

**CONSORZIO DI BONIFICA DELLA
BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE**

**RIFACIMENTO INVASO SUL TORRENTE SESSERA IN SOSTITUZIONE
DELL'ESISTENTE PER IL SUPERAMENTO DELLE CRISI
IDRICHE RICORRENTI, IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA IDRICA
DEGLI INVASI ESISTENTI SUI TORRENTI RAVASANELLA ED OSTOLA,
LA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE DEL COMPENSORIO**

DATA PROGETTO

APRILE 2010

AGGIORNAMENTO
PROGETTO

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE



(dott. ing. Domenico Castelli)

UTILIZZAZIONE IDROPOTABILE

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO N.

RI6.1

ATTIVITÀ SPECIALISTICA

Dr.Geol. Roberto LESCA
Via Moro 22 - Caresanablot (VC)
Tel/fax 0161.235238

--

Dr.Geol. Fabio LAMANNA
Via Envie 1 - Torino
Tel/fax 011.19715842

PROGETTO DEFINITIVO

PRATICA N°10131D

ARCH. N° OI 181

MODIFICHE
AGGIORNAMENTI

Aggiornamento

Data

CONTROLLO

Firma

OPERATORE

RL

CONTROLLO

RL

APPROVAZIONE

DC

INDICE

Premessa	pag.	1
SEZIONE 1: TEMATICHE GEOLOGICHE		
1.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	pag.	3
1.1.) Il settore prealpino	pag.	3
1.2.) Il settore di pianura	pag.	7
2.) CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI	pag.	10
2.1.) Graniti	pag.	10
2.2.) Vulcaniti	pag.	11
2.3.) Litotipi calcareo-dolomitici mesozoici	pag.	13
2.4.) Litotipi sabbioso-argillosi pliocenici	pag.	14
2.5.) Terreni sciolti	pag.	15
2.5.1.) Coperture su rocce-madri granitiche e vulcanitiche	pag.	15
2.5.2.) Coperture su rocce-madri carbonatiche	pag.	18
2.5.3.) Alluvioni antiche (Villafranchiano)	pag.	19
2.5.4.) Alluvioni antiche, medio-recenti e recenti di ambiente fluvioglaciale/fluviatile	pag.	20
SEZIONE2: DISAMINA DELLE PROBLEMATICHE		
3.) LE CONDOTTE	pag.	22
3.1.) SCHEDA N. 1 - tronchi compresi in Tav. RI6.4	pag.	24
3.1.1.) Interventi previsti	pag.	25
3.2.) SCHEDA N.2 - tronchi compresi in Tav. RI6.5	pag.	27
3.3.) SCHEDA N.3 - tronchi compresi in Tav. RI6.6	pag.	29
3.3.1.) Interventi previsti nella zona della diga sul T.te Ostola	pag.	30
3.3.2.) Interventi previsti nella zona centro-meridionale	pag.	31
3.3.3.) Interventi previsti nella zona centro-settentrionale	pag.	31
3.4.) SCHEDA N.4 - tronchi compresi in Tav. RI6.7	pag.	32
4.) OPERE A SERVIZIO DELLA RETE DI PIANURA	pag.	33
4.1.) I depositi glaciali	pag.	34
4.2.) I depositi fluviali/fluvioglaciali	pag.	35
4.3.) Caratterizzazione litotecnica	pag.	36

PREMESSA

La presente relazione concerne i *“Lavori di potenziamento, ristrutturazione e completamento dell’acquedotto consortile nel comprensorio nord-orientale e di fornitura del servizio idropotabile agli insediamenti rurali della Baraggia V.se”*. Tale progetto comporta la realizzazione della rete di condotte di adduzione/distribuzione, dei serbatoi di accumulo e di modulazione, dei potabilizzatori e degli impianti funzionali alle finalità previste.

L’analisi geologica è stata condotta mediante rilevamento diretto, integrato ed implementato dall’esame fotointerpretativo di documentazioni sia in bianco/nero che a colori, di epoche diverse ed a diversa scala.

Le indagini hanno condotto alla redazione di una Carta Geolitologica per unità formazionali alla scala di 1/30.0000, ricoprente l’intero settore interessato dal progetto. La zona prealpina, caratterizzata da tematismi geologico-applicativi specifici, è stata differenziata dalle aree della pianura vercellese-biellese mediante la realizzazione di quattro planimetrie geolitologiche di dettaglio alla scala di 1/5.000 e di profili in asse alla condotte, finalizzati alla definizione operativa puntuale delle tipologie di terreni e delle relative metodologie di scavo. La fase di elaborazione dei tematismi individuati è stata realizzata mediante l’utilizzo di software GIS.

Lo studio viene redatto ai sensi della legge 8/8/1985, n.431, in conversione del D.L.

27/6/1985, n.312, recante disposizioni in merito alla tutela delle zone di particolare interesse ambientale; in base ai disposti della L.R. 45/89 per quanto attiene i settori sottoposti a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.n.3267 del 30/12/1927; a completamento della documentazione progettuale obbligatoria ai sensi del D.M. 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e del D.M. 11/03/1988 e circolare applicativa LL.PP. 24/9/1988 n.30483.

SEZIONE 1: TEMATICHE GEOLOGICHE

1.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

1.1.) Il settore prealpino

Il settore interessato dalle opere in progetto compare sul F° n. 53 "Biella" della C.G.I. alla scala di 1/100.000.

L'area esaminata viene a collocarsi in corrispondenza del basamento delle Alpi Meridionali, affiorante tra la Pianura Padana (S.) e la Zona Sesia-Lanzo (NW).

Già il Novarese (1929) suddivise tale basamento in "Formazione dei Laghi" o Zona Strona-Ceneri, ed in "Formazione Dioritico-Kinzigitica" o Zona Ivrea-Verbano. La prima si compone di un complesso di scisti cristallini pre-carboniferi, nei quali si sono intrusi i graniti tardo-ercinici (Alzo, Baveno). Essa è mascherata, a meridione, da una potente ed eterogenea serie di vulcaniti permiane e dalla serie mesozoica sud-alpina oggi ridotta in lembi isolati (Sostegno, M. Fenera).

La Zona Ivrea-Verbano affiora invece lungo il margine nord-occidentale della Serie dei Laghi, a NW dell'allineamento Borgosesia-Mergozzo.

La Zona Strona-Ceneri corrisponde ad un'unità metamorfica comprendente litologie gneissiche, masse minori di rocce eruttive basiche ed intermedie ad assetto in gran parte filoniano e vaste masse granitiche (Graniti dei Laghi). A SW essa giunge sino alla Valle Strona di Mosso, mentre a NW confina con la Zona Ivrea-Verbano; il contatto con quest'ultima viene indicato, sul F. Varallo, mediante la distinzione di un'aureola testimoniante il metamorfismo

di contatto indotto dalla messa in posto dei graniti a carico delle rocce incassanti (frequente è l'anatessi delle kinzigiti).

La Zona Ivrea-Verbano raggruppa vari litotipi, sostanzialmente riconducibili ad una famiglia di paraderivati di natura prevalentemente pelitica ed una di metabasiti ed associate rocce eruttive basiche ed ultrabasiche. L'insieme risulta strutturato in ampie fasce ad andamento NNE-SSW, con i paraderivati in posizione "interna" (SE) e le metabasiti in posizione "esterna" (NW) sino al contatto con il vasto ellissoide della Zona Sesia-Lanzo.

Limitando l'interesse ai paraderivati, va rimarcato che il litotipo prevalente è rappresentato dalle kinzigiti, scisti a biotite e sillimanite con granato e muscovite, comprendenti sub-facies a feldspato potassico in sostituzione della muscovite; comune è anche la presenza della grafite. Altrettanto frequente, nelle kinzigiti, sono le lenti di rocce basiche nonché vene, sacche e filoni di materiali pegmatitici.

Dal punto di vista tettonico-strutturale, la Zona Strona-Ceneri e la Zona Ivrea-Verbano possono essere intese come un'unica serie cristallina continua, interessata da un metamorfismo regionale di età pre-alpina a carattere progressivo da SE verso NW. Nel settore tra il Biellese ed il Lago Maggiore, il contatto tra Zona Ivrea-Verbano e Zona Strona-Ceneri è dato da un'importante linea tettonica (linea Cossato-Mergozzo-Brissago), in corrispondenza della quale agirono fenomeni metamorfici e magmatici che hanno condotto alla parziale obliterazione del carattere tettonico del contatto.

La continuità di tale contatto è interrotta, nel tratto Mosso S.Maria-Borgosesia, per l'azione della faglia della Cremosina; questa dislocazione è in realtà costituita da un insieme di faglie sub-parallele il cui effetto complessivo pare potersi identificare con quello di una faglia trascorrente a movimento destrorso, che ha determinato uno scivolamento orizzontale

relativo pari ad una dozzina di chilometri. Eliminando idealmente tale spostamento, è possibile ricostituire l'originaria unità genetica delle intrusioni granitiche (Biellese e bassa Valsesia) e delle rocce della Zona Strona-Ceneri ad esse associate.

A S. del lineamento della Cremosina, tra il bordo collinare prealpino, a meridione, ed il F. Sesia ad E., si fa dominante la presenza dei porfidi, tufiti ed ignimbriti riferibili al cosiddetto complesso dei "Porfidi Quarziferi".

Sebbene le intrusioni granitiche siano usualmente interpretate come antecedenti i porfidi s.l., nella realtà la cronologia relativa delle due unità è tutt'altro che chiara. Prescindendo da considerazioni petrografiche di dettaglio, pare doversi ritenere che le masse granitiche più antiche (Massiccio Granitico del Biellese) costituiscano il nucleo centrale ed occidentale del plutone, mentre litotipi di età relativamente più recente, seppur ascrivibili al medesimo complesso, si localizzano in prossimità delle vulcaniti permiane (E.), talora con manifestazioni filoniane all'interno delle stesse.

Successivamente alla messa in posto di plutoniti e vulcaniti, l'azione erosiva degli agenti meteorici determinò un notevole smantellamento delle formazioni subaeree seguito, a partire dal Mesozoico, da una prima, significativa trasgressione marina che ne determinò la sommersione sino al Miocene. Tale evento è contrassegnato dalla presenza di litotipi calcareo-dolomitici organizzati in corpi di cui rimangono lembi visibili tra Sostegno e Roasio e, in sinistra Sesia, in corrispondenza del M. Fenera.

Il Miocene fu caratterizzato da un sollevamento dell'edificio alpino, con conseguente riemersione delle antiche formazioni e delle rocce sedimentarie su di esse deposte. Si stabilirono così le condizioni per il rinnovarsi di un ciclo di alterazione-erosione che coinvolse in modo decisamente marcato l'intera successione, conducendo al pressochè totale smantel-

lamento delle assise sedimentarie mesozoiche, con notevoli ripercussioni anche sui graniti, sui porfidi l.s. e sui litotipi kinzigitici del basamento cristallino.

Una seconda, più recente trasgressione si verificò in età pliocenica, dando origine ad una successione sedimentaria di natura argilloso-sabbiosa che borda il margine prealpino nel settore tra Vigliano Biellese e Gattinara, ma affiorante anche sui fianchi delle basse valli Sessa e Sesia nonché nelle incisioni torrentizie particolarmente pronunciate (T.te Cervo).

Nel settore centrale dell'area esaminata, in corrispondenza dei centri di Guardabosone e Crevacuore, compare una fascia costituita da sedimenti di origine marina e di età pliocenica direttamente trasgressivi sul substrato granitico o porfirítico. Si tratta di sabbie, argille marnose e marne per le quali risulta impossibile la classica partizione in Pliocene inferiore (Piacenziano), prevalentemente pelitico, ed in Pliocene superiore (Astiano), in prevalenza sabbioso. In ambito locale, a tali facies si associano talora argille caoliniche derivanti dall'intensa alterazione delle vulcaniti di substrato.

Nelle zone occidentali della fascia prealpina, superiormente alle facies plioceniche, con un contatto basale erosionale sia sui terreni marini che sul substrato cristallino, compaiono depositi di ambiente lagunare e fluvio-lacustre, di transizione ai depositi continentali quaternari.- Si tratta del cosiddetto "Villafranchiano", costituito da ghiaie e sabbie alternantisi a banchi pelitici, caratterizzate da una ferrettizzazione assai intensa che ha condotto alla totale alterazione dell'originario deposito su spessori anche superiori ai 3-4 metri.

I termini superiori della successione (Quaternario) sono rappresentati da alluvioni ghiaiose terrazzate, talora di ambiente fluvio-glaciale, incise dai corsi d'acqua Sessa e Strona e preservate in lembi ed in fasce a ridosso dei versanti, e da depositi recenti ed attuali connes-

si alle ultime fasi evolutive dell'idrografia locale, presenti nei fondivalle ed in corrispondenza degli alvei.

1.2.) Il settore di pianura

La pianura vercellese-biellese costituisce un vasto settore a geometria idealmente trapezoidale, rastremantesi verso W. in corrispondenza della "strettoia" determinata dalla presenza massiccia e caratteristica dell'anfiteatro morenico di Ivrea e completamente aperta a ventaglio in direzione E., verso l'ampia pianura novarese e lombarda. Ad oriente, l'asta fluviale del F. Sesia costituisce un marcato break alla continuità del settore, determinandone l'interruzione lungo un allineamento N - S.

L'area, intesa nella precedente accezione, risulta fisiograficamente delimitata ad occidente dal già citato apparato eporediese, cui fa riscontro a S. il bordo collinare del Monferrato. A settentrione il bacino giunge sino alle prime propaggini prealpine, ove si osservano i corsi del T.te Elvo, del T.te Cervo ed infine, più ad Est, del F. Sesia, con le vaste e complesse forme derivanti dalla prolungata ed intensa azione morfogenetica esercitata sulla pianura.

L'attuale assetto dell'area è esclusivamente connesso a fenomenologie attive in tempi relativamente recenti. Il Quaternario è stato principalmente caratterizzato dalle imponenti pulsazioni glaciali che, in questo settore, hanno lasciato caratteristiche vestigia nell'apparato morenico della Serra d'Ivrea.

Le singole pulsazioni che alternativamente portarono allo sbocco in pianura il grande ghiacciaio della Dora Baltea erano connesse ad analoghe variazioni dei regimi pluviometrico e termico. Il continuo apporto di materiale solido dovuto al trasporto glaciale determinava la

progressiva trasformazione dell'apparato morenico il quale, da un lato, veniva continuamente rimpinguato mentre dall'altro subiva un'opera di costante rielaborazione ad opera dei numerosi scaricatori subglaciali. All'azione di questi ultimi è imputabile la genesi, all'esterno dell'apparato morenico, di un esteso conoide di depositi alluvionali (fluvioglaciale) a debole pendenza.

Analogamente, in conseguenza di variazioni degli apporti meteorici verso regimi di tipo atlantico, caratterizzati da cospicue precipitazioni, si realizzava, allo sbocco in pianura di tutte le valli, una massiccia deposizione di materiale alluvionale sotto forma di ampi conoidi.

In alternanza alle fasi di espansione glaciale, si verificarono in tutta l'area periodi di clima steppico, dominati dal vento, che agì efficacemente come agente di trasporto solido e di selezione granulometrica, determinando la deposizioni di coltri eoliche costituite da frazioni fini limoso-sabbiose (loess).

L'associarsi di interglaciali a clima caldo subtropicale, determinò un'ulteriore evoluzione della rete idrografica con l'instaurarsi di condizioni di portata decisamente inferiore, deposizione del carico solido all'interno delle valli e conseguente sviluppo di azioni erosive nei settori apicali dei conoidi in precedenza depositi.

Parallelamente a ciò, i gradienti dell'intero settore subirono modificazioni connesse al sollevarsi dell'arco alpino in risposta alle ultime fasi orogenetiche, con amplificazione delle tendenze erosive in atto e progressiva, profonda incisione della piana alluvionale in precedenza costituita. Il risultato consistette nello smembramento delle originarie assise fluvioglaciali e fluviali e nel costituirsi di una vasta area solcata dalle ampie incisioni ospitanti i corsi d'acqua, all'interno delle quali, con il ripetersi dei cicli, si depositavano formazioni più recenti ed a quota meno elevata .

Da un punto di vista strettamente sedimentologico, la successione risulta costituita prevalentemente da depositi sciolti eteropici ed eterometrici di origine fluvioglaciale, fluviolacustre e fluviale con caratteristica presenza, al tetto della serie, di materiali fini a granulometria estremamente omogenea (loess), originatisi per trasporto e deposizione di polveri in corrispondenza alle fasi steppiche che contrassegnarono il cataglaciale Riss e, almeno in parte, il precedente omologo mindeliano.

La struttura risultante, quale è dato oggi di riconoscere, è costituita da ampie conoidi a debole pendenza, digradanti verso SSE, a spessore decrescente da monte verso valle e marcatamente gradate nella stessa direzione.

Le più antiche presenti nell'area hanno età mindeliana e si presentano smembrate in frammenti isolati ed altimetricamente rilevati, costituenti le tipiche "baragge". Una storia del tutto analoga ha caratterizzato le conoidi rissiane, ridotte oggi ad una frazione della loro originaria estensione.

2.) CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI interessati dalle opere in progetto

2.1.) Graniti

Le facies in questione sono rappresentate da graniti bianchi biotitici, graniti rossastri talora a struttura porfirica e da subordinati graniti aplitici in genere rosati.

La caratteristica saliente è rappresentata dall'intensa alterazione, che ha condotto alla costituzione di una coltre di copertura di rilevante spessore (di cui si tratterà più avanti). Laddove i fenomeni chimici hanno agito con minore intensità, oppure in corrispondenza di incisioni torrentizie che hanno portato a giorno le porzioni più profonde del plutone, la facies rivela ancora caratteristiche litoidee non comparabili, tuttavia, con quelle dei Graniti dei Laghi nè con quelle dei più recenti graniti terziari connessi al ciclo magmatico alpino.

Poichè la compagine è stata interessata da fenomeni di alterazione particolarmente intensi e protratti nel tempo, ne consegue il peso di volume della roccia sarà minore rispetto a quello dei graniti inalterati ($\gamma = 25 \div 28,5$ kN/mc.), collocandosi nell'intorno, con ogni probabilità, di $\gamma = 22,6 \div 23,5$ kN/mc..

Dal punto di vista della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, i graniti presentano comunemente carichi di rottura compresi tra $9,8E+04 \div 1,9E+05$ kPa. Nel caso in esame, neppure le facies relativamente integre facenti parte del bedrock sottostante le coltri di copertura raggiungono tali valori. In considerazione della peculiarità della litologia, è tuttavia pressochè impossibile quantificare carichi di rottura, ancorchè sommari, che rendano ragione

dell'effettivo comportamento meccanico dei materiali reali.

Dal punto di vista della prassi operativa, tenendo conto delle caratteristiche "medie" sopra riportate, tali graniti risultano scavabili mediante l'utilizzo di escavatore a cucchiaio rovescio, riservando l'impiego delle attrezzature pneumatiche a percussione unicamente ai tratti ove compaiano facies meno alterate od in corrispondenza di vene e filoni aplitici ben conservati.

2.2.) Vulcaniti

Con la terminologia Complesso dei "Porfidi Quarziferi" del Biellese si qualifica, in modo alquanto improprio, un insieme di vulcaniti di natura prevalentemente piroclastica e soltanto limitatamente effusiva.

La natura dei meccanismi, sia genetici che di messa in posto, ha determinato la costituzione di un vasto ammasso di rilevante complessità geologica, connessa al susseguirsi di eventi eruttivi testimoniati dalla sovrapposizione e dalla reciproca interdigitazione di materiali eterogenei, con caratteristiche litologiche spesso sfumanti gradualmente le une nelle altre.

La sequenza vulcanitica, nell'insieme, rivela inoltre i segni di un'attività tettonica che, se pur non ha coinvolto le Alpi Meridionali nei parossismi dell'orogenesi alpina, ne ha pur sempre interessato la compagine con una risposta fragile evidenziante a tutte le scale con la presenza di faglie e giunti ad asse prevalente NNW-SSE.

Il litotipo dominante, quanto meno nei settori interessati dal progetto, è rappresentato da un aggregato a struttura litoclastica, con frammenti di rocce o di singoli individui cristalli-

ni inglobati in una matrice ignimbratica grossolana. A tali materiali si associano, od in parte si sostituiscono lateralmente, litologie raggruppabili sinteticamente in almeno 3 facies principali.

La prima è costituita da ceneri vulcaniche diagenizzate e rinsaldate a costituire ammassi a grana fine e di colore nocciola chiaro (cineriti), caratterizzate da una stratificazione primaria da centimetrica a decimetrica.

La seconda facies, con distribuzione areale piuttosto limitata, è rappresentata da un aggregato estremamente compatto e tenace, di colore violaceo, a frammenti ed inclusi rocciosi e con indizi, anche alla scala del campione, di strutture pseudofluidali.

Nell'ultima partizione rientrano litologie tufacee verde-marrone intensamente fessurate e fratturate, che paiono raggrupparsi preferenzialmente in corrispondenza dei principali assi tettonici.

Dall'esame dei dati disponibili in letteratura, le rocce effusive antiche geneticamente assimilabili alla famiglia dei porfidi, possono essere indicativamente caratterizzate da un peso di volume compreso tra $22,5 \div 24,5$ kN/mc., quanto meno in relazione alle facies litoidee a maggior competenza.

Per quanto attiene la resistenza a compressione ad espansione laterale libera, si rinven-
gono frequentemente facies assai compatte e tenaci, con carichi di rottura anche superiori ai $2,4E+05$ kPa, mentre i litotipi più comuni connessi all'orogenesi ercinica, micro-fessurati ed alterati, presentano più comunemente valori compresi tra $9,8E+04 \div 1,4E+05$ kPa.

Le modalità di scavo nei materiali descritti variano in funzione sia del litotipo specifico sia, soprattutto, delle condizioni di fissilità primaria, di fratturazione e di alterazione. Per le porzioni di substrato più prossime alla superficie (le uniche interessate dalla posa della con-

dotta), le generali condizioni di allentamento della compagine rocciosa inducono a ritenere fattibile l'operabilità con mezzi meccanici ordinari (escavatore). Per le facies a maggiore competenza e, comunque, più sane ed inalterate, si dovrà prevedere lo scavo mediante idonea attrezzatura a percussione.

2.3.) Litotipi calcareo-dolomitici mesozoici

Si tratta delle litologie dominanti all'interno del Lembo Calcareo di Sostegno comprendente, nel dettaglio, calcari a spicole di spugne, calcari arenacei, calcari marnosi e calcari dolomitici con subordinate facies arenacee in prossimità del contatto basale trasgressivo sulle vulcaniti.

Una caratterizzazione geomeccanica, sia pur di massima, di tali materiali non si rivela affatto semplice. In assenza di dati specifici e facendo ricorso alla letteratura, risulta evidente che il campo di variabilità dei parametri è assai ampio, con pesi di volume compresi tra $19,6 \div 23,5$ kN/mc. per i calcari teneri e $23,5 \div 27,5$ kN/mc. per calcari e dolomie compatte, con minimi per le facies con minor grado di compattezza che si collocano intorno a $\gamma = 19,6$ kN/mc..

Nei confronti della resistenza a compressione, i valori dei carichi di rottura variano dai $9,8E+04$ kPa circa (in media) per i calcari dolomitici ai $4,9E+04$ kPa circa per le facies arenacee, con punte minime e massime che possono tuttavia discostarsi dalla medie citate per più del 50%.

Nei riguardi delle proprietà e delle costanti elastiche di tali materiali, viene confermata

l'ampia gamma di variabilità dei dati, che si concretizzano in valori del modulo elastico E (derivante da prove di carico) compresi tra $1,9 \div 4,9E+07$ kPa, con punte decisamente superiori per le dolomie compatte.

Utilizzando un valore $\gamma = 22,6$ kN/mc., che potrebbe caratterizzare in modo sufficientemente preciso un litotipo calcareo-arenaceo "medio", indicativo delle facies presenti nel dominio di affioramento del Lembo Calcareo di Sostegno, ed applicando la già citata relazione:

$$E = 0,9 \times (\gamma - 20,6) \times 10^6$$

si ottiene $E = 1,7E+07$ kPa. Tale valore si colloca nella parte bassa della scala dei moduli elastici riportati in letteratura per le rocce calcareo-dolomitiche.

Lo scavo di tali materiali potrà avvenire secondo prassi operative ordinarie, articolate nell'uso di escavatore a cucchiaio rovescio nel caso di litologie calcareo-arenacee fratturate e/o alterate e nell'adozione di metodi a percussione in corrispondenza di facies integre, a tratti particolarmente compatte.

2.4.) Litotipi sabbioso-argillosi pliocenici

Si tratta di una successione sedimentaria di ambiente marino, costituita da alternanze di sabbie ed argille con subordinate marne e ghiaie. Localmente si rinvengono livelletti centimetrici di sabbie cementate, mentre in talune zone compaiono depositi piuttosto estesi e potenti di argille caoliniche da alterazione del substrato vulcanitico.

Poichè la sequenza consta generalmente di orizzonti di spessore centimetrico o deci-

metrico, essa può essere assimilata, nel comportamento meccanico, ad un unico complesso sabbioso-argilloso, cioè ad un terreno dotato sia di attrito interno che di coesione.

Tenendo conto dello stato di addensamento dei materiali e dei parametri usualmente proposti per i medesimi, è possibile attribuire all'insieme un peso di volume (riferito al terreno saturo) $\gamma = 17,2 \text{ kN/mc.}$, a fronte di un angolo di attrito interno $\varphi = 30^\circ$. I valori della coesione, a titolo indicativo, possono collocarsi nell'intorno di $c_u \cong 39,2 \text{ kN/mq.}$ (coesione non drenata).

La realizzazione di trincee in tali terreni potrà essere condotta mediante l'utilizzo delle ordinarie macchine scavatrici. Per scavi di profondità eventualmente superiore ai $2.5 \div 3.0$ m., potrà rendersi necessaria la verifica delle condizioni di stabilità delle pareti degli stessi, in funzione dei locali parametri geotecnici e geomeccanici.

2.5.) Terreni sciolti

Si tratta, nel complesso, di materiali granulometricamente eterogenei con caratteristiche litologiche e geotecniche estremamente variabili. I movimenti-terra vertono sull'impiego delle normali macchine scavatrici.

2.5.1.) Coperture su rocce madri granitiche e vulcanitiche

I due terreni sono stati accomunati in un'unica descrizione, in quanto le rocce madri originarie presentano molte similitudini di ordine chimico-petrografico che determinano un'analoga risposta nei confronti dei processi di alterazione e disgregazione.

I litotipi granitici rivelano un chimismo equivalente a quello dei corrispondenti termini effusivi (rioliti ed ignimbriti riolitiche), in relazione a vicende genetiche che vedono una stretta relazione tra eventi intrusivi ed effusivi nella parte terminale dei cicli orogenetici.

Nell'area in esame sia graniti che "porfidi" (l.s.) si presentano coevi (salvo implicazioni di dettaglio già citate), riferibili alle fasi finali degli eventi ercinici ed impostati alla stessa quota in un settore arealmente limitato e pertanto sottoposto, in seguito, ai medesimi fenomeni climatici.

I processi intervenuti a carico dell'originaria compagine rocciosa sono caratterizzati dall'iniziale disgregazione fisica, che procede attraverso l'esaltazione delle diaclasi, favorendo in tal modo la circolazione delle acque e l'incentivazione dei fenomeni chimici.

Secondo l'interpretazione usuale, tali eventi parrebbero caratteristici di fasi climatiche caldo-umide di tipo sub-tropicale ma, secondo taluni Autori (CARRARO e COLOMBO, 1992), sarebbe opportuno considerare la preventiva esistenza di un potente materasso alluvionale (in seguito eroso) ospitante una falda in grado di favorire lo sviluppo di intensi fenomeni di idrolisi.

Prescindendo dagli aspetti particolari, lo sviluppo progressivo dei processi conduce alla formazione di una coltre arcuata potente diversi metri, costituita da una porzione superficiale completamente alterata e da una zona più profonda (di cementazione) ove la roccia madre conserva ancora parte degli originari caratteri litoidi.

Il terreno risultante è costituito da frazioni granulometriche fini ($\varphi < 0.002$ mm.) di neoformazione, in misura del 2% ÷ 5%, mentre la porzione più decisamente caratterizzante il fuso granulometrico è rappresentata da limo e sabbia ($\varphi < 2$ mm.).

La frammentazione della roccia e dei singoli costituenti mineralogici è stata pertanto

notevolissima e sono ancora riconoscibili, tra i componenti originari, il quarzo e le muscoviti (di fatto inalterabili), i plagioclasti alterati in sericite che conferisce loro un tipico colore verdastro e parte dei feldspati alcalini non completamente idrolizzati.

Il colore bruno-rossiccio delle coperture arcose è dovuto al processo di alterazione delle miche scure, che vede lo sviluppo di goethite (dovuta all'essudazione del ferro) e da questa la genesi di clorite e la liberazione di potassio.

Dal punto di vista geotecnico, tenendo conto dei tipi di opere in progetto, risulta interessante una quantificazione, sia pur a livello generale, delle caratteristiche e quindi del comportamento meccanico delle coltri arcose. Tali materiali hanno completamente perso ogni indizio dell'originaria compattezza lapidea e sono rappresentabili come una sabbia limosa a matrice argillosa, tendente a conferire all'insieme una certa coesione.

Le condizioni di stabilità delle arcose possono considerarsi discrete, fatta eccezione per i casi in cui afflussi meteorici di elevata intensità interessino settori di versante privi di idonee coperture vegetali o comunque denudati, giungendo a mobilitare le coltri con l'innescare di fenomeni gravitativi o, nei casi più eclatanti, il trasporto dei materiali ad opera delle acque sotto forma di sospensioni ad elevata densità (debris flows).

Nel complesso, nel caso delle terre del tipo individuato, è possibile ipotizzare con buon margine $\varphi = 30^\circ \div 35^\circ$ e $\gamma = 17,6 \div 18,6$ kN/mc. (con riferimento al terreno allo stato saturo), mentre la presenza di forze di coesione è dimostrata dalla possibilità di tali materiali di sostentarsi su scarpate aventi $\beta \gg \varphi$ (in condizioni talora prossime alla verticalità).

2.5.2.) Coperture su rocce-madri carbonatiche

In tale gruppo rientrano le coltri pedogenizzate e, in generale, i terreni eluvio-colluviali formati a spese di rocce madri calcareo-dolomitiche, che rappresentano una singolare peculiarità delle Prealpi vercellesi.

In considerazione della storia deposizionale, della bassa quota e della morfologia piuttosto dolce, gli affioramenti del substrato carbonatico in posto sono alquanto rari e si riscontrano, prevalentemente, in corrispondenza di sbancamenti per opere stradali o per vecchie coltivazioni dei litotipi soggiacenti, finalizzate alla produzione di calce.

I fenomeni di alterazione si sono espletati con particolare intensità, conducendo alla formazione di suoli di potenza metrica, con caratteristica presenza di "terre rosse" argillose, residuali alla completa dissoluzione dei livelli più superficiali dei calcari.

Il contatto tra la coltre d'alterazione ed il bedrock non presenta caratteri di regolarità ma, in pratica, si realizza per il tramite di un orizzonte in cui i terreni argillosi rossastri si presentano mischiati a frammenti di calcare inalterato. Localmente, qualora siano intervenuti fenomeni di trasporto gravitativo (base dei versanti), gli ammassi si presentano più potenti e caotici, con una componente detritica che comprende anche blocchi e massi di cospicue dimensioni.

Una stima dei principali parametri geotecnici potrebbe condurre ad una valutazione di $\varphi \cong 10^\circ \div 15^\circ$, $\gamma \cong 17,6 \text{ kN/mc.}$ (terreni saturi) e $c_u \cong 19,6 \text{ kN/mq.}$

2.5.3.) Alluvioni antiche (Villafranchiano)

Si tratta di alluvioni ciottolose grossolane, caratterizzate da un'estrema ferrettizzazione, che ha interessato la compagine su spessori dell'ordine dei 3 ÷ 4 m.. Tali alluvioni risultano trasgressive sia sul substrato cristallino o vulcanitico, sia sulle assise marine plioceniche e dovevano costituire, almeno in origine, un'estesa copertura uniformemente distribuita in tutto il settore pedemontano afferente l'alta pianura vercellese e nelle basse valli (Val Sessera).

Oggi questi depositi sussistono unicamente in settori preservati dall'erosione, ove costituiscono aree penepianeggianti in posizione rilevata, o dorsali a morfologia regolare e sommità spianata a pendenza costante.

Nel complesso, l'intensa alterazione ha condotto alla trasformazione del deposito, originariamente eteropico ed eterometrico, sino a costituire un insieme granulometricamente assimilabile ad un'argilla limoso-sabbiosa.

I parametri geotecnici, desumibili da prove sperimentali in aree prossime a quelle in esame e confermati dal comportamento nel medio termine dei terreni interessati, indicano $\varphi = 20^\circ \div 25^\circ$ e $\gamma \cong 18,6 \text{ kN/mc.}$, a fronte di valori di coesione piuttosto elevati, dell'ordine di $c_u \cong 14,7 \div 19,6 \text{ kN/mq.}$

I terreni villafranchiani possono quindi rappresentare una difficoltà dal punto di vista operativo, soprattutto qualora si presenti la necessità di effettuare tagli e scavi trasversali su versanti impostati sui medesimi.

2.5.4.) Alluvioni antiche, medio-recenti e recenti di ambiente fluvioglaciale/fluviale

In questo ambito sono compresi materiali estremamente vari sia per costituzione che per età cronologico-relativa. I depositi più antichi sono riferibili al fluvioglaciale Mindel e sono rappresentati da alluvioni ciottolose grossolane, alterate in "ferretto tipico" per spessori dell'ordine dei 3 m., con ciottoli interamente disgregati.

Tali materiali sono organizzati in conoidi sopraelevati rispetto alle alluvioni di genesi più recente, ed hanno apici prevalentemente in corrispondenza degli sbocchi in pianura dei corsi d'acqua alpini (zona di Cossato e Lessona).

Poichè nell'area mancano i coevi termini morenici, i terreni immediatamente successivi nella stratigrafia locale sono rappresentati dal fluvioglaciale Riss, costituito da alluvioni grossolane alterate in materiali giallo-ocracei, a luoghi interessate dalla presenza di coperture loessiche.

I termini superiori della successione vanno dal fluvioglaciale Riss-Würm, costituito da depositi ghiaiosi debolmente alterati costituenti il livello fondamentale della pianura, sino alle alluvioni fluvioglaciali e fluviali Würm, ed infine ai depositi recenti ed attuali degli alvei dei corsi d'acqua.

Dal momento che gli ambienti deposizionale fluvioglaciali e fluviali presentano molti caratteri comuni, ne consegue che i materiali risultanti, pur di età diversa, rivelano strutture e composizioni pressochè analoghi. Il principale fattore realmente distintivo, avente anche ripercussioni sul comportamento geotecnico, è rappresentato dal grado di alterazione, massimo per i terreni più antichi (Mindel) e progressivamente meno alterato nei terreni più recenti, sino ad essere nullo per i depositi attuali.

Le variazioni granulometriche, che pure esistono, sono espressione dei livelli di energia implicati nei vari ambienti deposizionali, con terreni più grossolani nei tratti vallivi a maggior gradiente e nei settori apicali dei conoidi, cui corrispondono materiali più fini nei settori a minor pendenza dei corsi d'acqua e nelle aree distali dei conoidi. Le alluvioni fluvioglaciali mindeliane, profondamente alterate, presentano caratteristiche molto simili a quelle dei terreni villafranchiani in precedenza descritti, fatta eccezione per la presenza di una maggior componente sabbiosa. Le analogie costitutive sono suscettibili di riflettersi anche sulle caratteristiche geotecniche, sintetizzabili in $\varphi \cong 25^\circ \div 28^\circ$ e $\gamma \cong 17,6$ kN/mc., con valori di coesione dell'ordine di $c_u \cong 9,8$ kN/mq..

I terreni fluvioglaciali rissiani sono caratterizzati da un grado e da un tipo di alterazione diversi, ma nell'insieme e per le finalità del progetto in esame, essi possono essere assimilati ai precedenti per quanto attiene il comportamento geomeccanico in grande.

I rimanenti depositi (dal fluvioglaciale Riss-Würm alle alluvioni recenti ed attuali) presentano caratteristiche sostanzialmente identiche dal punto di vista geotecnico. Esiste, comunque, una spiccata variabilità sia verticale che laterale dei parametri, in funzione delle variazioni granulometriche piuttosto frequenti in simili tipologie di depositi. Un ideale terreno "medio", rappresentativo dei caratteri salienti di tali materiali è individuabile in un deposito eteropico ed eterometrico praticamente inalterato, caratterizzabile come una ghiaia grossolana inglobante blocchi decimetrici, a ridotta componente sabbiosa e limitata matrice limosa.

I corrispondenti parametri sono indicativamente sintetizzabili in $\varphi \cong 35^\circ \div 38^\circ$ e $\gamma \cong 17,6 \div 18,6$ kN/mc., con valori di coesione, nel complesso, del tutto trascurabili.

SEZIONE 2: DISAMINA DELLE PROBLEMATICHE geologiche connesse alle opere in progetto

3.) LE CONDOTTE

Premessa

Le basi topografiche utilizzate per la redazione delle carte geolitologiche del settore prealpino interessato dalle opere sono costituite dalla C.T.R. ingrandita alla scala di 1/5.000, corrispondenti alle analoghe tavole di progetto, delle quali rispettano i riferimenti ai nodi della rete di distribuzione.

Alle distinzioni litologiche effettuate corrisponde una descrizione geologica ed una caratterizzazione geomeccanica di massima oggetto del Cap. 2 della presente relazione. Lungo l'intero percorso delle condotte, i terreni presenti sono stati inoltre distinti e riportati a compendio dei profili longitudinali allegati al progetto, anche al fine di agevolare le fasi di computo delle opere.

Ai fini applicativi, si è conferita una certa considerazione alla presenza di coltri eluvio-colluviali derivanti dal disfacimento delle rocce madri, nonché alla presenza di materiali sciolti di genesi fluvioglaciale/fluviale, detritica e mista, in quanto caratterizzati da proprietà geomeccaniche in grado di condizionare le modalità di scavo e, di conseguenza, i costi di realizzazione.

Una parte considerevole della rete di adduzione/distribuzione verrà posizionata in corrispondenza di sedi stradali costituenti l'ordinaria viabilità locale, o di sterrati agrari e vicinali.

Pertanto una sezione della legenda, costituita da simbologie grafiche con relative descrizioni, è dedicata alla caratterizzazione dei tratti in cui le tubazioni interessano tali manufatti.

In simili casi, gli interventi non introducono alcuna variazione dell'assetto geomorfologico, preconditionato dalla realizzazione del piano viabile, ed è pertanto prassi consolidata ritenere le nuove opere del tutto secondarie rispetto a quelle stradali esistenti.

I tematismi sin qui descritti sono stati raggruppati nella legenda che si riporta negli elaborati grafici dello studio geologico. Essa consta di due sezioni principali (legenda terreni e legenda assetto) con classi differenziate attraverso l'adozione di simbologie lineari: entro la prima sono descritte le partizioni geolitologiche già evidenziate nella Carta Geolitologica Generale; la seconda pone in rilievo distinzioni aventi implicazioni operative dirette. In questa sede, come già in precedenza accennato, si sono considerate tre classi di terreni:

- coltri di copertura /depositi sciolti;

tale classe raggruppa i terreni derivanti dai processi di alterazione chimica e di disgregazione fisica delle originarie rocce-madri, nonché i terreni sciolti di ambiente deposizionale marino o continentale (descritti nel Cap. 2). Tali materiali sono suscettibili di scavo e movimentazione mediante macchine escavatrici ordinarie,

- copertura /sub-affiorante;

nella partizione rientrano i settori in cui le coltri di copertura presentano modesto spessore e pertanto la posa della condotta potrà giungere ad interessare il substrato competente o

frammentato/alterato in clasti di volumetria tale da richiedere la demolizione sul posto mediante idonee attrezzature,

- sub-affiorante;

questa classe identifica settori ove lo scavo avverrà in prevalenza entro le rocce competenti di substrato (graniti, vulcaniti, litotipi calcarei mesozoici), lavorabili attraverso l'adozione di macchina escavatrice attrezzata con martello a percussione.

L'ultima sezione della legenda è finalizzata alla differenziazione dei tratti di condotta posizionati entro sedi stradali sterrate od asfaltate.

3.1.) SCHEDA N.1 - tronchi compresi in Tav. RI6.4

Premessa

La presente scheda si riferisce alle opere previste nell'ambito del bacino sotteso dalla diga sul T.te Ravasanella. In tale settore si concentrano interventi che comprendono, tra l'altro, la realizzazione di una stazione di potabilizzazione/pompaggio, l'edificazione di alcuni serbatoi (tra i quali quello denominato Terla, autentico nodo cruciale del progetto) e l'apertura di un breve tratto di una nuova strada sterrata.

Le opere connesse alla realizzazione dei serbatoi, della strada degli impianti di potabilizzazione/pompaggio costituiranno argomento di apposita relazione geotecnica mentre, nella presente sede, si procederà alla disamina delle condotte vere proprie, molto spesso più d'una, abbinate in un'unica sede in risposta alle esigenze progettuali.

La descrizione dei singoli tronchi verrà data nel seguito utilizzando criteri di "zonizzazione" geologica, per cui il riferimento ai punti nodali potrà non rispettare la consecutività numerica degli stessi.

3.1.1.) Interventi previsti

La zona della diga sul T.te Ravasanella è impostata integralmente entro le vulcaniti costituenti il Complesso dei "Porfidi Quarziferi" del Biellese ed è caratterizzata da una morfologia piuttosto impervia. La posa della condotta, tuttavia, si rivela notevolmente semplificata per la presenza di una discreta rete di sterrati vicinali cui si affiancata, in tempi recenti, la strada circumlacuale del bacino artificiale.

Le sedi di tali strade verranno ampiamente utilizzate nel corso della realizzazione delle opere, riducendo in tal modo al minimo la necessità di introdurre nuove modificazioni fisiche all'interno del contesto locale.

Le operazioni previste sul fondovalle del T.te Ravasanella coinvolgeranno materiali alluvionali recenti, già più o meno intensamente rimaneggiati in seguito alla realizzazione della diga e della strada d'accesso, mentre tutto lo sviluppo della condotta sino al serbatoio di Curino (nodo P4A) interesserà le rocce effusive e le relative coperture. Lungo questo ramo (P4-P4A) è prevista la realizzazione di un impianto di pompaggio secondario, necessario per consentire l'adduzione di acqua potabilizzata al serbatoio sopra citato.

Del tutto analoga si presenta la situazione nell'area del costruendo serbatoio Terla, ove il substrato si trova prevalentemente in condizioni di sub-affioramento. Pertanto le opere previste in tale settore comporteranno l'esecuzione di scavi in roccia, generalmente fratturata ed allentata, ma comunque impegnativa dal punto di vista operativo. Il tronco di condotta

destinato ad alimentare il serbatoio di Villa del Bosco (P3A-P3B), si realizzerà in corrispondenza del contatto trasgressivo delle assise plioceniche sul basamento effusivo. Anche in questo caso si sfrutteranno in gran parte le locali piste sterrate, con scavi in materiali sabbioso-argillosi disposti a costituire una sorta di dorsale ad orientamento NW-SE.

Il tronco P4-P5 sarà realizzato, nella parte iniziale, entro terreni in prevalenza costituiti da coperture eluvio-colluviali del substrato vulcanitico e soltanto sporadicamente gli scavi giungeranno a coinvolgere il bedrock competente.

Il percorso prescelto si snoderà lungo una serie di modesti impluvi vergenti a S., attraversando il Rio Bisingagna per poi immettersi su strada asfaltata poco a monte di località Gianadda. L'assetto locale non pone problemi di particolare rilievo. L'unico tratto che potrà rivelarsi "sensibile" nei confronti dell'intervento è rappresentato dall'attraversamento in obliquo, a mezza costa, di un versante costituente il fianco destro di una strettoia compresa tra due ammassi vulcanitici.

La realizzazione di una trincea di posa trasversale introduce nella compagine del pendio una sorta di discontinuità, che potrà rivelarsi ininfluenza nel caso di substrato roccioso subaffiorante, ma di cui si dovrà tener conto nel caso i terreni di copertura si rivelino estesi sino a profondità uguali o maggiori di quella richiesta per il piano di posa della tubazione (2 m. ca.). In quest'ultima evenienza, potrà risultare necessaria una risagomatura del versante con la realizzazione di gradoni rivegetati a monte ed valle della fascia interessata dalle opere.

A partire dall'attraversamento del Rio Bisingagna, i terreni sono prevalentemente costituiti da coperture alluvionali, cui fanno seguito i depositi pliocenici al margine SE dell'area.

Rimanendo nell'ambito delle opere gravitanti sull'impianto di potabilizzazione/pompaggio previsto in corrispondenza della diga sul T.te Ravasanella, va ricordato il tronco di condotta

destinato al rifornimento di acqua potabilizzata alla Fraz. Asei, che sarà ubicato nella medesima sede della condotta di acqua grezza proveniente dalla presa sul T.te Strona di Postua che pertanto interesserà gli stessi materiali di substrato le relative coperture eluvio-colluviali.

Un'ulteriore diramazione proveniente dal potabilizzatore seguirà la condotta interrata nella sede della rotabile per la diga sul Ravasanella, per poi immettersi sulla S.P. Roasio-Sostegno, a servizio delle aree più orientali comprese nel progetto.

3.2.) SCHEDA N.2 - tronchi compresi in Tav. RI6.5

Il tronco proveniente dall'impianto di potabilizzazione della diga sul T.te Ravasanella utilizzerà la sede della S.P. per Roasio all'incirca sino all'altezza di località Berrone, nei pressi dell'abitato di Villa del Bosco. In seguito la condotta attraverserà il corso di un rio locale, impostato in alluvioni fluviali su di un substrato calcareo-dolomitico. Da tale punto, un tronco si dirigerà verso Sud in corrispondenza di uno sterrato in sinistra idrografica del T.te Giara, mentre un ramo risalirà decisamente il pendio costituito da assise sedimentarie mesozoiche e relative coperture sino alla sommità del rilievo sul quale sorge l'abitato di Casa del Bosco.

Dopo un tratto in strada asfaltata la tubazione si snoderà a mezza costa sul versante sinistro di un'incisione torrentizia pregressa, abbandonando il dominio di affioramento dei litotipi appartenenti al Lembo Calcareo di Sostegno ed affrontando le pendici plioceniche argilloso-sabbiose in direzione di Lozzolo.

La condotta compirà l'attraversamento di un settore pianeggiante in alluvioni fluvioglaciali per raggiungere una strada in parte sterrata che conduce all'abitato di Lozzolo, fungendo nel contempo da strada di servizio per le locali, grandi cave di argille caoliniche.

I materiali coinvolti negli scavi saranno rappresentati da alluvioni e da successioni sabbiose plioceniche a strati e tasche di materiali caolinici di neoformazione, da alterazione dei porfidi (l.s.), dilavate e rideposte in ambiente marino poco profondo.

Il concentrico di Lozzolo verrà oltrepassato a S, sfruttando la viabilità locale, sino all'attraversamento in subalveo del T.te Marchiazza, in alluvioni fluviali ciottolose a matrice fine limoso-argillosa.

Il superamento del suddetto corso d'acqua rappresenta l'ultimo aspetto impegnativo dell'intero tratto che, per la restante parte, utilizzerà la sede della strada che collega Lozzolo a Gattinara mantenendosi entro i terreni sub-pianeggianti, di genesi fluvioglaciale/fluviale, che bordano le pendici prealpine. Una deviazione a monte, lungo uno sterrato in materiali alluvionali, porterà la condotta entro il concentrico di Gattinara.

Il tronco P14-P14A, destinato all'alimentazione del serbatoio ubicato a monte di Gattinara, non presenta particolari difficoltà e fruirà della viabilità locale, fatto salvo l'ultimo tratto, ove è prevista la risalita lungo la massima pendenza entro materiali vulcanitici pedogenizzati.

3.3.) SCHEDA N.3 - tronchi compresi in Tav. RI6.6

Premessa

La presente scheda si riferisce al settore del bacino artificiale sul T.te Ostola. I due invasi presenti in quest'area prealpina (Ravasanella ed Ostola) costituiscono punti focali all'interno delle opere in progetto e, nei rispettivi settori di pertinenza, la rete di adduzione-distribuzione assume aspetti di maggiore complessità.

Dal punto di vista geologico, il settore di territorio compreso in Tav. RI6.6 si presenta eterogeneo, in quanto vi compaiono le maggiori unità litostratigrafiche dell'area. In riferimento alla citata Tav. RI6.6, il settore nord-orientale risulta impostato in rocce effusive del Complesso dei "Porfidi Quarziferi" del Biellese, che giunge a contatto con i graniti del Massiccio Granitico del Biellese, almeno in parte coevi, lungo una direttrice NNE-SSW.

Al di sopra di tale basamento antico effusivo/intrusivo, manca totalmente il benché minimo indizio della copertura sedimentaria mesozoica, preservata unicamente nella zona di Sostegno, con una lacuna protraentesi sino al Pliocene, quando una nuova trasgressione determinò la deposizione di sabbie ed argille di ambiente marino.

Tali terreni affiorano nella zona del bacino artificiale sul T.te Ostola, ove costituiscono parte della sponda sinistra della stretta ove è impostata l'opera di sbarramento. Compaiono inoltre, con contatto basale erosionale, anche lungo l'incisione del T.te Ostola a valle della diga (in affioramenti di dimensioni non cartografabili) ed in corrispondenza delle aste tributarie del recipiente principale. Il Terziario marino inoltre nel settore SW di Tav. RI6.6, nella zona di Monteferraio, ove si presenta trasgressivo sui graniti.

L'area gravitante su Lessona, ove l'agente geomorfico predominante è stato il T.te Strona di Valle Mosso, è invece dominato dalla presenza di terreni fluvioglaciali mindeliani, incuneantisi profondamente nelle vallate prealpine.

Ancora nei riguardi del basamento effusivo/intrusivo, va notato che ambedue le unità formazionali sono caratterizzate dalla presenza di coperture eluvio-colluviali che, soprattutto sui graniti, assumono potenze di diversi metri, dando origine a caratteristiche coltri arcossizzate.

Stante tale assetto generale, le opere previste nel settore rappresentato in Tav. RI6.6 interesseranno in prevalenza materiali sciolti, con limitato coinvolgimento del substrato competente.

3.3.1) Interventi previsti nella zona della diga sul T.te Ostola

Dall'impianto di potabilizzazione/pompaggio, nella piana ai piedi della diga dell'Ostola, una condotta raggiungerà località Bozzone, fruendo della rete viaria locale e della strada che conduce al bacino artificiale. A partire dal nodo P6, si dipartiranno due rami diretti verso Est, il cui tracciato compare in Tav. RI6.4.

A S. di Bozzone è prevista la realizzazione di un tratto piuttosto impegnativo, che comporterà la risalita del versante destro della valle del T.te Ostola, con attacco diretto della scarpata lungo la linea di massima pendenza. Gli scavi interesseranno le assise plioceniche, i terreni di copertura delle vulcaniti e soltanto limitatamente il bedrock fratturato. Superata la spalla, la tubazione proseguirà sulla sommità semipianeggiante della stessa sino a reimmettersi su strada a ridosso di Mombello.

3.3.2.) Interventi previsti nella zona centro-meridionale

A partire da Mombello la condotta rimarrà prevalentemente in strada, impostata entro terreni pliocenici trasgressivi sui graniti del Massiccio Granitico del Biellese.

L'assetto si manterrà costante (con limitati attraversamenti fuori sede stradale) sino al nodo P6A, ove un ramo dell'opera risalirà ad alimentare il serbatoio denominato Leria P6B), soggetto ad ampliamento. Dopo un ulteriore tratto in strada, la tubazione discenderà il versante sinistro di una locale incisione torrentizia, mantenendosi poi prevalentemente in terreni alluvionali sino al nodo P7.

Da quest'ultimo punto un ramo proseguirà in direzione di Cerreto Castello (Tav. RI6.7) mentre una diramazione, da realizzarsi in terreni pliocenici, risalirà al serbatoio di Quaregna (P7A).

3.3.3.) Interventi previsti nella zona centro settentrionale

Nel suddetto areale verranno realizzati due tronchi di tubazione, alimentati da una condotta diramantesi dall'impianto di potabilizzazione/pompaggio sito presso la diga Sul T.te Ostola. Sia la condotta che gli impianti tecnologici rientrano in un progetto già in precedenza realizzato.

A partire dal nodo P11, in corrispondenza del serbatoio di S. Maria degli Angeli, un primo tronco (P11-P11B) si innesterà sulla strada per Casapinta , ove gli scavi interesseranno le coperture sciolte dei graniti di substrato. Per esigenze idrauliche, si è prevista la realizzazione di un impianto secondario di pompaggio, da ubicarsi poco a monte di località

Campalveno, che consentirà l'adduzione di acqua potabilizzata sino al serbatoio di Casapinta. Soltanto l'ultimo tratto, che risale il poggio sul quale sorge il serbatoio, non fruirà dell'esistente rete stradale e comporterà lo scavo in terreni arcosici.

Il secondo tronco (P11-P11A) dopo un breve tratto in materiali di copertura si immetterà sulla sede stradale locale in zona Costa, per poi affrontare un percorso diagonale che porterà la tubazione a monte di Fraz. Capovilla. I terreni che compaiono nell'area sono rappresentati dai soliti materiali arcosici di copertura dei graniti, cui si sovrappongono e, almeno in parte, si sostituiscono, le alluvioni fluvioglaciali mindeliane sulle quali è impostata la strada per Capovilla.

Il tracciato si snoderà attraverso impluvi e modeste incisioni torrentizie pregresse, sino a reimmettersi sulla sede stradale poco prima di raggiungere il serbatoio esistente.

3.4.) SCHEDA N.4 - tronchi compresi in Tav. RI6.7

La presente scheda si riferisce al tracciato della condotta finalizzata all'alimentazione del serbatoio di Cerreto Castello.

Si tratta di un percorso che non pone particolari problemi di ordine geologico in quanto la parte iniziale, sino al nodo P8, sfrutta le locali sedi stradali, sterrate od asfaltate. Proseguendo, la tubazione si sposterà in sinistra idrografica del T.te Guargnasca, percorrendo il conoide alluvionale in aree pianeggianti urbanizzate, sino ai piedi del rilievo collinare sul quale sorge il serbatoio di Cerreto Castello.

Tale rilievo è impostato in sabbie ed argille plioceniche sormontate, con contatto basale erosionale, da alluvioni villafranchiane ferrettizzate. Queste ultime costituiscono, come spesso

accade nell'area, una copertura di potenza plurimetrica, ad assetto superficiale semipianeggiante, ubicata in una posizione topografica che ne ha consentito la preservazione dai fenomeni erosivi che, altrove, ne hanno causato la totale asportazione.

Per la parte interessata dal progetto, gli scavi interesseranno terreni ed assetti morfologici differenziati: una porzione basale del rilievo, ove si incontrano le pendenze più elevate, ed una porzione sommitale spianata, in terreni pliocenici sabbioso-argillosi.

4.) OPERE A SERVIZIO DELLA RETE DI PIANURA

L'alta pianura vercellese-biellese verrà servita da una vasta rete di condotte, raggruppabili in due sottoinsiemi principali: il settore occidentale, a completamento della rete esistente, e l'ampia fascia estendentesi nella porzione orientale e meridionale dell'area, dalla zona pedemontana sino ai territori dei Comuni disposti sulla direttrice Santhià-Vercelli.

La posa delle condotte avverrà entro terreni sciolti di età quaternaria, dal fluvioglaciale Mindel sino alle alluvioni fluviali recenti ed attuali, con limitati, possibili, interessamenti delle assise plioceniche laddove queste ultime si presentano in assetto più superficiale (settore di Mottalciata).

Il presente progetto comporta, inoltre, la realizzazione di cinque serbatoi pensili entro i territori comunali di S. Giacomo Vercellese, Greggio, Villarboit, Oldenico e Ronsecco.

La fattibilità delle opere, a livello geologico, non comporta particolari problemi stante l'assetto morfologico dell'areale interessato. Gli unici punti caratterizzati da una certa criticità sono rappresentati dagli attraversamenti in sub-alveo dei numerosi corsi d'acqua della zona. A tale riguardo si procederà al posizionamento delle tubazioni a profondità adeguata rispetto al

fondo-alveo, con l'adozione degli accorgimenti necessari a porre le condotte in sicurezza nei confronti di fenomeni erosivi verticali in concomitanza ad eventi di piena cospicui.

Per quanto attiene le verifiche di stabilità sui fronti di scavo e le calcolazioni finalizzate alla definizione della pressione ammissibile sui terreni di fondazione dei serbatoi pensili, si rimanda alla Relazione Geotecnica allegata alla Serie degli Studi Geologici.

La condotta in progetto prenderà avvio, nell'estremo settore Nord, da una vasca d'accumulo da realizzarsi in Comune di Dorzano (BI) entro terreni morenici mindeliani.

Il tracciato interesserà terreni morenici mindeliani e rissiani, nonché i corrispondenti fluvioglaciali, nel seguito qualificati.

4.1.) I depositi glaciali

Gli accumuli morenici l'ossatura litologica delle cerchie moreniche dell'anfiteatro di Ivrea. Si tratta di unità completamente formate, ascritte al Morenico Mindel ed al morenico Riss nella cartografia ufficiale.

Tali unità deposizionali, completamente formate e molto estese si immergono rapidamente al di sotto della piana fluviale attuale dove è celata dalla sequenza fluviale Riss-Wuerm.

La mancanza di affioramenti significativi non permette un'accurata analisi delle proprietà granulometriche e tessiturali dei depositi, nonché una eventuale distinzione tra depositi glaciali di fondo e di ablazione.

Le facies granulometriche prevalenti sono riconducibili a ghiaie fortemente eterometriche in matrice limosa abbondante con ciottoli e trovanti (anche di dimensioni metriche) sfaccettati

e talora levigati. La sequenza è contraddistinta dalla mancanza di organizzazione tessiturale interna, tipica dei sedimenti legati alla dinamica glaciale.

Il grado di alterazione si fa decisamente rilevante nei termini più antichi (Mindel), che appaiono intensamente ferrettizzati.

Affiorano sostanzialmente lungo i rilievi collinari e presentano un certo grado di rimodellamento dovuto all'azione degli scaricatori glaciali prima e delle acque di ruscellamento che di quelle incanalate attualmente ancora in atto. Tali agenti hanno determinato il progressivo smantellamento delle cerchie e dei cordoni morenici, che attualmente risultano distribuiti in maniera discontinua.

4.2.) I depositi fluviali/fluvioglaciali della pianura

Si tratta di un'unità completamente formata, assai estesa in direzione ESE e costituente il livello fondamentale dell'attuale piana vercellese. Nella cartografia geologica ufficiale è ascritta al Fluviale-Fluvioglaciale Riss-Wuerm.

La genesi di questi depositi è sostanzialmente legata sia all'attività degli scaricatori glaciali in posizione distale esternamente alle cerchie moreniche che al successivo ambiente deposizionale fluviale alla fine dell'ultima glaciazione. Si tratta a tutti gli effetti di depositi di ambiente fluviale, con le tipiche caratteristiche di questi ultimi, ossia una certa classazione granulometrica e una spiccata organizzazione interna.

In generale, si rinviene un orizzonte superficiale di spessore metrico di terreni intensamente rimaneggiati a scopo prevalentemente agricolo, granulometricamente costituiti da limi, sabbie e ghiaie in proporzioni variabili da zona a zona. Si tratta di un orizzonte pedogenetico di colore marrone, che consegue a processi di alterazione a scapito di originari sedimenti eolici (loess) tipici di fasi interglaciali.

Al di sotto di questa coltre, sono presenti depositi sciolti, costituiti essenzialmente da ghiaie più o meno grossolane con ciottoli e sabbie i quali, sulla base dei dati bibliografici, nella zona di Santhià hanno una potenza stimabile nell'intorno di 60 m.

La sequenza è contraddistinta da alternanze di strati prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con orizzonti sabbioso-limosi, talora argillosi, con geometrie variabili, da lenticolari a planotabulari verso le zone più esterne.

A questi terreni, in profondità, fanno seguito i depositi di origine fluvio-lacustre e lacustre ("Villafranchiano Auct. "), costituiti da sabbie medio-fini con lenti ghiaiose, alternate a limi argillosi che, in continuità stratigrafica con contatto eteropico, fanno seguito ai depositi di natura marina del Pliocene medio-superiore, costituiti da alternanze di sabbie fini e limi con lenti di sabbie grossolane.

L'assetto geolitologico di questo settore di pianura, ricavato dai dati esistenti in letteratura e relativi anche a stratigrafie di sondaggi geognostici e di pozzi terebrati in zona, risulta essere caratterizzato da una certa uniformità.

4.3.) Caratterizzazione litotecnica

La descrizione effettuata nel seguito non si pone scopi esaustivi circa le reali problematiche geotecniche, per le quali si impone una caratterizzazione puntuale ai sensi di quanto disposto dal D.M. 11/3/1988 e dalle NTC di cui al D.M. 14/1/2008.

In mancanza di prove specifiche la caratterizzazione litotecnica delle formazioni individuate assume una valenza puramente indicativa e finalizzata a fornire un inquadramento generale dell'assetto geotecnico del territorio.

La distinzione delle unità litotecniche rispecchia quella delle diverse facies litologiche rilevate, caratterizzate da proprietà granulometriche e tessiturali abbastanza omogenee, dal momento che si tratta di depositi di natura fluviale, più o meno alterati.

Sono stati distinte le seguenti unità litotecniche:

- depositi morenici e fluvioglaciali mindeliani, costituiti da ghiaie, sabbie e limi molto alterati in superficie, con paleosuolo rossastro di potenza plurimetrica intensamente argillificato ed utilizzato in passato come materia prima per la lavorazione dei laterizi;
- depositi fluviali del livello fondamentale della pianura costituiti da alternanze di sabbie e ghiaie prevalenti, con intercalazioni di livelli più fini, caratterizzati in superficie dalla presenza di una coltre di copertura limoso-sabbiosa di potenza metrica rimaneggiata dall'attività agricola;
- depositi alluvionali recenti, poco o nulla alterati, costituiti da sabbie e ghiaie limose con scarsa o nulla copertura pedogenetica superficiale.

Tutte le unità sono in definitiva raggruppabili, ai fini applicativi, in un'unica categoria, quella dei depositi fluviali s.l., le cui proprietà granulometriche, tessiturali e geotecniche, molto variabili in senso areale e verticale devono essere accertate attraverso l'esecuzione di specifiche prove in situ, nel rispetto della normativa vigente.

In via assolutamente indicativa e non esaustiva si propongono i seguenti range di parametri entro cui possono variare le proprietà geotecniche di sabbie e ghiaie, senza tener conto della presenza di intercalazioni più fini:

Peso di volume (kN/mc)	Coesione (kPa)	Angolo di resistenza al taglio (di picco)	Angolo di resistenza al taglio (a volume costante)
18-20	0	33-40	*28-35

In sostanza i depositi ghiaioso-sabbiosi dell'area esaminata presentano buone caratteristiche geotecniche di massima, in virtù di una prevalente percentuale granulometrica grossolana e di una tessitura clast-supported. Il comportamento meccanico di tali terreni è esprimibile in termini di tensioni efficaci, trascurando il contributo della coesione, tenendo conto delle pressioni neutre e dell'alleggerimento indotto dalla falda superficiale.

Nella stima del peso di volume, in condizioni di non saturazione, non si è tenuto conto dell'eventuale alleggerimento indotto dalla tensione idrostatica dovuta a falda molto superficiale. Per quanto concerne l'angolo di resistenza al taglio, si è proposto sia il valore di picco che quello a volume costante, quest'ultimo fruibile ai fini di verifiche geotecniche condizionate da stati tensionali elevati (es. verifiche di capacità portante).

La posa delle condotte in progetto sarà attuata mediante scavo in terreni sciolti, con tecniche ordinarie basate sull'utilizzo di escavatore con benna rovescia.

Gli unici aspetti caratterizzati da un certo grado di criticità, sono imputabili alle interazioni tra un'opera longitudinale assai estesa e gli elementi di un territorio decisamente antropizzato. Non sono previsti superamenti di corsi d'acqua naturali, ma molto numerosi saranno gli attraversamenti di elementi del reticolo idrografico minore, di natura in prevalenza artificiale a servizio dell'agricoltura intensiva, nonché di infrastrutture viarie e ferroviarie.

I punti critici individuati saranno oggetto di trattazione tecnica puntuale in una successiva fase di progetto.