DOTT. GEOL. CARMINE BONVINO
studio tecnico di geologia
e diagnosi ambientale
16149 Genova via Cantore, 8/Q

Geologia
Geotecnica
Ingegneria
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Oggetto:
Indagini idro – geo – morfologiche inerenti la realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente (D.M. 11.03.88 e L.R. 4/99)

Localizzazione:
Località Zanoni, Comune di Borzonasca

Tipo di elaborato:
RELAZIONE TECNICA

Committente:
Manifattura del Turchino S.p.a.

Data
Genova 9 Ottobre 2008

N° lavoro
481/G/08 – IDR_01

INDICE

1 - PREMESSA *3*

2 – DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA *3*

2.1 – Rio Storto **3**

2.2 – Fosso Ceresole **4**

2.3 – Fosso Poragine **5**

2.4 – Considerazioni generali **6**

3 – ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO *7*

3.1 – Inquadramento idrogeologico **7**

3.2 – Permeabilità **7**

3.3 – Considerazioni generali **8**

4 – CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO DEL BACINO *10*

5 – CONCLUSIONI *12*

1 - PREMESSA

La presente relazione riporta i risultati dello studio idrogeologico effettuato nell'area interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente in località Zanoni, nel Comune di Borzonasca.
Questo elaborato è stato redatto dallo scrivente studio tecnico, incaricato dalla società Manifattura del Turchino S.p.a, proponente del progetto in esame, unitamente alla Relazione geologica e alla Relazione Geomorfologica, a cui si rimanda per la descrizione dell'intervento e per quanto riguarda gli aspetti di pertinenza.

2 – DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA

Sulla base dei dati raccolti durante i sopralluoghi effettuati e dall'analisi della cartografia tecnica allegata al P.d.B. Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Ambito 16, vengono riportate di seguito le principali caratteristiche dei corsi d'acqua interessati dall'intervento in progetto.

2.1 – Rio Storto

Il torrente denominato Rio Storto nasce da una sorgente posta in prossimità del Passo Pre De Lame, a nord dell'area indagata, ad una quota di circa 1510 m s.l.m. . Esso scorre incassato fra le rocce fino alla confluenza, sulla sinistra idrografica, col Fosso Poragine, percorrendo una lunghezza complessiva di circa 4 km. Nel suo primo tratto, a nord di Revena, Rio Storto riceve le acque di diversi affluenti, fra cui il maggiore è il Rio Macetta posto sulla sinistra idrografica. Nel tratto interno all'area indagata, esso riceve, sempre sulla sinistra orografica, il Fosso Ceresole, che ne risulta essere il principale tributario. Tale confluenza è osservabile lungo la strada che da Prato –

Sopralacroce sale verso il paese di Revena, ad una quota di circa 550 m s.l.m..

Dal punto di vista litologico, l'alveo del Rio Storto incide nel tratto settentrionale, ovvero a nord dell'area direttamente indagata, i basalti e diabasi tettonizzati appartenenti al Complesso M. Penna – Casanova – M. Veri, con un andamento curvilineo di direzione generale NE - SW. Per la maggior parte del suo sviluppo e per tutto il tratto indagato, invece, attraversa la successione flyschoide appartenente alla Formazione delle Marne di Sopralacroce, con direzione NW - SE. Per la descrizione dei litotipi sopraccitati si rimanda alla Relazione Geologica redatta dallo scrivente (documento GLG_01) unitamente al presente elaborato.

Per quanto riguarda il tratto indagato, la larghezza del corso d'acqua in esame varia indicativamente fra 4 e 9 metri, mentre la pendenza media è di circa il 20%.

Come sopra accennato il Rio Storto termina incontrando il Fosso Poragine a sud – ovest dell'abitato di Zanoni. Questa confluenza, posta ad una quota di circa 465 m s.l.m. , determina la formazione del Torrente Penna.

Il tratto del corpo idrico compreso fra l'opera di presa in progetto e la confluenza col Fosso Poragine è lungo circa 1 km.

Sulla base dei dati presenti negli elaborati progettuali forniti dal committente, risulta che la portata media annua nel punto di presa posto sul Rio Storto è di circa 380 m^3/h.

2.2 – Fosso Ceresole

Il torrente Fosso Ceresole nasce da un gruppo di sorgenti dislocate nei pressi del Passo della Spingarda, a SE del Monte Aiona, ad una quota massima di circa 1630 m s.l.m. . Esso ha la sua naturale prosecuzione verso sud nel Rio Storto, come indicato nel precedente paragrafo, risultando così il principale fra i tributari di sinistra del suddetto Rio. La lunghezza complessiva del Fosso

Ceresole è di circa 3 km, dei quali circa la metà posti all'interno dell'area d'interesse. Dai sopralluoghi effettuati, la larghezza rilevata è compresa fra 4 e 7 m, mentre la pendenza media calcolata su base cartografica risulta essere di circa il 27%.

Le acque del Fosso Ceresole attraversano, in termini geolitologici, due differenti unità formazionali. Nel tratto posto a nord dell'area denominata sulla carta tecnica regionale "La Possessione" sono presenti le rocce ofiolitiche appartenenti al Complesso M. Penna – Casanova – M. Veri, mentre nel tratto meridionale l'alveo attraversa le Marne di Sopralacroce. Per la descrizione di questi litotipi si rimanda alla Relazione Geologica redatta dallo scrivente (documento GLG_01) unitamente al presente elaborato.

Nel complesso l'andamento del torrente segue una direzione NE – SW, con puntuali e repentini cambi determinati dalla presenza di lineazioni tettoniche a direzione appenninica ed antiappenninica su cui si è impostato l'alveo.

Il tratto del corpo idrico compreso fra l'opera di presa in progetto e la confluenza col Rio Storto è lungo circa 175 m.

Sulla base dei dati presenti negli elaborati progettuali forniti dal committente, risulta che la portata media annua nel punto di presa posto sul Fosso Ceresole è di circa 90 m^3/h.

2.3 – Fosso Poragine

Il torrente denominato Fosso Poragine sorge in un'area indicata sulla carta tecnica regionale come "Burrone", diverse centinaia di metri a nord – est del sito d'interesse. In particolare esso nasce dalla confluenza fra il Rio Prato Mollo e il Rio Penna, ad una quota di circa 950 m s.l.m. .

La lunghezza complessiva di questo corso d'acqua è di poco inferiore ai 3 km, lungo i quali riceve le acque di diversi torrenti, indicati come significativi nella carta del reticolo idrografico allegata al P.d.B. Stralcio – Ambito 16, ma a cui non sono stati attribuiti particolari nomi.

Nel tratto indagato, la larghezza del Fosso Poragine varia indicativamente fra 3 e 9 m, mentre la pendenza media rilevata è di circa il 24%.
Esso termina a sud dell'abitato di Zanoni con la confluenza nel Rio Storto e la conseguente formazione del T. Penna, ad una quota di circa 465 m s.l.m.
Dal punto di vista litologico, l'alveo del Fosso Poragine incide, nel tratto a nord – est di Rocca Marcia, i basalti e diabasi tettonizzati appartenenti al Complesso M. Penna – Casanova – M. Veri, mentre nel tratto di nostro interesse attraversa la successione flyschoide appartenente alla Formazione delle Marne di Sopralacroce. Per la descrizione dei litotipi sopraccitati si rimanda alla Relazione Geologica redatta dallo scrivente (documento GLG_01) unitamente al presente elaborato.
Scendendo verso valle l'alveo del torrente cambia nettamente andamento passando da una direzione E – W fino alla zona di Rocca Marcia, a N – S fino all'incrocio con la strada che sale verso Zanoni e terminando con un andamento curvilineo di direzione NE – SW fino alla confluenza col Rio Storto.
Il tratto del corpo idrico compreso fra l'opera di presa in progetto e la confluenza col Rio Storto è lungo circa 750 m.
Sulla base dei dati presenti negli elaborati progettuali forniti dal committente, risulta che la portata media annua nel punto di presa posto sul Fosso Poragine è di circa 400 m^3/h.

2.4 – Considerazioni generali

Le acque che scorrono all'interno del bacino idrografico sopra descritto confluiscono dunque nel Torrente Penna, il quale si immette a sua volta, presso l'abitato di Borzonasca, nel Torrente Sturla.
Nel complesso il bacino imbrifero interessato dalle opere di derivazione in oggetto consta di circa 13 km^2. Tuttavia, le portate presenti nei tre punti di presa non corrispondono a quelle naturali, occorre infatti precisare che a monte delle stesse, ad una quota di circa 1060 m s.l.m. , è presente un

importante canale di gronda che capta le acque correnti sul versante e le convoglia verso il lago artificiale di Giacopiane. Questa condizione riduce la superficie utile sottesa a circa 5 km^2.

3 – ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO

3.1 – Inquadramento idrogeologico

A livello generale, il deflusso delle acque sotterranee nell'area in esame risulta strettamente condizionato dalla conformazione del territorio e dal sistema dei corpi idrici superficiali che lo caratterizza.
Per quanto riguarda il primo fattore si ritiene che la circolazione delle acque nel sottosuolo sia essenzialmente legata alle caratteristiche idrogeologiche dei litotipi presenti nell'area ed ai rapporti stratigrafici e tettonici esistenti fra complessi a diversa permeabilità relativa.
Le risultanze dello studio della bibliografia esistente, della documentazione consultata (studi di carattere regionale) e dei sopralluoghi effettuati hanno permesso la realizzazione di una Carta Idrogeologica in scala 1:5000 del bacino in oggetto. In questo documento, allegato alla presente relazione, i terreni indagati sono stati differenziati secondo la propria permeabilità, come meglio specificato nel successivo paragrafo.
Per quanto riguarda il sistema idrografico, invece, si ritiene che i torrenti presenti nell'area agiscano come assi di drenaggio principali tanto per le acque superficiali quanto per quelle profonde, provenienti dai rilievi circostanti.

3.2 – Permeabilità

I terreni posti all'interno dell'area d'intervento sono stati suddivisi in tre classi di permeabilità: permeabili per porosità, permeabili per fratturazione e/o fessurazione, impermeabili.

Aree permeabili per porosità: le zone interessate da coltri detritiche alluvionali ed eluvio – colluviali, i terrazzi alluvionali. In particolare, nel settore indagato, sono presenti diversi accumuli di frana, in cui il materiale detritico presenta in generale buone caratteristiche di permeabilità per porosità, grazie alla eterogeneità dei clasti. Il loro comportamento è sostanzialmente uniforme nei riguardi della circolazione delle acque sotterranee, con locali riduzioni della conducibilità in presenza di orizzonti argillificati. Si ritiene che al loro interno possano esservi falde acquifere multistrato di media importanza,

Aree permeabili per fratturazione e/o per fessurazione: le zone ad elevata infiltrazione interessate dai litotipi appartenenti al Complesso M. Penna – Casanova – M. Veri, ovvero le brecce, i basalti ed i diabasi tettonizzati presenti nel settore orientale dell'area in esame. Nella Carta Idrogeologica allegata al presente progetto, sono state inserite in questa categoria anche alcune porzioni di territorio dove il substrato roccioso affiorante o subaffiorante è costituito da successioni flyschoidi appartenenti alle Marne di Sopralacroce, le quali, sulla base dei dati desunti dalla bibliografia e dai rilevamenti effettuati, risultano fortemente fratturati per cause strutturali.

Aree impermeabili: comprendono le zone dove affiorano le argilliti della Val Lavagna e le Marne di Sopralacroce. Questi litotipi, a causa dell'elevata presenza di minerali argillosi, sono sostanzialmente impermeabili

3.3 – Considerazioni generali

Data la tipologia e l'estensione areale dell'opera in progetto, nello studio delle caratteristiche idrogeologiche del bacino in esame è necessario tener conto anche delle modalità con cui si esprime il rapporto fra acquiferi e deflussi superficiali.

Nel complesso, durante i sopralluoghi effettuati, si è osservata una notevole ricchezza d'acqua dei torrenti indagati. Ciò avvalora quanto scritto in precedenza, ovvero che i torrenti presenti nell'area risultano essere gli assi di drenaggio principali sia per le acque superficiali sia per quelle profonde. In particolare, per quanto riguarda i terreni che presentano buone caratteristiche di permeabilità, si ritiene che a queste sia associata una notevole capacità d'immagazzinamento, tale da contenere falde diffuse che alimentano il flusso di base dei corsi d'acqua.

L'area indagata risulta inoltre ricca di sorgenti, captate e non, la cui distribuzione è di difficile rilevamento e conosciuta nello specifico soltanto dagli abitanti del bacino, che rivelano la complessità del flusso idrico sotterraneo.

Da quanto osservato, è stato possibile stabilire che queste manifestazioni idriche si verificano per due possibili cause geologico –morfologiche.

- In presenza di coltri detritiche importanti, come nel caso degli accumuli di frana presenti nel settore in oggetto. In questo caso le sorgenti si manifestano all'interno del materiale franato oppure al contatto tra materiale detritico e roccia in posto. Nel primo caso si verifica l'intersezione fra la falda e la superficie topografica e, solitamente, si ha una circolazione idrica limitata, talvolta soltanto di natura stagionale.
- In presenza di rocce permeabili per fratturazione/fessurazione a contatto con livelli impermeabili. Nell'area in esame questa condizione è soddisfatta grazie all'eterogeneità litologica rilevata e alla presenza di diverse lineazioni tettoniche che, a piccola – media scala, hanno causato la fratturazione di molte rocce. La potenzialità di queste falde è proporzionale all'estensione e alla continuità degli affioramenti delle rocce permeabili e al punto di contatto fra queste e i livelli impermeabili. Diverse sorgenti poste nella settore orientale del bacino in esame, si ritiene siano originate da tali condizioni e dalla conseguente intersezione fra il letto della falda e i ripidi versanti che caratterizzano quest'area.

Le sorgenti captate sono solitamente utilizzate per uso potabile o per uso irriguo. Fra queste alcune presentano caratteristiche geochimiche particolari derivanti dall'interazione fra l'acqua e i minerali costituenti le rocce che questa attraversa, come nel caso della "sorgente ferruginosa" individuata a nord di Zanoni, in un'area boschiva posta fra l'alveo del Fosso Ceresole e la strada che sale verso Madonna del Sogno.

Scendendo alla scala progettuale, per quanto riguarda i tratti fluviali dove verranno realizzate le opere di presa, si ritiene che, dal punto di vista del rapporto fra acquiferi e deflussi superficiali, queste non determinino alcun tipo di modifica.

Tenendo conto delle caratteristiche geo – morfologiche delle valli in cui sono inseriti i corsi d'acqua e delle considerazioni sopra riportate, si ritiene che i torrenti, di norma, ricevano le acque provenienti da eventuali falde presenti lungo i versanti. L'inserimento di queste briglie lungo l'alveo causerà necessariamente un limitato innalzamento del livello idrico e pertanto è possibile che, in occasione di piene, il corso d'acqua passi localmente, nei confronti del deflusso sotterraneo, dal ruolo di emungente a quello di erogante. Tuttavia, tenendo conto delle dimensioni e della tipologia di opera proposta e del fatto che le sponde dei tre torrenti sono interamente in roccia e costituite, in particolare, dalle marne di Sopralacroce, ovvero da litotipi che salvo locali punti fratturati risultano pressoché impermeabili, si ritiene che il fenomeno di ravvenamento della falda situata in prossimità delle prese sia o totalmente assente o estremamente ridotto.

4 – CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO DEL BACINO

Il trasporto solido di un fiume può essere: per sospensione, per rotolamento, per saltazione, per soluzione o per galleggiamento.

Il trasporto e le suo modalità dipendono dalla dimensione dei granuli, dalla velocità e dalla quantità d'acqua disponibile ed infine dalla forma e dalla pendenza del letto.

Vari autori si sono sbizzarriti nel tentativo di sintetizzare formule empiriche in grado di stimare analiticamente la quantità di materiale mobilizzabile in caso di piena.

Si riporta qui di seguito una delle più precise e più utilizzate, quella di Schoklitsch:

$$g_s = 2500\, i^{3/2} (q - q_{cr})$$

dove

g_s = Portata solida

i=pendenza del fondo

q=portata liquida

q_{cr}=portata critica

$$q_{cr} = 0{,}6B\frac{D_{40}^{3/2}}{i^{7/6}}$$

dove

D_{40}=dimensioni maglia passante 50%

B=raggio idraulico

Non è intenzione dello scrivente analizzare matematicamente il problema. Quanto sopra riportato è semplicemente utile a ricordare al lettore quali sono gli elementi più importanti da esaminare per stimare la quantità di trasporto solido mobilizzabile dall'acqua fluente in caso di piena.

Nella fattispecie i tre torrenti esaminati presentano caratteristiche molto simili fra di loro. Il letto alterna tratti a notevole pendenza (per la maggior parte) e quindi in fase erosiva, pressoché privi di materiale detritico, a tratti subpianeggianti coperti da un letto di materiale detritico di spessore variabile

da pochi centimetri a un metro e quindi di spessore medio stimabile intorno ai 50 cm.

Tali sacche detritiche hanno dimensioni tali da contenere materiale asportabile in quantità variabile da pochi metri cubi a un massimo stimato di circa trenta metri cubi.

Alla luce di quanto sopra, tenendo conto delle caratteristiche costruttiva dell'opera di presa, si ritiene trascurabile il rischio di danneggiamento del manufatto da parte di materiale detritico mobilizzato da un eventuale piena.

5 – CONCLUSIONI

Sulla base dei dati riguardanti il sistema idrografico dell'area indagata e tenendo conto delle considerazioni sul relativo assetto idrogeologico sopra riportate, lo scrivente studio tecnico ritiene che le opere di presa necessarie per l'attuazione dell'impianto idroelettrico in progetto possano essere realizzate senza influire in modo negativo sugli attuali equilibri naturali ed in particolare sul regolare deflusso delle acque superficiali e sotterranee.

Inoltre occorre sottolineare che in altre aree dell'entroterra ligure, e non solo, aventi caratteristiche idro – geo – morfologiche analoghe a quelle del bacino in esame sono state realizzate, da tempo, centrali idroelettriche simili a quella in progetto. Grazie a questi esempi è possibile osservare come, con un intervento che prevede un minimo impatto ambientale, si possa ottenere una fonte di energia pulita e rinnovabile.

Il presente documento non comprende valutazioni su possibili conseguenze dannose alle strutture ed ai manufatti circostanti legate ai processi più strettamente operativi che fanno capo all'impresa e al direttore dei lavori eventualmente delegato dal committente.

Genova, 9 Ottobre 2008

Il tecnico
Dott. Geol. Carmine Bonvino

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. CARMINE BONVINO
A.P.n. 114
Data iscr. 07-06-1983