m}^3$. Porzione superficiale: $c = 0,2/0,3 \text{ kg/cm}^2$; $22^\circ < \phi < 24^\circ$; $\gamma = 1.700/1.800 \text{ kg/m}^3$
R	Ciottoli immersi in matrice sabbiosa, alternati a subordinati livelli sabbioso-limosi (Riss Auct.). Sono frequenti fenomeni di alterazione ed argillificazione	$c = 0 \text{ kg/cm}^2$; $30^\circ < \phi < 45^\circ$; $\gamma = 1.800/2.000 \text{ kg/m}^3$. Lenti argillose: $c = 0,4-0,5 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 20-22^\circ$; $\gamma = 1.900-2.000 \text{ kg/m}^3$
Or	Depositi alluvionali recenti, legati alle fasi di deposizione dei rii minori, che incidono il conoide dello Stura di Lanzo: ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa con subordinata frazione limoso-argillosa, alternati a livelli sabbiosi o limosi. Parte dei ciottoli e della matrice si presenta fortemente argillificata, perché derivante dallo smantellamento dei depositi tipo M_1	$c = 0 \text{ kg/cm}^2$; $30^\circ < \phi < 45^\circ$; $\gamma = 1.800/2.000 \text{ kg/m}^3$. Lenti argillose: $c = 0,4-0,5 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 20-22^\circ$; $\gamma = 1.900-2.000 \text{ kg/m}^3$
Om	Depositi alluvionali recenti legati alle fasi di esondazione del Torrente Malone: ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa alternati a subordinate lenti di sabbie e a limi \pm argillosi; ricoperti da un suolo poco evoluto di spessore ridotto	$c = 0 \text{ kg/cm}^2$; $35^\circ < \phi < 45^\circ$; $\gamma = 1.800/2.000 \text{ kg/m}^3$
Od-c	Depositi detritico-colluviali: ciottoli immersi in matrice sabbioso-limoso-argillosa	$c = 0/0,1 \text{ kg/cm}^2$; $27^\circ < \phi < 30^\circ$; $\gamma = 1.600/1.800 \text{ kg/m}^3$
Omo	Alternanze di depositi alluvionali e depositi limoso-argillosi, ricchi in materia organica: affioranti lungo alvei dei rii minori e lungo alcuni paleoalvei del Malone, presentano potenza pari a 2-4 m; sono legati a zone sedi di ristagni acquitrinosi (non presente in figura)	$c = 0/0,1 \text{ kg/cm}^2$; $20^\circ < \phi < 30^\circ$; $\gamma = 1.600/1.800 \text{ kg/m}^3$. Sabbie limose: $c = 0-0,1 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 28-30^\circ$; $\gamma = 1.800/2.000 \text{ kg/m}^3$
Oma	Depositi alluvionali attuali interni agli alvei delle piene stagionali: ciottoli in matrice ghiaioso-sabbiosa non ricoperti da suolo, con locali lenti di sabbie medio-fini	$c = 0 \text{ kg/cm}^2$; $35^\circ < \phi < 45^\circ$; $\gamma = 1.800/2.000 \text{ kg/m}^3$

Tabella 3 - Le caratteristiche geologiche dell'area interessata dal progetto

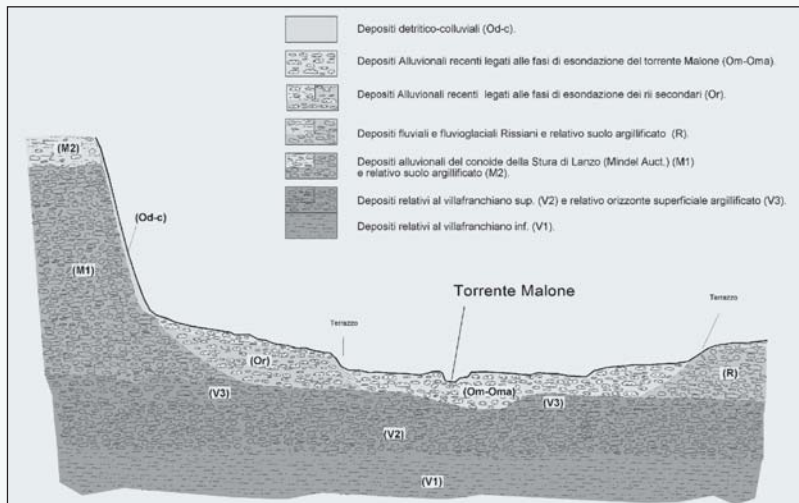


Figura 4 - Lo schema semplificato dei rapporti geometrici tra le diverse unità litostratigrafiche

Nell'area indagata sono presenti depositi villafranchiani (V₁, V₂ e V₃) ferrettizzati nella parte superficiale, affioranti solo lungo alcuni tratti dei corsi d'acqua principali; su di essi appoggiano, a Sud-Ovest, i depositi del conoide della Stura di Lanzo, costituenti l'altopiano della Vauda (M₁ e M₂), e a Nord-Est i depositi alluvionali attribuibili al Riss (R). In questo contesto si è impostato il Torrente Malone che, con i suoi episodi erosionali e deposizionali, ha ridisegnato la morfologia dell'area incidendo le scarpate che bordano il Terrazzo della Vauda e il Terrazzo Rissiano e deponendo tra esse i suoi sedimenti (O_m).

Durante l'esecuzione dei sondaggi e dei pozzetti esplorativi sono stati prelevati campioni di terreno - indisturbati e non - sui quali sono state realizzate ventiquattro analisi granulometriche, tredici determinazioni dei limiti di Atterberg, sette prove di taglio e sette prove edometriche. I risultati hanno permesso di fornire indicazioni quantitative relative alla capacità portante e all'eventuale occorrenza di cedimenti dei terreni di fondazione.

Lo studio sulla dinamica fluviale

Il progetto interessa un ampio settore della piana alluvionale del Torrente Malone: pertanto è stata effettuata un'analisi della dinamica fluviale di questo corso d'acqua negli ultimi cinquant'anni, al fine di definire la sua area di mobilità e le aree potenzialmente soggette a fenomeni erosivi nei prossimi cinquant'anni e di supportare la progettazione delle opere di difesa idraulica.

Lo studio della dinamica fluviale degli ultimi cinquant'anni è stato eseguito utilizzando una metodologia fondata sull'analisi multitemporale (Agence de l'Eau Rhone Méditerranée-Corse, 1998). Questa è stata realizzata utilizzando la seguente documentazione:

- ◆ tavolette IGM (1954);
- ◆ foto aeree della Provincia di Torino (1964, 1975 e 1997);
- ◆ CTR della Regione Piemonte (1991);
- ◆ nuove foto aeree della Provincia di Torino (2002).

Inizialmente sono stati individuati i canali di deflusso contenenti gli alvei di piena ordinaria del Malone ("fullbanks") relativi a ciascuna delle sei finestre temporali analizzate: l'involuppo di questi fullbanks ha portato alla delimitazione dell'area di divagazione storica, intesa come l'area all'interno della quale è migrato l'alveo di piena ordinaria del corso d'acqua ("fullbank") durante il periodo di riferimento di cinquant'anni.

In corrispondenza dei punti ove è stata individuata una chiara tendenza evolutiva planimetrica, intesa come tendenza del corso d'acqua a variare l'andamento del proprio alveo di piena stagionale attraverso fenomeni erosivo-deposizionali (per esempio la progressiva accentuazione nel tempo delle anse di meandro), l'analisi svolta ha permesso di fornire delle valutazioni in merito a possibili e probabili sviluppi di tale tendenza per i prossimi cinquant'anni.

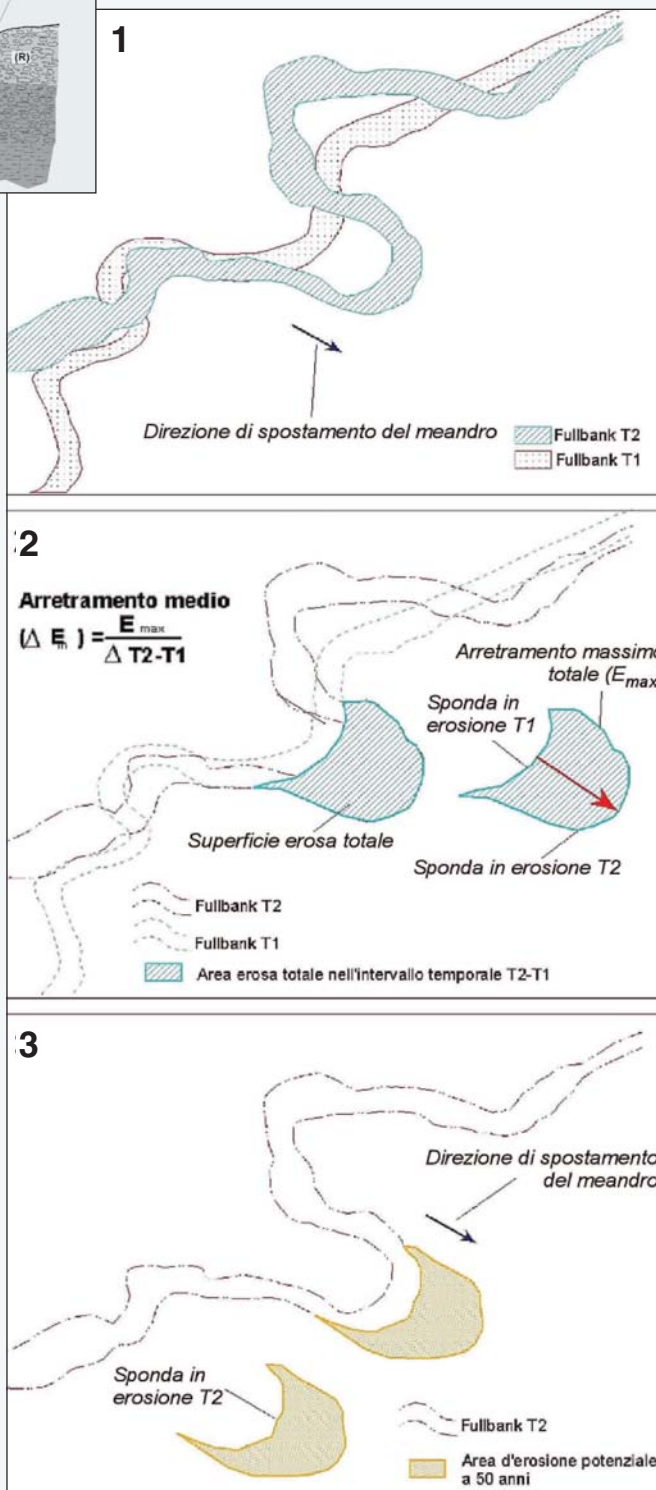


Figura 5 - La determinazione delle aree ad erosione potenziale laterale

Successivamente sono state individuate le aree soggette ad erosione potenziale laterale del corso d'acqua nell'eventualità di nuovi eventi di piena significativi a lungo termine, definite secondo l'approccio proposto dall'Agence de l'Eau Rhone Méditerranée-Corse (1998), mediante i seguenti step (Figura 5):

- ◆ individuazione dei tratti d'alveo interessati da una tendenza evolutiva planimetrica recente, definita sulla base della divagazione storica, mediante sovrapposizione cartografica della traccia del fullbank attuale (fullbank T2) con quelle di rilievi pregressi disponibili (fullbank T1);
- ◆ determinazione dell'arretramento massimo della linea di sponda nell'intervallo temporale considerato per ogni situazione significativa e dell'arretramento medio annuo della linea di sponda definito come rapporto tra l'arretramento massimo e l'intervallo temporale considerato;
- ◆ rappresentazione cartografica delle aree soggette ad erosione potenziale laterale per i prossimi cinquant'anni tenendo conto, oltre che dell'arretramento annuo della linea di sponda, della possibilità di evoluzione legata a cambiamenti di percorso del corso d'acqua (attivazione di alvei secondari e alvei abbandonati, tagli di meandro), di fenomeni di "disturbo" determinati dall'eventuale presenza di opere di difesa costruite dopo l'ultimo rilievo disponibile, della presenza di costruzioni laterali naturali (eventuali affioramenti di substrato non erodibili nell'arco temporale considerato) e della presenza di vegetazione stabilizzante.

L'inviluppo dell'area di divagazione storica, delle aree di erosione potenziale a cinquant'anni e delle aree caratterizzate da vegetazione tipica ripariale (Figura 6) ha portato alla delimitazione dell'area di mobilità di pertinenza del Torrente Malone attuale e per i prossimi cinquant'anni. Il tracciato della strada in progetto non interseca tale area, pur essendo molto vicino ad essa in alcuni tratti.

I risultati dello studio hanno permesso di definire le tratte in cui l'opera è inserita in contesti erosivi particolarmente critici e in cui sono quindi necessari adattamenti di tracciato e/o la predisposizione di accorgimenti progettuali per evitare danni all'opera (difese spondali, ecc.).

Lo studio idrogeologico

Il tracciato in progetto attraversa una zona con falda freatica molto superficiale, talora affiorante, localizzata ai piedi della scarpata del terrazzo rissiano, che a causa delle sue peculiarità ambientali è stata inserita tra i Siti di Interesse Comunitario (SIC; Figura 7).

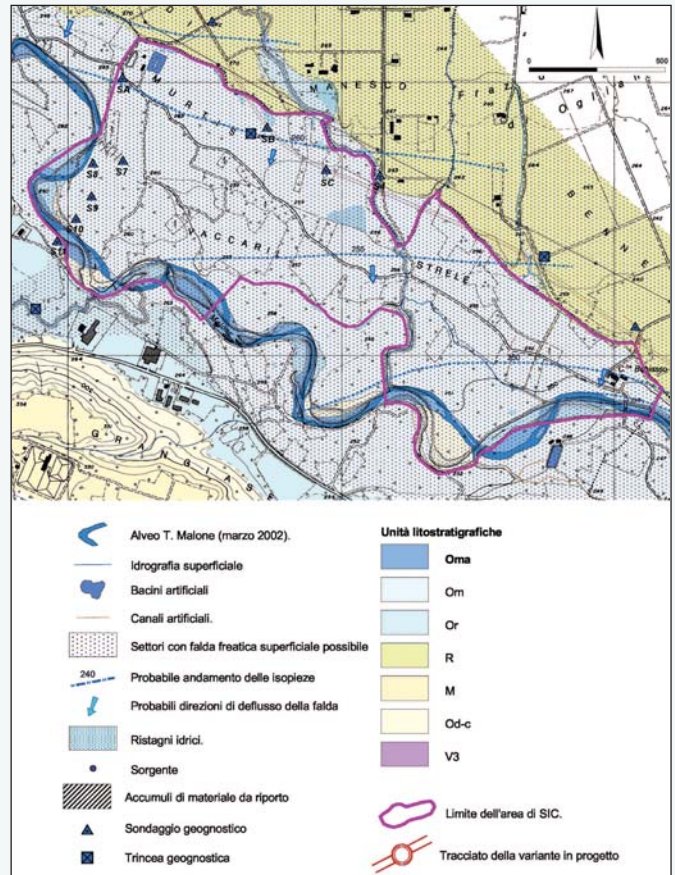


Figura 7 - Lo stralcio della carta geologica-idrogeologica e litotecnica con individuazione dell'area del SIC

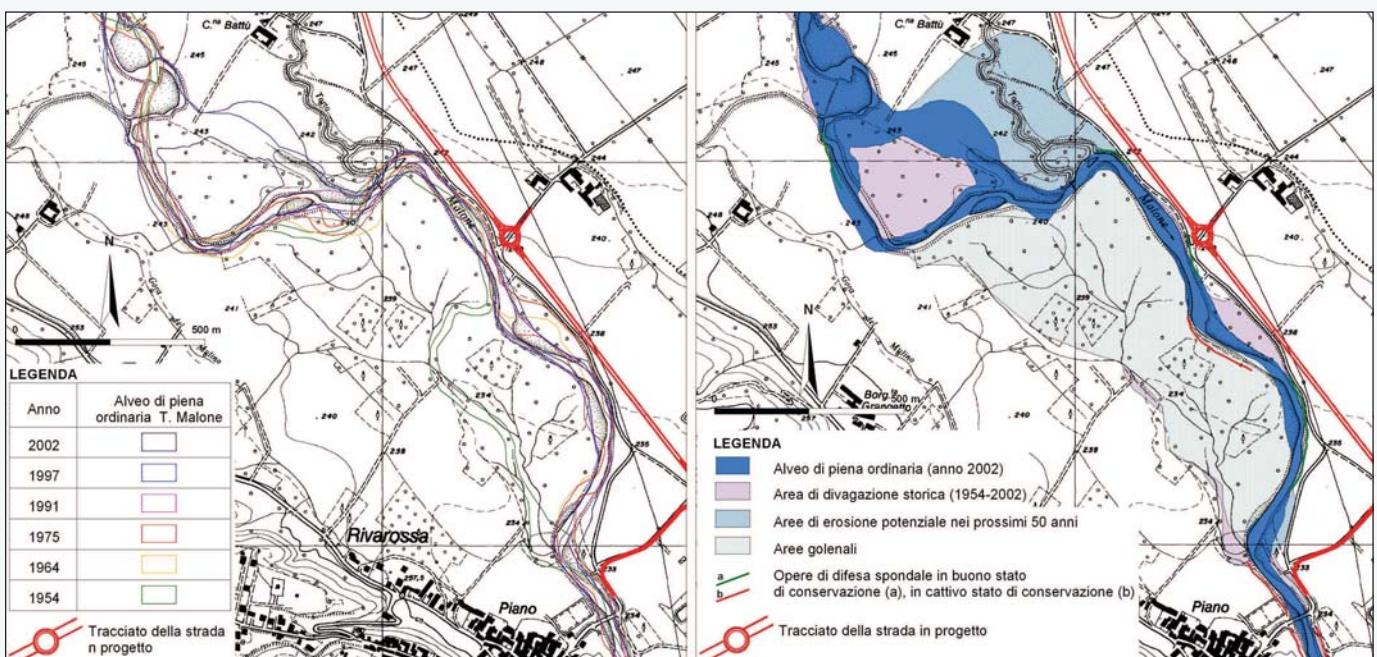


Figura 6 - Gli stralci della carta dell'evoluzione dell'alveo di piena stagionale (a sinistra) e dell'area di mobilità a destra del Torrente Malone

All'interno di quest'area il peso del rilevato stradale, di altezza compresa tra 4 e 6 m, può alterare il livello della falda per compattazione dei livelli fini, generando ripercussioni anche gravi sulla fauna peculiare presente nell'area del SIC.

Prima di procedere alle fasi progettuali successive è stato quindi necessario quantificare le possibili variazioni indotte dalla costruzione del rilevato sulla falda freatica. E' stata quindi intrapresa una nuova campagna di indagini specifica finalizzata a realizzare un modello numerico per la valutazione delle interferenze.

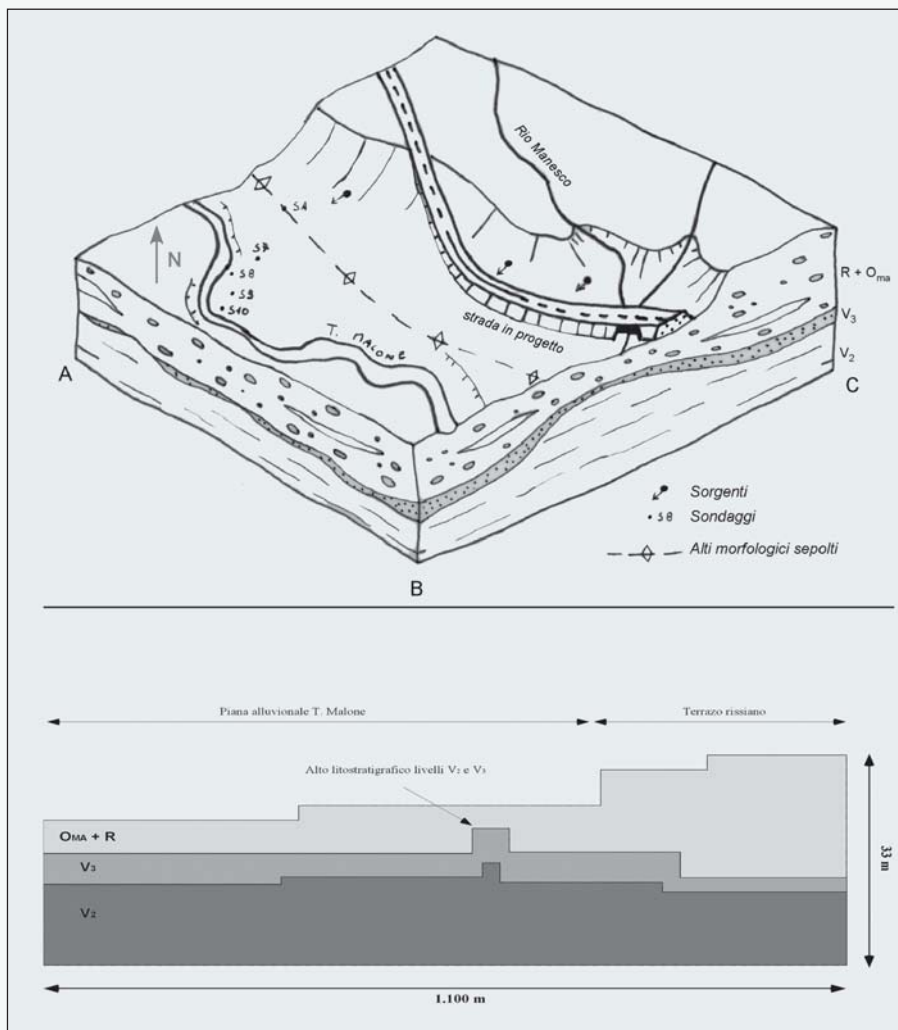


Figura 8 - In alto, il block diagram schematico rappresentativo del modello concettuale stratigrafico per l'area di interesse; in basso, il modello concettuale bidimensionale della sezione BC

A seguito della realizzazione dei sondaggi di prospezione è stato formulato un modello geologico tridimensionale (Figura 8), che prevede la presenza di un alto morfologico dei livelli poco permeabili V_2 e V_3 che si sviluppa con asse NW-SE nella zona compresa tra il piede del terrazzo rissiano e il corso del Torrente Malone:

- ◆ livello 1: ciottoli centi-decimetri in abbondante matrice ghiaioso sabbiosa e sabbiosa ($O_{MA}-O_M$ e R);
- ◆ livello 2: ghiaie più o meno argillificate (V_3);
- ◆ livello 3: sabbie con livelli limoso - sabbiosi e limosi (V_2).

Sono state quindi quantificate le variazioni dei parametri idrodinamici (porosità e conducibilità idraulica) in relazione ai cedimenti indotti dal peso del rilevato sui depositi alluvionali recenti del Torrente Malone (O_M-O_{MA}), sui depositi sabbiosi (V_2) e sull'orizzonte

ghiaioso-sabbioso argillificato (V_3). Per affinità, i depositi fluviali e fluvioglaciali rissiani sono stati considerati da un punto di vista idrodinamico simili ai depositi alluvionali recenti del Torrente Malone. La simulazione del comportamento della falda è stata eseguita mediante un calcolo tridimensionale su un'area quadrata di 2 km di lato, utilizzando il modulo a differenze finite Modflow e analizzando celle cubiche di 25 m di lato. Nell'intorno dell'area in cui è prevista la collocazione del rilevato, la maglia è stata raffinata considerando celle di dimensione 25/3 m. La simulazione è stata effet-

tuata in regime permanente (steady state flow). Una sezione esemplificativa del modello concettuale inserito in Modflow è visualizzata in Figura 8.

La realizzazione del rilevato determina cedimenti del terreno di fondazione tali da indurre una diminuzione della porosità e quindi della conducibilità idraulica. Nella Tabella 4 sono indicati i valori di porosità e di conducibilità idraulica originali e quelli ottenuti sulla base dei cedimenti calcolati per le diverse unità litostratigrafiche: è possibile notare che le variazioni sono estremamente ridotte.

Ciò è ragionevole, in quanto i terreni di fondazione hanno caratteristiche geotecniche relativamente buone, soprattutto quelli localizzati in posizione più superficiale che assorbono la maggior parte della deformazione.

Da queste prime considerazioni appare immediatamente evidente che, poiché il rilevato non induce consistenti variazioni nelle caratteristiche dei terreni di fondazione, esso dovrebbe perturbare in maniera molto ridotta il deflusso sotterraneo.

L'applicazione del modulo di calcolo in regime permanente prima in condizioni indisturbate e dopo simulando la presenza delle opere di progetto, ha evidenziato una variazione della falda freatica minima o quasi nulla: l'entità delle variazioni non supera qualche centimetro e si nota un lieve ma generale innalzamento della falda freatica sia a monte sia a valle del rilevato.

Tale variazione non è significativa ai fini della nidificazione delle specie protette presenti nell'area del SIC; pertanto la realizzazione del rilevato è compatibile con le caratteristiche ambientali e non necessita di interventi di mitigazione del rischio.

Tale variazione non è significativa ai fini della nidificazione delle specie protette presenti nell'area del SIC; pertanto la realizzazione del rilevato è compatibile con le caratteristiche ambientali e non necessita di interventi di mitigazione del rischio.

Unità litostratigrafica		O_{MA}	V_3	V_2
Prima	Porosità originale (%)	12,19	17,68	27,03
	Conducibilità idraulica originale K (m/s)	4,59E-05	2,24E-05	5,00E-06
Cedimenti indotti dal rilevato (calcolati, cm)		0,49	0,55	2,26
Dopo	Porosità calcolata a seguito dei cedimenti (%)	12,12	17,54	26,89
	Conducibilità idraulica calcolata a seguito dei cedimenti (m/s)	4,52E-05	2,18E-05	4,93E-06

Tabella 4 - Il confronto tra i valori di porosità e di conducibilità idraulica prima e dopo i cedimenti calcolati indotti dal rilevato



Conclusioni

Per quanto concerne le possibili interferenze della dinamica fluviale del Torrente Malone sul tracciato in progetto lo studio ha evidenziato che alcune delle tratte localizzate nella piana alluvionale possono presentare interferenze con la dinamica evolutiva del corso d'acqua, e in particolare la tratta denominata "4" in Figura 2: ai Progettisti è stato quindi fornito un supporto nel determinare le soluzioni ottimali per minimizzare i rischi in questo tratto.

Nel resto del tracciato lo studio realizzato ha permesso di ottenere una validazione dell'allineamento prescelto mediante un criterio oggettivo. Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, gli studi eseguiti indicano, anche in questo caso mediante un criterio oggettivo, che le opere in progetto non potranno influenzare in maniera rilevante i sistemi di flusso sotterraneo.

Gli studi effettuati hanno permesso di fornire ai Progettisti una descrizione dettagliata dei terreni di fondazione del rilevato e delle opere in progetto tratta per tratta, distinguendo tra i terreni presenti ad una profondità compresa tra 0 e 4 m e terreni presenti ad una profondità compresa tra 4 e 10 m, fornendo i relativi parametri geotecnici; inoltre sono state segnalate le tratte con posizione della falda freatica superficiale. ■

* *Ingegnere Geologo di Sea Consulting Srl*

** *Ingegnere del Servizio Progettazione ed Esecuzione Interventi Viabilità II della Provincia di Torino*

*** *Ingegnere e Dirigente del Servizio Progettazione ed Esecuzione Interventi Viabilità II della Provincia di Torino*

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Agence de l'Eau Rhone Méditerranée-Corse (Bassin Rhone Méditerranée-Corse. Guide technique n° 2 "Détermination de l'espace de liberté de cours d'eau", Novembre 1998).
- [2]. D. Agnella (2004) - Area di divagazione potenziale di un corso d'acqua - Interpraevent 2004 (sessione poster).
- [3]. A. Billard (1973) - Le Ferretto, sol des interglaciaires Villafranchiens. Enseignement tiré de l'étude des hautes et moyennes terrasses de la Stura di Lanzo (Piemonte) Trav. Lab. Geogr. Phys., Univ. Paris 1, 65-81.
- [4]. G. Bonsignore, G. Bortolami, G. Elter, A. Montrasio, F. Petrucci, U. Ragni, R. Sacchi, C. Sturani, E. Zanella (1969) - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, Foglio 56 & Note illustrative.
- [5]. G. Bortolami, B. Maffeo, V. Maradei, B. Ricci, F. Sorzana (1976) - Lineamenti di litologia e geoidrologia del settore piemontese della Pianura Padana. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 28, 1.
- [6]. J. Hansen Brinch (1970) - A revised and extended formula for bearing capacity. Bull. Danish Geotechnical Institute, Copenhagen n° 28.
- [7]. F. Carraro, F. Petrucci (1969) - Carte géologiques de la Plaine du Piémont à l'Echelle de 1:400.000. Etudes dans le quaternaire du monde. VIII INQUA (Paris, 1969), M. Amélot, Brionne.
- [8]. E. Cerchio, G.B.L. Coccolini, A. Fornelli, L. Fozzati, D. Tropeano (1990) - Per un'archeologia forestale in Piemonte - il giacimento "Villafranchiano" della Stura di Lanzo (Villanova-Nole Canavese, Torino). Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte, 9.
- [9]. Regione Piemonte: Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi sede di Torino (1998); Informazioni residenti.