

COMUNE DI NOLE



PROVINCIA DI TORINO

**LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL
TORRENTE STURA DI LANZO NEI COMUNI DI
LANZO T.SE, BALANGERO, MATHI, CAFASSE
VILLANOVA C.SE E NOLE - 2° LOTTO**

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA**

ELABORATO : **0.4 - 0.5**

DATA : Luglio 2014

COMMITTENTE:
COMUNE DI NOLE
Via Torino, 127 - 10076 Nole (TO)
info@comune.nole.to.it
Tel. 011.9299711

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Arch. Fabrizio ROCCHIETTI

VISTO PROTOCOLLO:

PROGETTO:
ARCHINGEO Srl
Via Monte Angiolino, 2 - 10074 Lanzo T.se
archingeo@archingeoengineering.it
Tel/fax 0123.28716

Collaborazioni specialistiche:
Dott. Geol. Alessandro BIGLIA

PROGETTISTA:
Ing. MARCHETTO Fabrizio

REVISIONI

N°	Data	Motivo della revisione

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

COMUNE DI NOLE CANAVESE

Opere di difesa spondale sul Fiume Stura di Lanzo

Relazione geologica e geotecnica

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	3
3. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE	5
3.1. IL MODELLO GEOLOGICO (§ 6.2.1 NTC08)	9
4. NOTE SULLA "FORESTA FOSSILE"	13
5. CARATTERI IDROGRAFICI DEL CORSO D'ACQUA	16
6. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO ED ANALISI DEI DISSESTI	18
7. IL MODELLO GEOTECNICO (§ 6.2.1 NTC08)	19
8. STABILITÀ DEL COMPLESSO OPERA-TERRENO	21
9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23

1. PREMESSA

La presente relazione espone alcune considerazioni geologico - geomorfologiche generali e geotecniche di supporto alla progettazione degli interventi volti alla sistemazione idraulica dell'alveo del Fiume Stura di Lanzo nel tratto posto immediatamente a monte dell'abitato di Grange di Nole, nel comune di Nole C.se (TO).

Il presente progetto costituisce un'appendice di un più ampio progetto di sistemazione idraulica del tratto compreso tra Lanzo e Nole che è stato, in parte, realizzato a seguito dell'evento alluvionale del 2000 e che in un primo tempo comprendeva anche l'intervento ora in progetto, poi stralciato per motivi economici.

Quanto in seguito esposto si propone di ribadire e, dove necessario, completare le considerazioni effettuate (ed in buona misura qui riportate) dal prof. ing. M. Quaglia, dott. ing. L. Martina e dal dott. geol. M. Bugnano in un approfondito studio del 1998 alla luce dei nuovi eventi alluvionali che hanno colpito le aree in esame nel 2000 e, in maniera minore, negli anni seguenti.

Lo studio è stato così articolato:

- sopralluogo di campagna finalizzato alla comprensione dei luoghi;
- raccolta della documentazione disponibile;
- stesura della presente nota tecnica e degli elaborati allegati.

Il sito ha riscontro nelle seguenti tavole della cartografia ufficiale:

- Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000, elemento 134150.
- Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio n. 56 Torino.

Torino, 23 luglio 2014

Dott. Geol. Alessandro BIGLIA

2. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il settore oggetto di studio è rappresentato da una fascia di territorio di pianura coincidente e circostante l'attuale area di pertinenza fluviale del Fiume Stura di Lanzo, allungata in direzione NW/SE e compresa tra i rilievi montuosi dell'arco alpino ad occidente ed il Fiume Po a SE.

L'area di interesse coincide perciò, a grandi linee, con la porzione di pianura dell'asta del Fiume Stura, allo sbocco del tratto montano che ne costituisce la testata, a valle dell'abitato di Lanzo Torinese. Non corrisponde, invece, al settore di pianura del bacino in quanto non si interessa (se non marginalmente) degli affluenti o delle diramazioni artificiali del corso d'acqua principale, poiché oggetto di altri studi specifici, vedi sottobacino del T. Ceronda.

Il bacino montano dello Stura di Lanzo è compreso tra quello della Dora Riparia a sud e dell'Orco a nord, mentre ad ovest la dorsale alpina nel tratto compreso tra il Rocciamelone e la Levanna lo divide dal territorio francese. Esso si suddivide nei tre sottobacini della Val Grande, della Val d'Ala e della Valle di Viù.

La testata del bacino dello Stura di Lanzo è caratterizzata dalla presenza di importanti ed elevate vette, quali la Levanna Orientale (m. 3555), il Rocciamelone (m. 3537), l'Uia di Ciamarella (m. 3676), la Bessanese (m. 3632), la Cima Monfret (m. 3575) e molte altre.

La dorsale settentrionale che divide il bacino dello Stura da quello dell'Orco ha inizio dalla Levanna Orientale (m. 3555) e nel suo complesso si dirige verso est per circa 35 km fino al M. Soglio (m. 1971).

La dorsale meridionale che separa il bacino dello Stura da quello della Dora Riparia si origina da Rocciamelone (m. 3537) e si dirige nel suo complesso in direzione est fin al M. Arpone (m. 1601) per 25 km.

Al suo interno il bacino dello Stura è attraversato da due altre dorsali alpine: la prima divide il bacino dello Stura di Val Grande da quello dello Stura di Ala; essa ha inizio in prossimità della Ciamarella (m. 3676) e termina a Ceres sotto il picco di S. Cristina (m. 1340) dopo un percorso di 19 km.

Il secondo spartiacque separa il bacino dello Stura di Ala da quello dello Stura di Viù ed ha origine a sud del Colle d'Arnas (m. 3014) ed ha un percorso assai sinuoso per circa 26 km terminando all'Uia di Calcante (m. 1615) sovrastante l'abitato di Traves.

Il tratto montano di bacino termina a Lanzo dove si innesta nell'asta principale il T. Tesso, suo

importante tributario di sinistra.

Lanzo rappresenta, quindi, l'inizio del tratto di pianura dello Stura; in questo settore, nel corso degli ultimi eventi alluvionali (1993, 1994 e, soprattutto, 2000), molti danni ed allagamenti sono stati causati, oltre che dalle ingenti portate, dall'elevata energia che il corso d'acqua possiede al termine del suo tratto montano.

Gli interventi finora realizzati, tra Lanzo ed il ponte di Villanova, e quelli in progetto, specificato nelle apposite tavole e nella relazione tecnica, hanno avuto e hanno come scopo principale la protezione dei centri abitati, mediante la realizzazione di opere di difesa spondale, pur tenendo nella massima considerazione la tendenza evolutiva del corso d'acqua.

Nel caso in esame, le difese spondali saranno realizzate mediante la posa di gabbionate realizzate con reti metalliche e riempite di materiale grossolano preso in loco, al fine di consentire un migliore inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico del sito ed evitare contrasti cromatici dati da massi di cava magari di zone differenti.

L'intervento sarà realizzato, in sponda destra del Fiume Stura di Lanzo, a monte dell'abitato di Grange di Nole, per una lunghezza complessiva di circa 350 m.

3. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

Il settore di bacino del Fiume Stura di Lanzo oggetto del presente studio corrisponde, come detto, al tratto di pianura del corso d'acqua, a valle dell'abitato di Lanzo e della confluenza con il tributario di destra T. Tesso.

Questo settore apparentemente pianeggiante presenta in realtà una moderata pendenza, con inclinazione immergente in direzione sud-est, trattandosi di un antico apparato di conoide alluvionale di età pleistocenica, successivamente (in età pleistocenica sup. ed olocenica, fino ai giorni nostri) reinciso dai vari corsi d'acqua, ed in particolare dal collettore principale dello Stura.

I processi di erosione fluviale hanno portato alla formazione di vari ordini di terrazzo delimitanti unità morfologicostratigrafiche (che si concretizzano superficialmente in varie superfici deposizionali ed erosionali terrazzate) di età compresa tra il Pleistocene medio e l'Olocene attuale, età ovviamente più antica considerando i terrazzi posti ad una quota più elevata, che presentano depositi caratterizzati da un grado di alterazione superficiale e di trasformazione pedogenetica sempre più accentuata.

Questo antico apparato di conoide (caratterizzato peraltro da pendenze molto modeste) risulta chiudersi grosso modo all'altezza dell'abitato di Borgaro Torinese, interdigitandosi alla sua estremità meridionale con gli equivalenti e contemporanei depositi distali di conoide alluvionale e fluvio - glaciale della Dora Riparia.

Nella sua parte montana il bacino del Fiume Stura di Lanzo è costituito da litotipi afferenti a quattro importanti complessi tettonici: il Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi (estesamente presenti nel settore centro-occidentale), il Massiccio Ultrabasico di Lanzo (nel settore più orientale), il Massiccio del Gran Paradiso (settore settentrionale) ed il Massiccio cristallino Sesia - Lanzo (all'estremità nord-est).

La Falda dei Calcescisti con Pietre Verdi, estesamente rappresentata nel tratto superiore delle tre valli di Lanzo, è costituita essenzialmente da diversi tipi di ofioliti metamorfiche (prasiniti, anfiboliti, gabbri, eclogiti e serpentiniti) e da subordinati (a differenza di altri settori dell'arco alpino occidentale dove sono nettamente prevalenti, vedi l'Alta Vai Susa) calcescisti.

I litotipi costituenti le cosiddette "Pietre Verdi" sono rappresentati da ortoscisti a silicati ferromagnesiaci, cioè prodotti metamorfici di masse rocciose di composizione basica e ultrabasica che costituivano in origine il basamento magmatico effusivo oceanico o le iniezioni

filoniane, alla base o intruse all'interno della copertura sedimentaria nel fondo della geosinclinale (spreading oceanico della Tetide mesozoica).

Fra le Pietre Verdi i tipi in genere statisticamente più rappresentati sono le prasiniti, a tessitura ocellare per noduli di albite fra la trama di clorite (ovarditi), epidoti ed anfiboli, e le serpentiniti, queste ultime con tessitura normale crittomera ("massiccia") a minuto feltro di crisotilo, oppure scistosa ad aggregato compatto di antigorite lamellare (serpentinoscisto), oppure tipo breccia tettonica, con rilegature calcitiche (oficalce).

Sono inoltre ben rappresentati altri tipi, meno comuni, di questo gruppo (anfiboliti semplici e granatifere, pirosseniti, eclogiti, granatiti, cloritoscisti, talcoscisti, ecc.). Nel bacino dello Stura di Lanzo le Pietre Verdi affiorano ininterrottamente su aree molto estese, fino a molte decine di chilometri quadrati.

I paraderivati (calcescisti e calcemicascisti) risultano essere il prodotto metamorfico di protoliti rappresentati originariamente da depositi terrigeno - organogeni sedimentati durante il Mesozoico medio - superiore in ambiente geosinclinale, ovvero da depositi di natura prevalentemente flyschioide sedimentati in un bacino di mare profondo, costituenti la copertura della crosta oceanica (Pietre Verdi), successivamente metamorfosati con varia intensità dai processi orogenetici alpini (Mesozoico a facies Piemontese).

La varietà litologica di gran lunga più frequente si presenta con una tessitura marcatamente scistosa, di colore variabile dal grigio-chiaro al grigio-scuro in funzione della più o meno abbondante pigmentazione grafitica. Con la listatura, che per lo più si identifica con l'originaria stratificazione, coincide di norma la scistosità, a giunti piano-paralleli materializzati da fasci di cristalli lamellari di muscovite con grafite e clorite subordinata (calcemicascisto).

La varietà normale del litotipo fa passaggio a varietà differenziate per diversità tessiturali o mineralogiche (a causa di un protolite di composizione più o meno differente). Tra queste varietà si riconoscono: filladi calcitifere con alta percentuale di aggregati micacei sericitici a tessitura finemente squamosa e tinta grigio piombo lucente; termini più riccamente muscovitico - quarzosi, non grafitiferi, prossimi ai micascisti; calcefiri marmorei, con una proporzione di calcite molto elevata e scistosità appena accennata, tinta grigio chiaro; calcescisti ad albite e zoisite, ecc.

Verso l'estremità orientale del bacino montano dello Stura, al margine con l'adiacente pianura costituita da depositi quaternari, i rilievi sono costituiti da litotipi appartenenti al Massiccio Ultrabasico di Lanzo, rappresentato in prevalenza da peridotiti e lerzoliti nella parte centrale del corpo roccioso, con passaggio graduale a serpentiniti generalmente massicce nella sua

porzione periferica.

La massa ultrabasica di Lanzo presenta numerosi filoni discordanti di gabbro e bande concordanti di differenziazione magmatica, costituite da letti feldspatici o peridotitici.

Le serpentiniti formano una fascia più o meno potente ma ininterrotta lungo tutto il bordo orientale (tra Lanzo e Givoletto), settentrionale (settore di S. Ignazio) ed occidentale (tra Traves ed il M. Arpone) del massiccio. Esse costituiscono tra l'altro anche la massa di Balangero in cui sono presenti arricchimenti in amianto a fibra corta, in passato oggetto di importante coltivazione, staccata dal nucleo principale del batolite di Lanzo ed in contatto tettonico con le metamorfiti della Serie Sesia - Lanzo.

Nel Massiccio Ultrabasico di Lanzo sono del tutto assenti paraderivati mesozoici che altrove costituiscono la tipica associazione del Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi. Tuttavia, l'età mesozoica del massiccio appare generalmente accettata, così come il suo significato petrografico e tettonico, trattandosi verosimilmente di una scaglia di crosta e mantello oceanici, portata in superficie durante l'orogenesi alpina.

Oltre ai complessi sopra descritti, nel settore settentrionale del bacino (in Val Grande ed in corrispondenza del sottobacino del Tesso) sono presenti litotipi metamorfici riferibili al Massiccio del Gran Paradiso (gneiss ghiandoni e granitoidi) ed alla Serie Sesia - Lanzo (cioè gneiss minuti talora prasinitici, micascisti vari talora con grafite e cloritoide, eclogiti e glaucofaniti compatte e lenti di anfiboliti e calcari cristallini).

La costituzione petrografica del bacino di alimentazione è, come ovvio, ampiamente rappresentata nella coltre di depositi alluvionali che formano i settori di fondovalle e, soprattutto, l'apparato di conoide nel settore di pianura.

Il paleoconoide dello Stura di Lanzo, uno dei più grandi esistenti a sud delle Alpi, appare attualmente diviso in due per l'intensa attività erosiva esercitata, in età tardo e post - pleistocenica, dal corso d'acqua principale. La superficie terrazzata più antica risulta sospesa di alcune decine di metri (circa 40 m in corrispondenza di Robassomero, in destra) al di sopra delle superfici più basse, comprese cronologicamente tra il Riss e l'Olocene recente o attuale.

Sinteticamente i depositi quaternari presenti nell'area oggetto di indagine, in base alla distinzione riportata nelle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, sono i seguenti (dai più

recenti ai più antichi):

- Depositi alluvionali sabbioso - ghiaiosi dell'alveo attuale (a^3 -alluvioni recenti ed attuali);
- Depositi alluvionali ghiaiosi con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, ancora inondabili (a^2 -alluvioni medio - recenti);
- Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi post-glaciali, talora debolmente terrazzati ed in parte ricoprenti depositi wurmiani (a^1 -alluvioni antiche);
- Depositi eolici limosi (*Loess*)
- Depositi ghiaioso - sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, per lo più terrazzati (fl^R -fluviale Riss);
- Depositi fluviali costituenti i lembi relitti dell'antico conoide dello Stura di Lanzo (fl^M - fluviale Mindel).

Il fluviale Mindel doveva in origine estendersi fino a raggiungere il margine settentrionale della Collina di Torino, come testimoniato dalla presenza di lembi relitti in sponda destra del Fiume Po (presso Gassino, Cimena, Villa Sambuy). La successiva erosione, principalmente attuata dalla Stura, ha notevolmente ridotto l'originaria estensione.

Le incisioni che si sono formate per opera della rete idrografica minore mettono localmente in luce i depositi del substrato sedimentario che sta alla base di questo apparato deposizionale ("Villafranchiano" auct.).

Affioramenti di sabbie e limi giallo-ocra o rossastri, a laminazione piano parallela o debolmente ondulata, si rinvengono diffusamente anche lungo il tratto intermedio del thalweg attuale dello Stura, all'altezza di Grange di Nole e Robassomero. Tali affioramenti, non segnalati nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e relative Note Illustrative, sono probabilmente stati messi alla luce in seguito a recenti erosioni; inoltre, il fatto che siano rinvenibili solo in questo settore mediano potrebbe significare l'esistenza di un leggero inarcamento tettonico del substrato.

Oltre a questi affioramenti di substrato sedimentario pliocenico, circa 400 m a valle del ponte di Lanzo si rinvengono in alveo affioramenti di substrato roccioso cristallino, costituito da litotipi afferenti al "Massiccio ultrabasico di Lanzo", ovvero serpentiniti a struttura massiccia che formano degli spuntoni resistenti all'erosione e costituiscono una soglia fissa nel profilo di fondo alveo del corso d'acqua.

I depositi alluvionali che si rinvengono lungo od in prossimità dell'alveo dello Stura di Lanzo, sia che si tratti di quelli più recenti o attuali, sia che si tratti dei sedimenti più antichi, presentano

sempre una granulometria piuttosto grossolana, con gradazione ovviamente decrescente procedendo verso valle e proporzionalmente alla distanza percorsa.

In corrispondenza dell'area in esame, la granulometria dei depositi fluviali appare piuttosto grossolana anche se vengono a mancare i blocchi di diametro superiore ai 70 cm. Il valore medio del diametro della frazione più grossolana di questi sedimenti si aggira intorno ai 25 cm. La matrice è sempre ghiaioso - sabbiosa, e localmente si rinvencono piccole lenti maggiormente sabbiose.

Al fine di caratterizzare in maniera più approfondita i depositi fluviali recenti presenti in alveo, sono state realizzate (nel 2003 a valle del ponte di Villanova) alcune analisi granulometriche d'alveo ed alcuni campionamenti puntuali che hanno consentito la realizzazione di analisi granulometriche presso un laboratorio specializzato.

I risultati delle analisi granulometriche hanno decretato come la matrice dei depositi alluvionali sopra descritti sia costituita in larga maggioranza (75 - 85%) da ghiaie con subordinate (10 - 20%) sabbie. Per ovvie ragioni sono stati tralasciati blocchi, trovanti e ciottoli di dimensioni considerevoli, sebbene rappresentino una percentuale notevole.

Pressoché assenti (< 2%) sono risultati materiali più fini, coesivi, quali limi ed argille.

Decisamente argillosi sono, invece, i depositi di età pliocenica, su cui poggeranno le difese spondali.

3.1. IL MODELLO GEOLOGICO (§ 6.2.1 NTC08)

La ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dell'area in esame è stata ottenuta mediante la consultazione del Foglio n. 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e delle relative note illustrative, oltre che dall'osservazione degli affioramenti presenti nell'area in esame e nelle aree limitrofe.

Come precedentemente accennato, l'area di studio appartiene al settore laterale destro del conoide dello Stura di Lanzo, caratterizzato dalla presenza di depositi quaternari di tipo fluviale-fluvioglaciale e da facies deltizie-fluviali (*villafranchiano s.l.*) imposti su un substrato roccioso cristallino costituito da litotipi afferenti al "Massiccio ultrabascico di Lanzo", ovvero caratterizzato da serpentiniti a struttura massiccia.

I depositi quaternari sono talora coperti in superficie da uno strato di *Loess* più o meno argillificato al di sotto del quale si rinviene un paleosuolo argilloso rosso-arancio con ciottoli silicatici alterati tipico dei depositi fluvioglaciali rissiani.

Nell'area puntuale d'intervento quindi, al di sotto di una coltre di terreno vegetale avente spessore complessivo non superiore a 0,2 metri, sono presenti limi eolici (Loess) ricoprenti i depositi fluvioglaciali rissiani sottostanti, i quali risultano impostati sul Complesso Inferiore del Villafranchiano, caratterizzato da sabbie limoso ghiaiose alterate con evidente stratificazione piano-parallela alternate a sedimenti più fini argilloso-limosi, talora debolmente sabbiosi.

Sulla base di quanto sopra esposto, delle evidenze risultanti dal sopralluogo effettuato, dalle fonti bibliografiche disponibili è stato possibile ricostruire un MODELLO GEOLOGICO diviso in tre livelli principali, le cui profondità medie indicative sono le seguenti:

- 0 - 0.20 m da p.c.: Terreno vegetale limoso-argilloso debolmente sabbioso;
- 0.20 - 1 m da p.c.: Depositi ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo argilloso rosso arancio con ciottoli silicatici alterati ricoperti da depositi eolici limosi.
- 1- >10.00 da p.c.: Sabbie limoso ghiaiose alterate ben addensate con evidente stratificazione piano-parallela alternate a sedimenti più fini argilloso-limosi, talora debolmente sabbiosi;

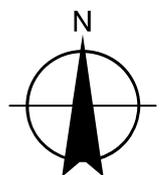
Le stratigrafie delle principali indagini geognostiche rilevate dalla Banca Dati Geotecnica dell'ARPA Piemonte, ubicate in aree prossime a quelle in esame, riferiscono di una situazione estremamente varia, qui semplificata, con un estensione del Complesso Inferiore Villafranchiano (Sabbie ghiaiose alterate alternate a sedimenti più fini argilloso-limosi) fino anche a 100 metri di profondità.

Non essendo state eseguite specifiche indagini in sito, quanto sopra esposto è da considerarsi puramente indicativo, ovvero occorrerà verificare durante la fase esecutiva di apertura degli scavi la corrispondenza tra quanto sopra indicato e le evidenze di terreno, modificando adeguatamente il modus operandi. In virtù di questo, lo scrivente si rende disponibile per effettuare le succitate verifiche durante le fasi esecutive dei lavori.



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
COMUNE DI NOLE C.S.E

ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
Foglio n. 56 TORINO
Scala 1:100.000



LEGENDA:

Formazioni
endogene e metamorfiche
Formazioni
marine
Formazioni
continentali

Olocene



Alluvioni ghiaioso-sabbiose recenti ed attuali (a^R); depositi argillosi neri sarmosi (p).



Detrito di falda.



Depositi ghiaiosi con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua, talora debolmente terrazzati, anche attualmente inondabili (**ALLUVIONI MEDIO-RECENTI**).



Alluvioni sabbioso-ghiaiose postglaciali, ricoprenti in parte i precedenti depositi del fluviale-fluvioglaciale würmlano (**ALLUVIONI ANTICHE**).

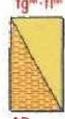
Pleistocene



Depositi ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura, raccordatisi con le cerchie moreniche rissiane (**FLUVIOGLACIALE e FLUVIALE RISS**).



Potenti cerchie moreniche, più o meno cementate, con lembi testimoni di paleosuolo arancio-rossastro; predominanza di ghiaie e sabbie; più raramente si hanno depositi argillosi (fase di ritiro) (**RISS**).



Depositi fluvio-glaciali dell'alto terrazzo ondulato, a paleosuolo argilloso rosso-bruno completamente decalcificato ("tipico ferretto") per uno spessore di oltre 5 m, con scarsi ciottoli silicatici alterati e silicei, raccordato coi cordoni morenici mindeliani dell'anfiteatro di Rivoli; depositi fluviali costituenti i lembi rettili delle antiche conoidi della Dora Riparia e della Stura di Lanzo (fg^M-f^M) (**FLUVIOGLACIALE e FLUVIALE MINDEL**). Nella pianura a SE di Chieri, terreni eluviali di età postvillfranchiana con copertura loessica rissiana (AP).



Depositi morenici delle cerchie più esterne dell'anfiteatro di Rivoli, con paleosuolo intensamente alterato in argille rosso-brune ("tipico ferretto") e ciottoli silicatici alterati e silicei (**MINDEL**).



Conglomerato poligenico stratificato ad elementi minuti, fortemente cementato, sottostante al Mindel ed affiorante con ripide scarpate lungo il Sangone e la Dora Riparia (**INTERGLACIALE MINDEL-GÜNZ**).



Depositi di origine fluviolacustre, senza limite netto col Pliocene sottostante, costituiti da ghiaie e sabbie quarzose, frequentemente alternanti con banchi di argille grigie, verdi e rossicce, e contenenti talora deboli livelli lignitiferi (**VILFRANCHIANO**).

MASSICCIO ULTRABASICO DI LANZO

Mesozoico ?



Filoni di gabbri, per lo più pegmatitici, e subordinatamente di gabbri rodingitici e rodingiti.



Serpentiniti (sr), hercyniti (Ω) più o meno serpentinizate; le minori masse a NE del T. Tesso sono considerate pretriasiche da alcuni Autori.

4. NOTE SULLA “FORESTA FOSSILE”

Si riportano nel seguito alcune note descritte dal prof. E. Martinetto inerenti alcuni ritrovamenti di interesse paleontologico all'interno del substrato pliocenico a valle dell'area in esame.

Nell'alveo del Torrente Stura di Lanzo, tra i comuni di Nole Canavese e di Ciriè, circa 20 km a N di Torino, affiorano da oltre un ventennio grandi ceppi mummificati in posizione vitale.

La densità dei reperti e il loro rapporto con il substrato dimostrano che si tratta di una vera foresta fossile, residuo di una paleocomunità forestale cresciuta in ambiente palustre.

*L'analisi tafonomica e tassonomica dei macrofossili vegetali indica che l'entità legnosa dominante nella paleocomunità forestale era la taxodiacea estinta *Glyptostrobus europaeus*, a cui si associavano due forme di ontano (*Alnus*) e numerose piante erbacee.*

Le sabbie e peliti che inglobano i ceppi sono state attribuite al “Villafranchiano” per analogia di facies con gli omonimi depositi di Villafranca d'Asti.

Esse non hanno restituito né reperti di vertebrati, né altri elementi di datazione, ma il tipo di paleoflora che si è potuto ricostruire suggerisce un'età medio-pliocenica.

L'ubicazione della Foresta Fossile nell'alveo dello Stura, torrente soggetto a piene fluviali di estrema violenza, impedisce qualsiasi intervento di protezione fisica dei reperti, ma, d'altro canto, la continua azione erosionale esercitata dal torrente esuma ogni anno nuovi reperti e fornisce ottime opportunità per una fruizione turistica e didattica all'aperto.

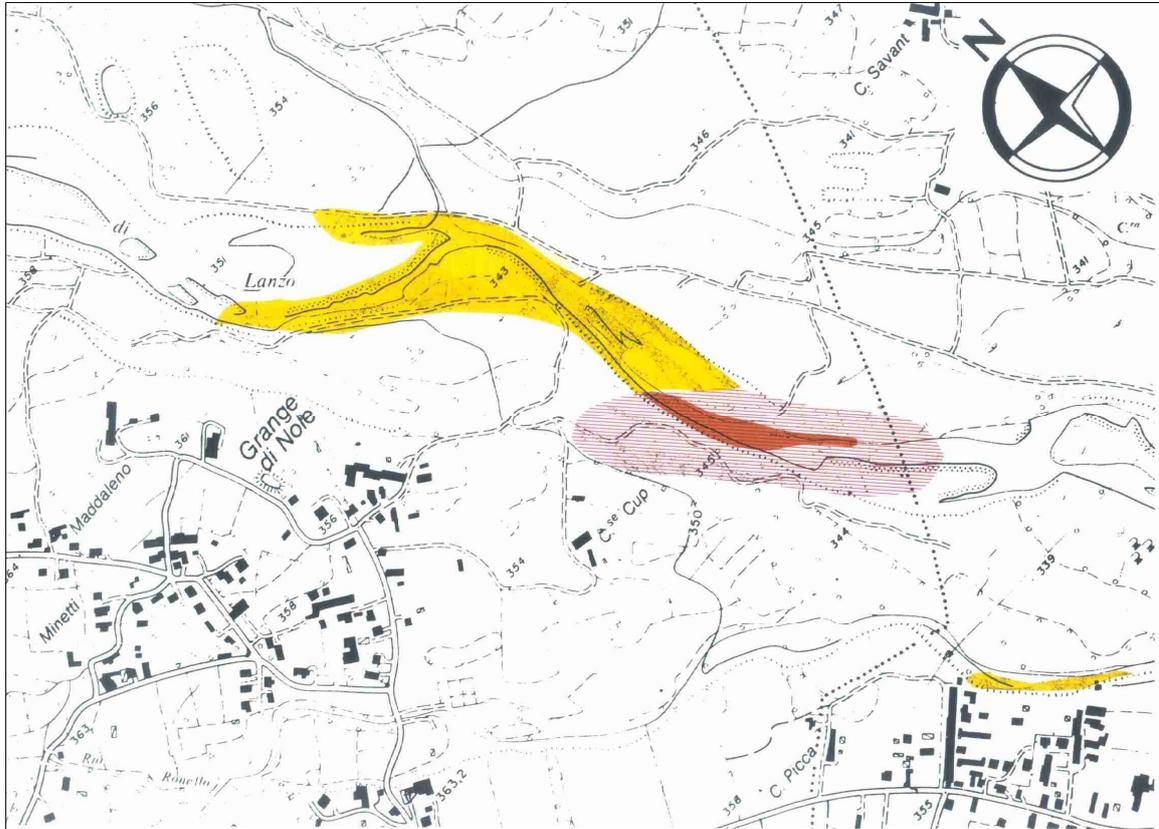
In questa situazione effimera il sito paleontologico è sottoposto a un notevole rischio, sia naturale, in quanto potrebbe nuovamente essere sepolto da coltri di ghiaia portata dal torrente Stura oppure essere eroso dalla corrente, sia antropico.

Nonostante il fatto che i resti fossili siano ubicati qualche centinaio di metri a valle dell'area di intervento del presente progetto, si ritiene opportuna l'osservanza di alcuni accorgimenti al fine di garantire la preservazione dei reperti già ritrovati e di quelli eventualmente ritrovabili.

Come si può notare nella carta allegata, l'area oggetto di intervento, ovvero a monte di Grange di Nole, è solo parzialmente interessata dall'indicazione in giallo, di settori solo potenzialmente interessati da ritrovamenti di interesse paleontologico.

Le scelte progettuali sono state, quindi, improntate sulla realizzazione di opere che comportassero il minor impatto possibile sui depositi pliocenici, ovvero riducendo al minimo

indispensabile gli scavi e gli sbancamenti di tale materiale, il quale si presenta ben consolidato e consistente.



CARTA DELLE AREE DI INTERESSE PALEONTOLOGICO PRESSO GRANGE DI NOLE (MARTINETTO, 1992)

ROSSO: ELEVATO INTERESSE PALEONTOLOGICO, AREA DI AFFIORAMENTO DI CEPPI DELLA FORESTA FOSSILE;
BARRATO ROSSO: SETTORI IN CUI SI PUÒ IPOTIZZARE CHE I CEPPI FOSSILI SIANO PRESENTI AL DI SOTTO DI
 1-10 M DI DEPOSITI GHIAIOSI RECENTI E "VILAFRANCHIANI". INTERESSE PALEONTOLOGICO POTENZIALMENTE
 ELEVATO:

GIALLO: SETTORI DI ACCERTATO O PROBABILE AFFIORAMENTO DI STRATI CONTENENTI IMPRONTE DI FOGLIE
 E DI ALTRI RESTI VEGETALI. MEDIO INTERESSE PALEONTOLOGICO.

Si procederà, quindi, "appoggiando" i gabbioni sul substrato pliocenico, anziché sostituendolo, conferendogli nuovamente parte di quel carico che possedeva prima dell'erosione dei depositi quaternari, a seguito della quale, con l'azione erosiva del corso d'acqua e l'esposizione agli agenti atmosferici, il substrato ha perso parte della sua consistenza.

Da un confronto preliminare con il Prof. Martinetto del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino è emerso che si tratta di un settore in cui vi è effettivamente solo una limitata possibilità di imbattersi, durante i lavori di scavo finalizzati alla realizzazione delle opere, in affioramenti di particolare interesse paleontologico.

In ogni caso, ai sensi dell'Art.95 del D.Lgs. n.163/2006, nelle prime fasi di progettazione si prevede

di far realizzare da un tecnico competente (archeologo) una *Verifica preventiva dell'interesse archeologico* del sito oggetto di intervento da sottoporre al parere della *Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio del Piemonte*, al fine di valutare eventuali interferenze tra le opere in progetto e la presenza di reperti di interesse archeologico.

5. CARATTERI IDROGRAFICI DEL CORSO D'ACQUA

La granulometria grossolana che caratterizza, come detto, l'intera successione di depositi alluvionali presenti indica senza alcun dubbio un regime idraulico di alta energia, caratterizzato da notevole trasporto solido in concomitanza di eventi di piena.

Questo fatto appare peraltro confermato dalle profonde modificazioni che il percorso dello Stura ha subito anche in tempi molto recenti. Confrontando infatti le cartografie topografiche esistenti (CTR al 10.000 tratta da un volo del 1991, carta IGM al 25.000 il cui rilievo datato 1881 venne aggiornato alla fine degli anni '60) con l'attuale deflusso conseguente agli eventi alluvionali del 1993 e 1994 e 2000 ci si rende conto delle radicali e traumatiche trasformazioni subite dall'alveo in tempi anche molto ravvicinati, e dei continui processi di rimodellamento della fascia fluviale.

In base a queste e ad altre considerazioni si può osservare come la tendenza evolutiva generale del settore in esame dal punto di vista geomorfologico (soprattutto per quanto concerne il settore posto più a monte) nell'arco di tempo compreso tra il Pleistocene sup. ed i giorni nostri sia stata prevalentemente erosionale; le superfici terrazzate presenti nel settore in oggetto sarebbero, quindi, essenzialmente d'erosione più che di origine deposizionale.

Sulla base della cartografia storica messa a disposizione dalla Provincia di Torino, è stato possibile redigere una "Carta dell'evoluzione del corpo idrico attivo", nella quale sono stati riportati, in scala 1:10.000 sulla base della CTR, i percorsi attivi dello Stura nei seguenti periodi:

- 1816 - 1830 (Carta degli Stati Sardi in terraferma);
- 1881 - 1882 (Cartografia IGM);
- 1930 (Cartografia IGM - aggiornamento);
- 1964 - 1966 (Cartografia IGM - aggiornamento);
- 1989 - 1991 (Carta Tematica Regionale da foto aeree);
- 2000 (foto aeree post alluvione).

In base alla classificazione degli alveotipi proposta da Maione e Brath (1994), l'alveo attuale dello Stura risulta presentare una tipologia riferibile generalmente ad un sistema fluviale unicursale denominato "wondering meandering", passante solo per brevissimi tratti ad un sistema ancora pluricursale o unicursale vero e proprio (settore di Torino), quest'ultimo imposto da radicali interventi antropici.

Il sistema "wondering meandering" è una tipologia derivata tipicamente da forme pluricursali a seguito della progressiva perdita dei canali alternativi soprattutto a causa di interventi legati

all'occupazione del suolo ed allo sfruttamento delle portate idriche (canali) e solide (impianti di estrazione di inerti).

Durante i periodi di magra l'alveo presenta un unico canale a bassa sinuosità i cui pseudomeandri non presentano nel loro spostamento trend evolutivi ben individuabili.

Il canale appare inciso in sponde ghiaioso - sabbiose e si nota, in sezione, un approfondimento dell'alveo unicursale progressivo all'abbandono dei canali secondari del sistema pluricursale originario.

Questa trasformazione tipica di molti corsi d'acqua della Pianura Padana (come ad esempio il vicino T. Orco) è molto recente e risale a non più di 3-4 decenni fa.

Le tracce dell'incisione del vecchio alveo pluricursale, ove non obliterate dall'occupazione antropica, indicano la fascia di territorio che contribuisce allo smaltimento delle portate di piena per eventi eccezionali, durante i quali si riattiva momentaneamente l'alveo con retaggio pluricursale. Non sono infrequenti estesi allagamenti sul piano campagna al di fuori dell'alveo attuale non ben definito.

Come già accennato, se la tendenza generale del corso d'acqua risulta attualmente quella sopra descritta, localmente e limitatamente si rinvengono ancora tipologie relitte del preesistente sistema pluricursale (settore all'altezza di fraz. Paschero di Cafasse, area di confluenza con T. Ceronda) oppure evolute artificialmente in un sistema fluviale decisamente unicursale (tratto compreso tra il ponte di Altessano - distrutto nel 1974 - e la confluenza in Po, tratto immediatamente a valle del ponte di Lanzo fino alla fraz. Paschero) dove si rinvengono depositi di barra laterale, localmente vegetati, e sponde nettamente incise.

Nel tratto immediatamente a valle della strettoia di Lanzo, l'alveo ha sempre mantenuto, come detto, un carattere unicursale ma si può osservare come, a seguito dei recenti eventi alluvionali, il corpo idrico attivo abbia esercitato maggiormente il suo potere erosivo in sinistra orografica nei pressi dei campi sportivi.

Leggermente più a valle, il corso d'acqua ha progressivamente perduto il suo carattere meandriforme (dal 1880 al 1991) che lo spingeva, in destra, a ridosso della strada provinciale; a seguito dell'evento dell'ottobre 2000, lo Stura si è nuovamente spinto in destra orografica, arrecando danni alla direttissima.

L'avvenuta realizzazione di una scogliera a protezione della strada provinciale dovrebbe, tuttavia, impedire la riattivazione di una parte dei paleoalvei evidenziati nelle cartografie allegate al progetto definitivo.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO ED ANALISI DEI DISSESTI

Le divagazioni e le meandrizzazioni della linea di talweg sono particolarmente evidenti a Cafasse, in prossimità del cotonificio Valle Susa, mentre il passaggio da un sistema pluricursale ad uno monocursale è facilmente riscontrabile nei pressi di Grange di Nole, dove tra il 1881 e il 1930 era presente un'isola simile a quella di Paschero.

Presso Grange di Nole, in alveo, affiora estesamente il substrato sedimentario (facies sabbioso – limose color giallo – ocra o rossastro, riferibili al Pliocene sup.; Villafranchiano auct.), messo a nudo grazie alla tendenza erosionale del corso d'acqua in tale tratto.

La fraz. Grange di Nole appare edificata su una superficie leggermente rialzata rispetto all'alveo attuale, al di fuori di possibili interferenze con il corso d'acqua.

Tuttavia verso monte il terrazzo d'erosione che delimita verso il corso d'acqua questa superficie rialzata appare meno netto, rendendo possibili, in linea teorica aggiramenti del settore in questione in mancanza di un collegamento con il rilevato arginale presente appena a valle del ponte di Villanova.

Lungo tutto il tratto indagato si osservano diffuse erosioni spondali e, localmente, vistose modificazioni d'alveo, anche rispetto al rilievo topografico CTR del 1991.

L'ipotesi di una rimobilizzazione dei depositi attualmente presenti e di una continua azione erosiva sulla sponda destra in corrispondenza dell'abitato di Grange di Nole non appare tanto remota se si valuta come la tendenza evolutiva generale del corso d'acqua in tale tratto dal punto di vista geomorfologico abbia presentato, nell'arco di tempo compreso tra il Pleistocene sup. ed i giorni nostri, caratteri prevalentemente erosionali.

Il tratto in esame presenta pendenze più modeste rispetto a quelle che la Stura ha nel tratto, di carattere maggiormente torrentizio, a monte della strettoia naturale di Lanzo; questo cambio di pendenza ha permesso il deposito di grossi blocchi ($\geq 2 - 3$ m) ma non è sufficiente ad una dissipazione di energia tale da modificare la tendenza erosionale dello Stura nel tratto in esame, dove presenta ancora per molti aspetti carattere torrentizio.

7. IL MODELLO GEOTECNICO (§ 6.2.1 NTC08)

Per la determinazione dei parametri geotecnici si è fatto riferimento a quanto riportato nel D.M. 11/03/1988, ed in particolare al capitolo C.3 riportante le prescrizioni per le indagini da effettuarsi per la progettazione delle opere di fondazione che riferisce:

Nel caso di modesti manufatti che ricadono in zone già note, le indagini in sito ed in laboratorio sui terreni di fondazione possono essere ridotte od omesse, sempreché sia possibile procedere alla caratterizzazione dei terreni sulla base di dati e di notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree adiacenti. [...]

La determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni è stata eseguita integrando le osservazioni dirette in situ (fronti di scavo) e le interpretazioni derivanti da indagini geognostiche effettuate in terreni con caratteristiche geomeccaniche analoghe.

L'osservazione dei fronti di scavo ha reso evidente una stratigrafia e quindi un MODELLO GEOTECNICO costituito da due livelli contraddistinti da parametri geotecnici differenti: il primo costituito da terreno vegetale, loess eolico e depositi ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo argilloso rosso arancio (UNITÀ A), il secondo costituito dai depositi del Complesso Inferiore Villafranchiano, costituiti da sabbie ghiaiose alterate alternate a sedimenti più fini argilloso-limosi, talora debolmente sabbiosi (UNITÀ B).

Si valuta che i terreni caratterizzanti l'UNITÀ B che verranno interessati dalle fondazioni delle opere in progetto, possono essere classificabili, dal punto di vista geotecnico, come ghiaia e sabbia limosa secondo il Sistema Unificato (USCS) ovvero possono essere catalogati come terreni appartenenti al gruppo GM mentre secondo la classificazione AASHO (CNR-UNI-10006) si possono descrivere come materiali granulari appartenenti al gruppo A2.

Secondo vari autori e sulla base delle evidenze di indagini realizzate in terreni con caratteristiche analoghe in depositi di questo tipo i valori di angolo di attrito possono indicativamente variare tra 30° e 36° mentre il valore del peso di volume γ del materiale può essere assunto pari a 18 kN/m³ in condizioni insature e 20 kN/m³ se saturo.

Per quanto riguarda invece i depositi ghiaioso-sabbiosi dell'UNITÀ A può essere indicativamente attribuito un valore di ϕ' compreso tra 35° e 40° e un valore del peso di volume γ del materiale secco pari a 19 kN/m³ e pari a 21 kN/m³ in condizioni sature.

Sulla base delle considerazioni fatte finora e in assenza di specifiche indagini, si è scelto di attribuire ad entrambe i materiali in via cautelativa il valore di angolo di attrito di picco che rappresenta il minimo dell'intervallo di valori proposto dalla letteratura specifica, ovvero pari a

35° per l'UNITÀ A e pari a 30° per l'UNITÀ B.

Riassumendo, è possibile stabilire per i terreni in esame i seguenti parametri geotecnici, da considerarsi valori nominali:

UNITÀ A: Ghiaie sabbiose con paleosuolo argilloso (Fluviale Riss s.l.)			
Coesione di picco	C_u	0	[kN/m ²]
Angolo di attrito di picco	ϕ_η	35	[°]
Angolo di attrito residuo	ϕ_r	25	[°]
Peso di volume	γ	19	[kN/m ³]
Permeabilità	k	Medio-alta (10 ⁻³ - 10 ⁻⁴ m/s)	
UNITÀ B: Sabbie ghiaiose alternate a livelli argillosi (Complesso Inferiore Villafranchiano s.l.)			
Coesione di picco	C_u	10	[kN/m ²]
Angolo di attrito di picco	ϕ_η	30	[°]
Angolo di attrito residuo	ϕ_r	20	[°]
Peso di volume	γ	18	[kN/m ³]
Permeabilità	k	Medio-alta (10 ⁻³ - 10 ⁻⁴ m/s)	

Tabella 1: Parametri fisico-meccanici medi ricavati utilizzando numerose prove classificative su materiali geologicamente e geotecnicamente simili.

8. STABILITÀ DEL COMPLESSO OPERA-TERRENO

Come evidenziato nei precedenti paragrafi, i terreni che caratterizzano le sponde oggetto di intervento risultano essere costituiti da depositi ghiaioso sabbiosi i quali risultano impostati sul Complesso Inferiore del Villafranchiano, caratterizzato da sabbie limoso ghiaiose alterate con evidente stratificazione piano-parallela alternate a sedimenti più fini argilloso-limosi, talora debolmente sabbiosi.

Le verifiche di stabilità del complesso opera-terreno sono state effettuate utilizzando il programma di calcolo automatico denominato "Geostru Slope" e utilizzando l'algoritmo di calcolo basato sul metodo di Bishop rigoroso, ponendosi in condizioni drenate, considerando forme di superfici di scivolamento compatibili con i cinematismi di rottura attesi e rispettando le indicazioni fornite dalla normativa vigente (§ 6.3 delle NTC08).

Le verifiche sono state quindi eseguite secondo l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) applicando i coefficienti parziali di cui alle tabelle (6.2.I, 6.2.II, 6.8.I).

Le condizioni di stabilità vengono indicate dalla definizione del fattore di sicurezza (F_s) dato dal rapporto tra resistenza al taglio disponibile e sforzo mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale, il cui calcolo viene affrontato con il metodo dell'equilibrio limite tramite la discretizzazione della massa instabile in "n" conci delimitati da superfici piane verticali.

L'applicazione del metodo porta alla definizione dei "cerchi critici" che individuano le superfici di slittamento e la definizione dei rispettivi fattori di sicurezza (Figura 1) tramite l'assunzione di teoriche superfici di rottura assimilabili ad un arco di circonferenza ed esprimendo il fattore di sicurezza in termini di momenti rispetto al centro della circonferenza stessa.

Benché la normativa consenta di ritenere accettabile un F_s minimo > 1 , considerate le condizioni geologico-morfologiche locali e la tipologia delle opere in progetto si è scelto di ritenere in via cautelativa accettabili fattori di sicurezza $F_s \geq 1,3$.

Le verifiche sono state effettuate considerando i parametri caratteristici dei terreni presenti evidenziati nel MODELLO GEOTECNICO (§7), l'assetto litostratigrafico descritto nel MODELLO GEOLOGICO (§3.1) assumendo in ogni caso le condizioni più sfavorevoli che ragionevolmente si possono prevedere.

Dalle verifiche emerge come il complesso opera in progetto-terreno sia sostanzialmente stabile individuando un fattore di sicurezza minimo F_s pari a 1,42 ovvero maggiore del valore minimo cautelativamente ritenuto accettabile pari $> 1,3$.

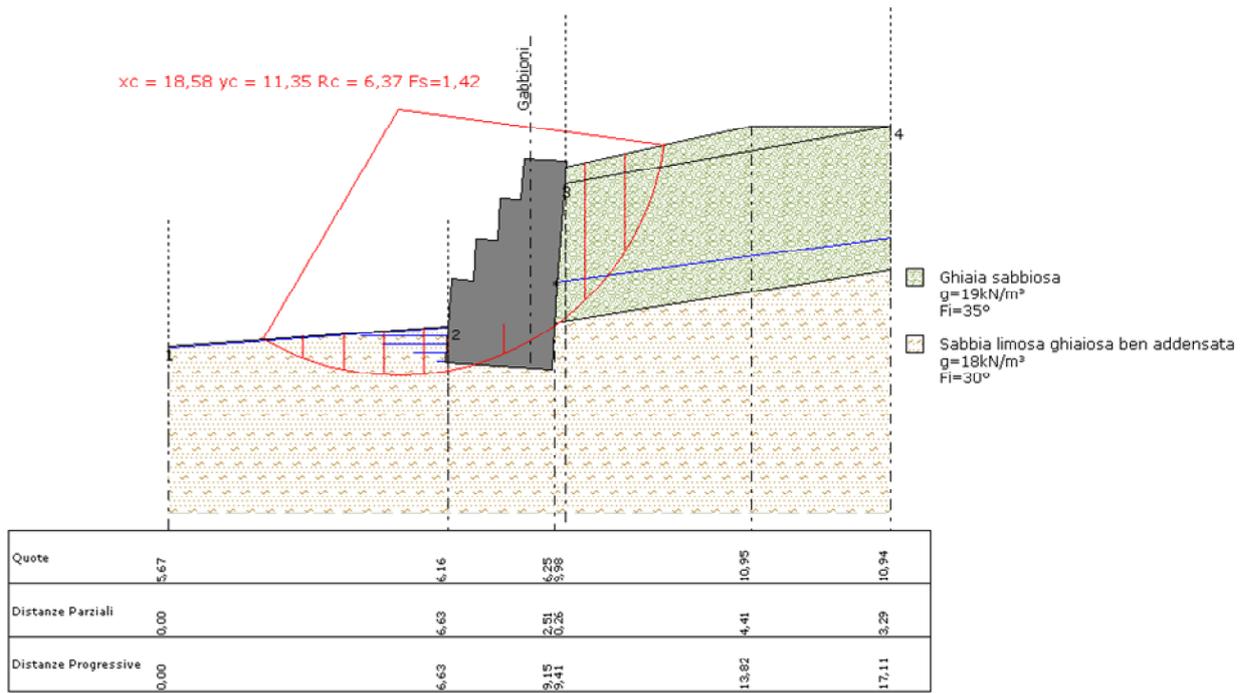


Figura 1 - Verifica di stabilità sulla sezione rappresentativa dell'opera in progetto.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In considerazione della natura dei terreni investigati e delle caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame, non si rilevano condizionamenti geologico-geotecnici negativi per la realizzazione delle opere in progetto che risultano, al contrario, di sostanziale importanza per la salvaguardia degli insediamenti antropici esistenti in un settore particolarmente soggetto a rischi idraulici.

Attualmente, il sistema di protezione arginale esistente appare inadeguato in caso di portate di piena eccezionali ed incapace di garantire la salvaguardia di aree urbanizzate, per cui un intervento di sistemazione risulta senza dubbio necessario.

Gli interventi previsti non andranno a modificare la tendenza evolutiva del corso d'acqua e non impediranno, rispetto allo stato attuale, la "naturale" espansione del corso d'acqua.

La riprofilatura della sponda destra in località Grange di Nole permetterà un più efficace deflusso delle acque, anche in condizioni di piena, e la posa delle gabbionate permetterà di proteggere la sponda attualmente in erosione.

Gli interventi illustrati, esaurientemente descritti negli altri elaborati di progetto, non devono essere visti come soluzione definitiva e risolutiva, sia perché rappresentano soltanto una parte delle opere necessarie per la completa sistemazione del tratto in esame, seppure la più urgente e indispensabile, sia perché essi dovranno comunque essere associati ad interventi di manutenzione - mantenimento delle opere stesse da distribuirsi nel tempo.

Le opere in progetto rappresentano inoltre un ulteriore elemento di utilità a protezione e salvaguardia della foresta fossile presente: evitando infatti l'erosione dei depositi si salvaguardano i resti fossili, che, come già successo e documentato, verrebbero asportati dalla corrente e dispersi durante gli eventi di piena.

A tal fine sarà inoltre di fondamentale importanza prevedere un'adeguata azione di sorveglianza da parte di paleontologi esperti durante le fasi operative dei lavori.

Al termine della realizzazione delle opere in progetto sarà, infatti, più agevole la programmazione di campagne di studio volte alla conservazione e alla valorizzazione del sito di interesse paleontologico.

Per quanto concerne la compatibilità dell'intervento con l'assetto geologico e idrogeologico locale, sarà opportuna l'adozione alcuni accorgimenti durante la fase progettuale esecutiva.

Per garantire il buon comportamento strutturale del muro in gabbioni e limitarne la deformazione al taglio sarà necessaria un'accurata posa in opera del riempimento in pietrame disponendo preferibilmente elementi singoli affinché la rete metallica risulti distribuita in modo omogeneo all'interno dell'opera.

Eventuali acque sorgive che dovessero essere eventualmente incontrate dovranno essere opportunamente captate e allontanate al di fuori dell'area di cantiere.

In fase esecutiva di scavo e successiva realizzazione delle opere, gli eventuali scavi di sbancamento che si rendessero necessari andranno eseguiti in totale sicurezza, provvedendo alla realizzazione di sostegni provvisori adeguatamente dimensionati in funzione dei parametri geotecnici qui proposti. Tali sostegni provvisori dovranno essere in grado di contenere la frazione fine presente, nel caso in cui piogge intense ne diminuiscano la coesione.

I movimenti di terreno dovranno essere limitati allo stretto necessario, adottando gli accorgimenti tecnici provvisori per evitare smottamenti, scoscendimenti, dilavamenti e/o rotolamenti di materiali in alveo.

Durante le fasi di cantiere eventuali depositi temporanei di materiali terrosi e lapidei dovranno essere effettuati in modo da evitare di favorire fenomeni erosivi. Detti depositi non dovranno essere collocati, accantonati o abbandonati in prossimità dell'area bagnata del corso d'acqua nonché al di sopra di fronti di scavo al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi; andranno ovvero posizionati ad una distanza tale da evitarne cattura e trasporto in alveo in caso di aumento di portata durante l'esecuzione dei lavori.

Alla luce di quanto emerso dallo studio dell'area, si redige pertanto parere favorevole per la fattibilità del progetto che prevede la realizzazione di opere di sistemazione idraulica dell'alveo del Fiume Stura di Lanzo nel tratto posto immediatamente a monte dell'abitato di Grange di Nole, nel comune di Nole C.se (TO), per quanto attinente alle condizioni geologiche s.l. locali, ferma restando l'esigenza d'osservanza dei contenuti della presente.

dott. geol. Alessandro Biglia
(n. 522 Ordine dei Geologi del Piemonte)

