	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Vinchiana	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.49039.09.012.01
	TITOLO Miglioramento della capacità di scarico della diga	Data 20/09/2019 Pagina 1 di 17

Impianto idroelettrico di Vinchiana – Diga di Vinchiana

Renewable Energies Italy - O&M Hydro Italy
 Northern Central Area - Territorial Unit Lucca - UE Piano della Rocca
 Comune di Lucca - Provincia di Lucca

Miglioramento della capacità di scarico della diga Lotto 2 – Lavori nella zona della diga di Vinchiana





Progetto esecutivo

S.2 – GEOLOGIA E GEOTECNICA

Addendum alla relazione geologica

Settembre 2019




IL COMMITTENTE  ENEL GREEN POWER SPA Renewable Energies Italy O&M Hydro Italy Northern Central Area		20/09/2019	
		DATA	ING. M. SESSEGO
IL PROGETTISTA  RTI - IM MAGGIA ENGINEERING SA - HYDRODATA S.p.A. IM MAGGIA ENGINEERING SA VIA S. FRANSCINI 5/CH-6601 LOCARNO 1/SVIZZERA Tel. +41 91 756 68 11 info@im-maggia.ch, www.im-maggia.ch  HYDRODATA S.p.A. VIA POMBA 23/I-10123 TORINO/ITALIA Tel. +39 011 55 92 811 hydrodata@hydrodata.it, www.hydrodata.it		20/09/2019	
		DATA	ING. R. BERTERO
IL DIRETTORE LAVORI		L' INGEGNERE RESPONSABILE	
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO			
20/09/2019		20/09/2019	
DATA	ING. L. FRESIA	DATA	ING. S. GABBRIELLI
		DATA	DOTT. GEOL. M. BERSANO BEGEY

RTI - IM MAGGIA ENGINEERING SA - HYDRODATA S.p.A.



IM MAGGIA ENGINEERING SA
 VIA S. FRANSCINI 5 / CH-6601 LOCARNO 1 / SVIZZERA
 Tel. +41 91 756 68 11
 info@im-maggia.ch, www.im-maggia.ch
HYDRODATA S.p.A.
 VIA POMBA 23 / I-10123 TORINO / ITALIA
 Tel. +39 011 55 92 811
 hydrodata@hydrodata.it, www.hydrodata.it/

No. Hyd	3141-02-G0201			
Data	Red.	Scritto	Visto	Pagine
20/09/2019	BE	BE	RB	17

	IMPIANTO	CODICE CKS
	Impianto idroelettrico di Vinchiana	GRE.OEM.R.90.IT.H.49039.09.012.01
	TITOLO	Data 20/09/2019
	Miglioramento della capacità di scarico della diga	Pagina 1 di 17

INDICE

1. Premessa	1
2. Conclusioni dello studio geologico 2016.....	2
3. Integrazione del modello geologico	3
3.1 Settore valle diga – Vasche in c.a.....	3
3.2 Settore “centrale”	10
4. Aspetti relativi al vincolo idrogeologico	14

1. Premessa

La presente nota costituisce addendum alla relazione geologica del progetto definitivo delle opere di “Adeguamento della capacità di scarico al colmo di piena con tempo di ritorno millenario” redatta in data 30/05/2016 dal dott. Castellucci, in relazione alle indagini di approfondimento geologico e geotecnico connesse alla definizione esecutiva delle opere in progetto.

In particolare, nel settore a valle diga, a partire da indagini geognostiche integrative e da rilievo in sito sono state definite le sezioni stratigrafiche e geotecniche in corrispondenza delle nuove vasche in progetto e del muro a gravità di sostegno della strada “Via Pieve di Brancoli”.

Nel settore della centrale, è stato inoltre oggetto di approfondimento geologico e geomeccanico il tratto di completamento della nuova galleria di scarico dal “canale inferiore”.

Nel settore a valle diga, le vasche ad oggi esistenti sono costituite da:

- Una vasca con scarico a chiocciola nella quale vengono convogliate le acque dello scarico di superficie per farle confluire nella galleria di by-pass, derivante dall'incile dell'invaso;
- Una serie di tre vasche poste a valle dello sbocco della galleria di by-pass, che consentono alle acque di confluire nel canale dello scarico di fondo della diga.

Le stesse sono state realizzate contestualmente alla diga di sbarramento nei primi anni '50. Sono realizzate in calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

- Vasca con scarico a chiocciola: dallo scarico di superficie, di larghezza pari a circa 8.0 m, la vasca si stringe fino ad una larghezza minima di circa 2.5 m per convogliare le acque nella chiocciola avente un foro di scarico di diametro pari a circa 2.0 m; la vasca ha una lunghezza complessiva di circa 15.8 m. In corrispondenza della chiocciola le pareti della vasca, di spessore pari a circa 37 cm, hanno un'altezza (dal fondo della vasca) di circa 2.1 m. In progetto è prevista la demolizione della vasca per consentire la realizzazione di una serie di nuove vasche in c.a. che consentono il collegamento dello scarico di fondo con le vasche a valle della galleria di by-pass, senza convogliare le acque nella galleria stessa.
- Vasche poste a valle dello sbocco della galleria di by-pass:
 - la vasca immediatamente a valle dello sbocco della galleria di by-pass ha una larghezza variabile da 2.9 m a 7.8 m ed una lunghezza di circa 9.0 m; i muri laterali hanno un'altezza pari a circa 2.0 m
 - le due vasche a valle hanno il fondo rispettivamente ad 1.0 m e a 2.0 m dal fondo della prima vasca e hanno una larghezza sostanzialmente costante pari a 8.0 m; la lunghezza complessiva delle due vasche è di circa 11 m. Il muro in sinistra ha un andamento regolare, con la quota di testa che prosegue dalla prima vasca e presenta un salto di circa 50 cm in prossimità del salto tra la seconda e la terza vasca. Il muro in destra presenta la sovrapposizione di un muro realizzato in un secondo tempo per contenere il terreno e il camminamento a tergo dello stesso.

Le tre vasche presentano sul fondo dei blocchi e dei muretti di dissipazione.



Figura 1 – Le vasche esistenti

2. Conclusioni dello studio geologico 2016

Con riferimento all'elaborato di cui la presente nota è addendum, per il settore valle diga lo studio si è basato sui risultati di un rilievo geologico-strutturale eseguito sul tratto di versante di interesse e da un'indagine geognostica eseguita a valle diga durante la quale è stato perforato un sondaggio a carotaggio continuo in cui sono state eseguite prove idrauliche e geofisiche tipo down hole. Il carotaggio è stato utilizzato anche per il prelievo di campioni di roccia che sono stati sottoposti a prove geomeccaniche di laboratorio, oltre che per una ripresa con telecamera ultrasonica in foro.

Si conclude che *“l'ammasso roccioso che sarà interessato dagli interventi di progetto è costituito quasi esclusivamente da uno strato arenaceo spesso diversi metri che è interessato da una serie di giunti interni paralleli alla superficie di strato, e da due principali famiglie di frattura; le superfici di discontinuità gli hanno conferito uno stato di fratturazione comunque non particolarmente intenso.*

I risultati delle indagini geologiche e geognostiche dai quali è scaturito il modello geologico, hanno evidenziato che l'ammasso roccioso presente nel sito di progetto è in un attuale stato di equilibrio che non sarà alterato durante ed in seguito agli interventi di progetto, ed ha caratteristiche litologiche e geomeccaniche tali da sostenere il carico che gli verrà imposto dalle vasche in progetto.

Per questi motivi, si può concludere per la piena fattibilità del progetto di adeguamento degli scari della diga dal punto di vista geologico.

3. Integrazione del modello geologico

3.1 Settore valle diga – Vasche in c.a.

Per integrazione e affinamento del modello geologico, sono stati eseguiti due sondaggi geognostici brevi con carotatrice elettrica (S1, S2), nelle posizioni indicate in Figura 2 e Figura 3, con riferimento alle stratigrafie riportate in Figura 6).

I sondaggi hanno avuto la seguente finalità di affinamento del modello geologico derivante dalla precedente fase di studio geologico:

- Il sondaggio S1 (3.2 m, inclinato a 55°) ha consentito di indagare la natura del terreno di fondazione del muro di sostegno della sede stradale, a integrazione del dato stratigrafico derivante dal sondaggio breve eseguito nell'ambito dello studio geologico 2016 (S2-2016);
- il sondaggio S2 (6.5 m, verticale), è stato realizzato per confermare la profondità del substrato arenaceo, ben visibile in affioramento a valle dell'attuale vasca a chiocciola, ma nel settore specifico mascherato da riporti, al fine di valutare la necessità di sostegno degli scavi.

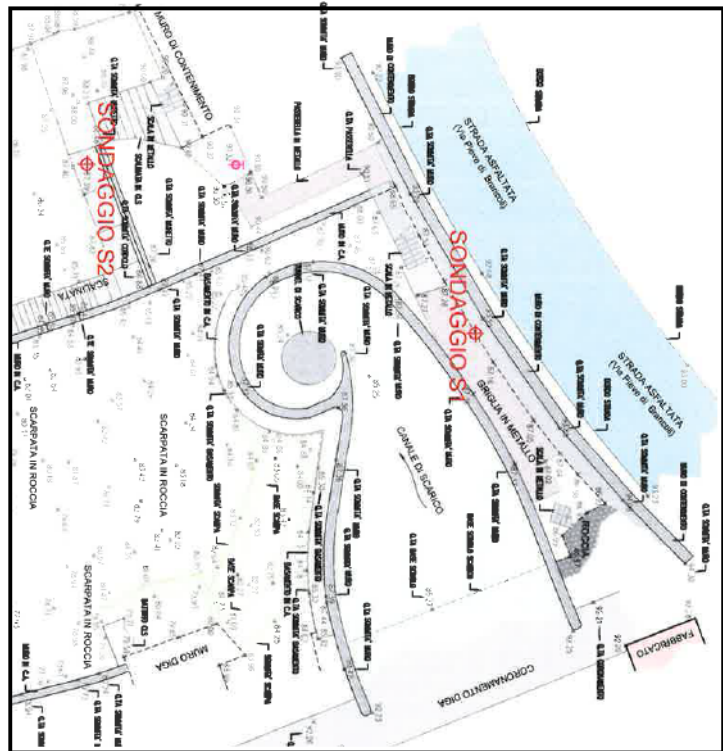
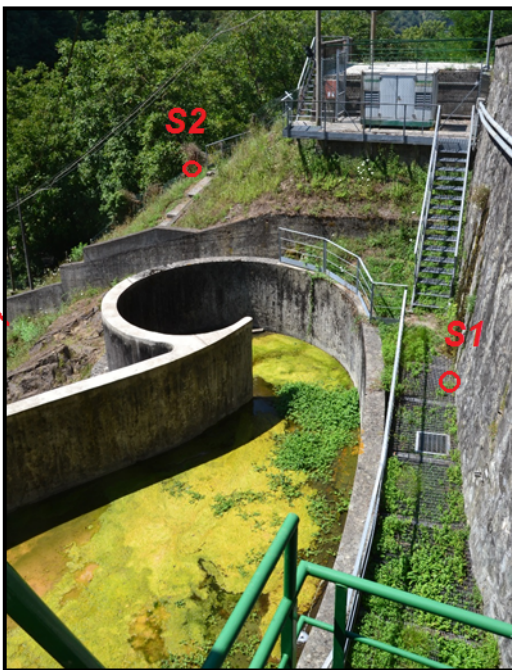


Figura 2 – Localizzazione dei sondaggi geognostici S1, S2



Figura 3 – Localizzazione dei sondaggi 2016 e 2018 su planimetria di progetto



Figura 4 – Alternanze di arenarie e siltiti a valle delle vasche esistenti

Dalla correlazione dei dati stratigrafici nei sondaggi eseguiti nel settore superiore di intervento con la localizzazione degli affioramenti rilevabili in sito immediatamente a valle, sono stati realizzati i profili geologici di progetto riportati in Figura 7, Figura 8 (tracce in Figura 5).

Dai profili geologici lungo il tracciato delle opere si rileva quanto segue:

- Profilo 1

Nella porzione superiore del versante sono presenti detriti e materiale di riporto nell'ambito del piazzale in fregio alla strada, caratterizzati con il sondaggio S1-2016 (40 m). Immediatamente a monte della vasca 2 in progetto, dove è prevista la realizzazione di opera di sostegno (paratia di micropali con tiranti), lo spessore residuo dei materiali sciolti, sul substrato arenaceo fratturato, è risultato dell'ordine di soli 1.2 m (sondaggio S2).

A valle, nel settore di realizzazione delle nuove vasche, il substrato arenaceo è subaffiorante. Sul profilo è stato convenzionalmente indicato un livello superficiale dell'ordine di 1 m circa, costituito da detrito e terreno superficiale, livelli superficiali di alterazione /frantumati del substrato arenaceo, assimilabili a materiale sciolto.

A profondità superiori, nell'ambito dell'intera fascia superficiale interessata dagli scavi per le nuove vasche, si fa riferimento a un litotipo arenaceo alterato, molto fratturato, come riscontrato nel sondaggio S1-2016 al disotto dei terreni di riporto.

- Profilo 2

Il substrato costituito da arenarie fratturate (come da caratterizzazione geomeccanica nella relazione 2016) è subaffiorante nella zona delle attuali vasche e immediatamente a valle, con minime coperture detritico colluviali (come visibile anche da foto in Figura 4).

Dal sondaggio S1 (inclinato 55°) a piede muro si è evidenziato come il muro stesso, lungo il profilo in esame sia fondato direttamente sulle arenarie fratturate, ma in cui sono presenti anche livelli meno cementati più francamente sabbiosi (perdita parziale carotaggio).

A partire dalla profondità di 5-5.5 m circa si è intercettata nel sondaggio S1 una bancata arenacea compatta, la cui continuità stratigrafica non può essere certa considerato il fondo foro a 6,5 m.

Nel profilo, in forma indicativa, si è riportato tale limite alla profondità in cui è riscontrato nel sondaggio, e con inclinazione pari alla superficie di stratificazione S0 indicata dal rilievo strutturale nella relazione geologica 2016 (rif. superficie S0, sezione strutturale in Figura 10 relaz. 2016), pressoché coincidente con l'inclinazione media del versante.

Riguardo la parametrizzazione geotecnica dei materiali sono stati considerati rappresentativi i seguenti:

Detrito superficiale-terreno di riporto:

$\varphi = 33^\circ$ (valore cautelativo in detrito a matrice clastica grossolana);

$c = 0$

$\gamma = 18-20 \text{ kN/m}^3$

Arenaria da compatta a mediamente fratturata:

Si è fatto riferimento ai parametri geomeccanici di ammasso ricavati nell'ambito della relazione geologica 2016, paragrafo 2.3.2, a cui si rimanda, per correlazione con il valore di RMR ricavato dalla classificazione secondo Bieniawski (RMR = 56, figura 11 relazione geologica) con stima dei parametri equivalenti di angolo di attrito, φ e coesione, c), attraverso le seguenti formule:

$\varphi = 5 + \text{RMR}/2$ $c = 5 \times \text{RMR}$

da cui i valori di

φ (condizioni umide) = 33°

c (condizioni umide) = 283 KPa

Arenaria molto fratturata:

Si è fatto riferimento, per massima cautelatività, a una coesione di ammasso significativamente ridotta, in funzione di un valore di RMR $\approx 6-8$, caratteristica di condizioni geomeccaniche della classe V di Bieniawski, "Molto scadenti", da cui

$c \approx 30 \div 40 \text{ kPa}$

Come noto, l'applicazione delle formule per la correlazione tra RMR e ϕ conduce a valori di ϕ troppo bassi nel caso di ammassi nel campo inferiore dei valori di RMR (come per la classe V di qualità geomeccanica). Si è fatto dunque riferimento a valori dell'ordine di $\phi \approx 32^\circ-35^\circ$, ovvero non inferiori a valori cautelativi per il pezzame a spigoli vivi dell'ammasso eventualmente in condizioni frantumate.

Per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche, si esclude la presenza di falda permanente alle profondità di scavo e bulbo di fondazione delle opere, ma eventualmente la presenza discontinua di acqua di filtrazione.

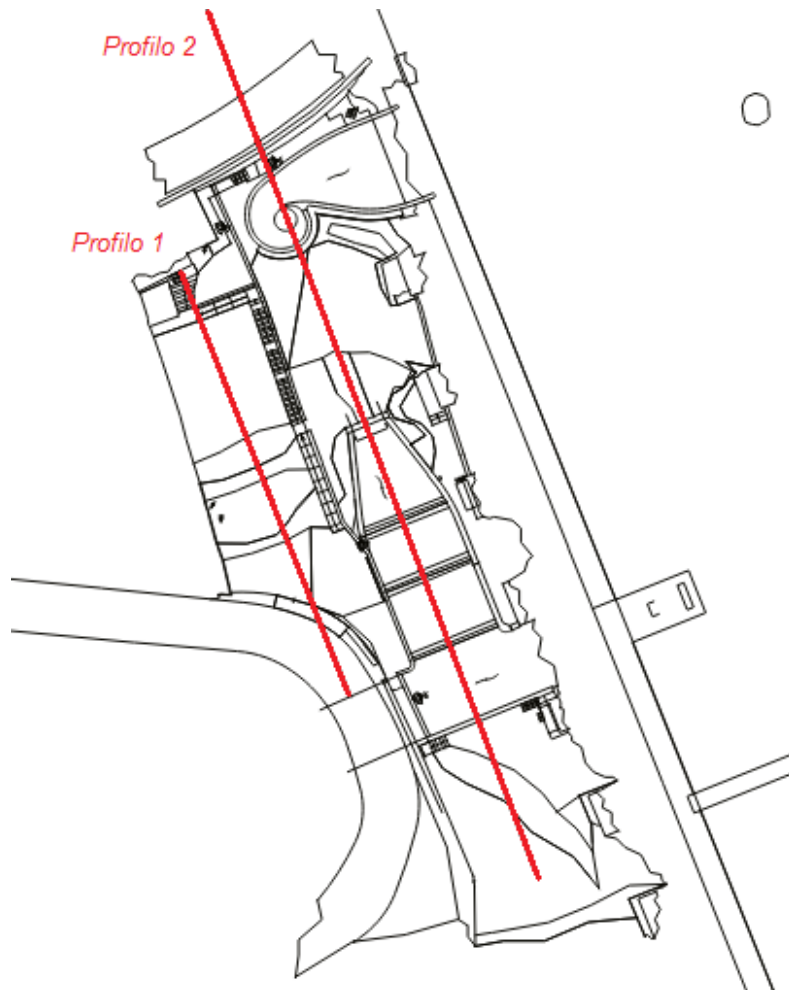


Figura 5 – Localizzazione dei profili geologici

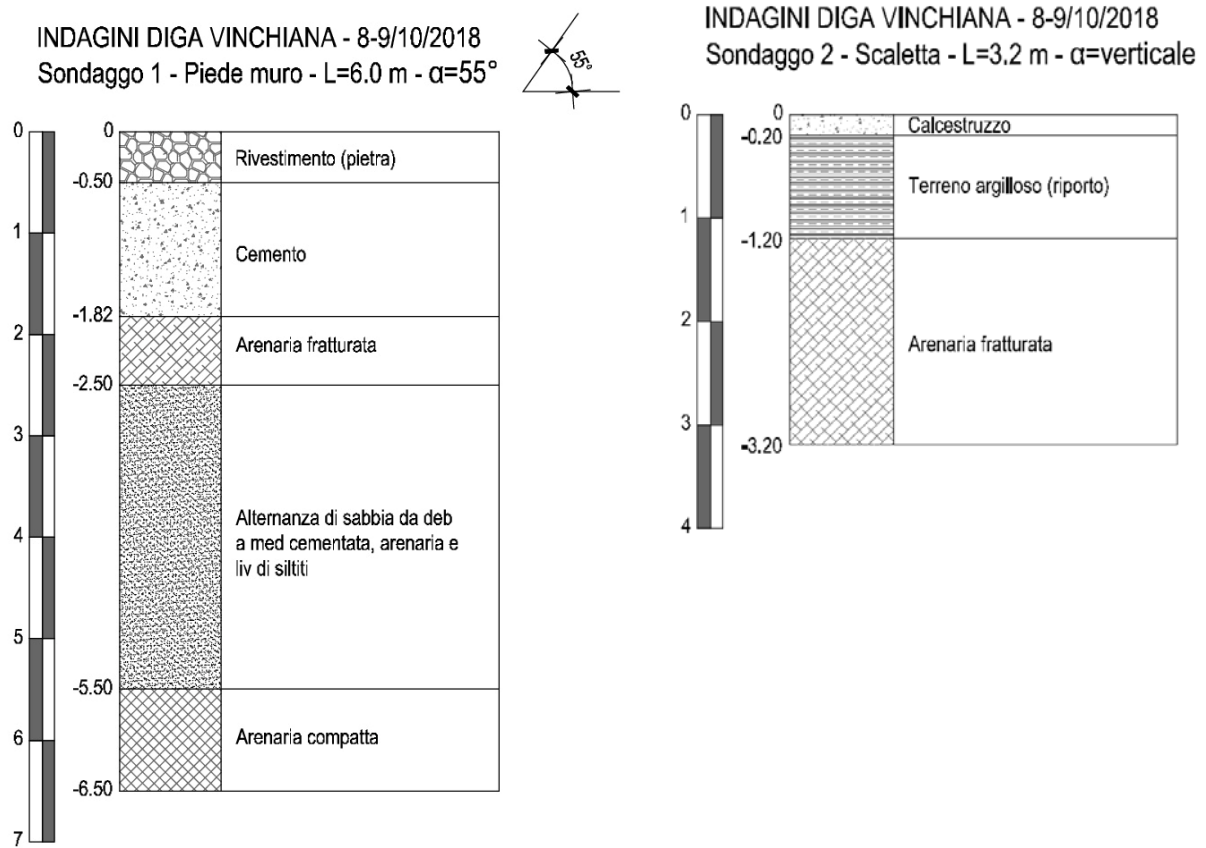


Figura 6 – Stratigrafia dei sondaggi S1, S2

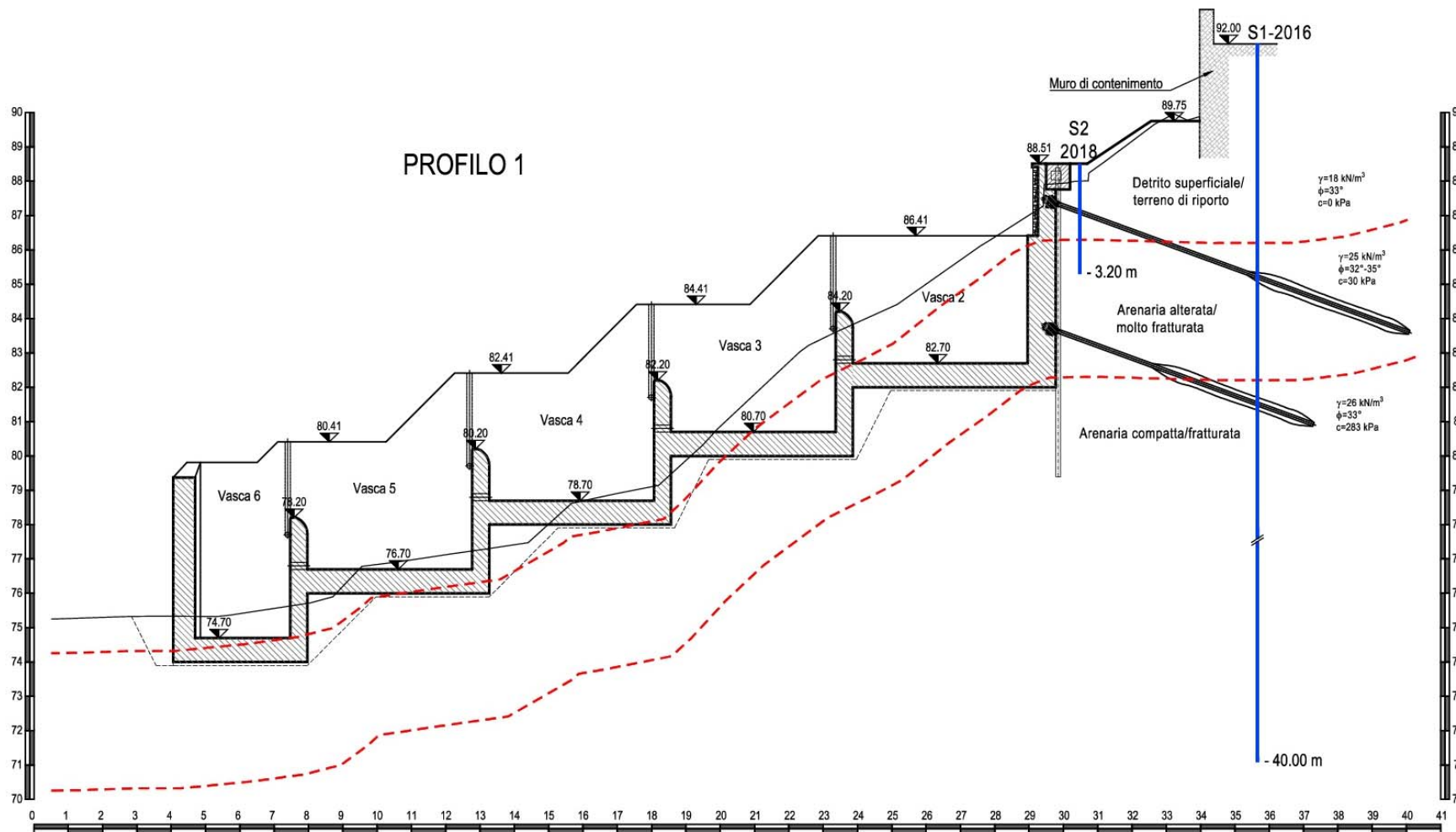


Figura 7 – Profilo 1

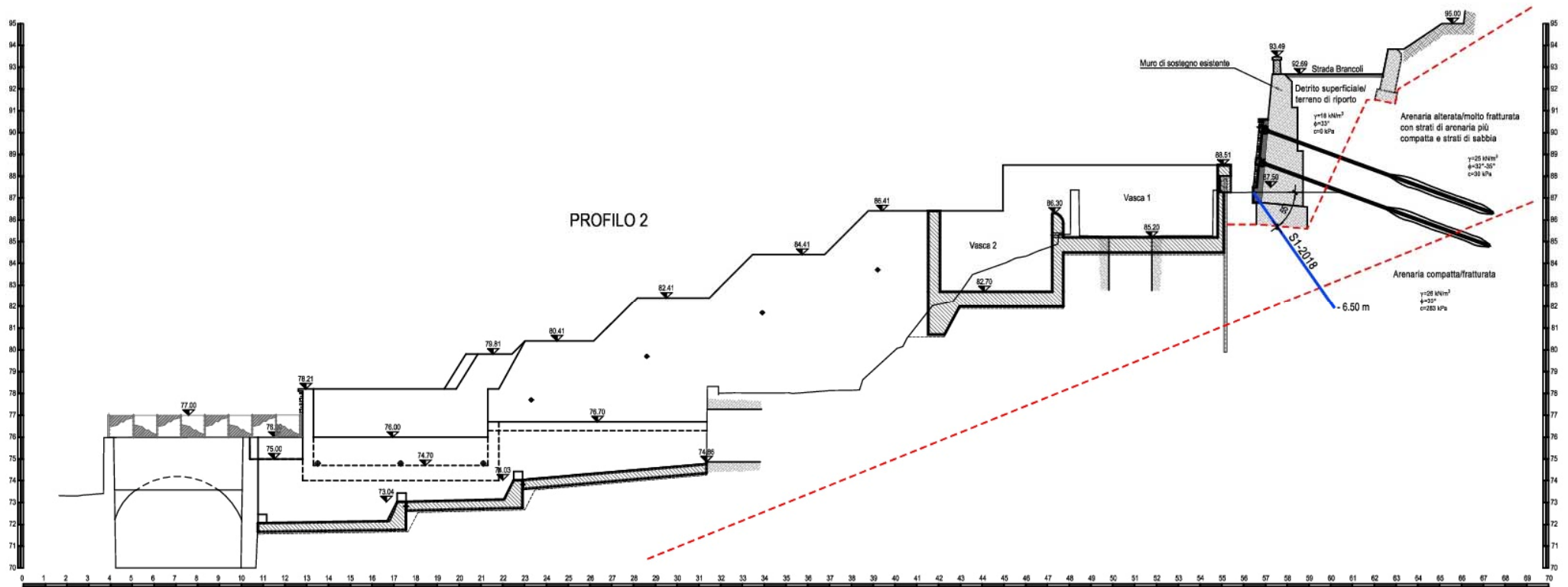


Figura 8 - Profilo 2

3.2 Settore “centrale”

Ulteriore profilo geologico a integrazione del modello geologico da relazione 2016 riguarda l'area della centrale, dove è previsto il completamento del tratto di galleria di scarico.

A livello di inquadramento generale (Figura 9), il settore si localizza in una zona di contatto strutturale compressivo, nell'unità arenaceo-pelitica del “Macigno”, Serie Toscana, lungo la fascia tettonizzata di contatto con le Unità del Dominio Ligure (flysch di Ortonovo). Tale elemento ha rilevanza nel determinare lo stato fisico di fratturazione dei litotipi, come nel seguito descritto.

La caratterizzazione del settore in oggetto si basa su:

- osservazione e rilievi speditivi nel tratto di imbocco galleria esistente (Figura 10),
- sondaggio geognostico realizzato con carotatrice elettrica a partire dal locale cabina manovra paratoie (Figura 13).

Il fronte di scavo, si presenta prevalentemente stabilizzato con spritz-beton, e non è possibile dunque effettuare un rilievo geomeccanico-strutturale completo. I piani di discontinuità osservabili, presentano una giacitura media circa $70^\circ \times 20^\circ$, coerente con la giacitura della superficie litologica S0 rilevabile sugli affioramenti in area esterna. Sono inoltre individuabili almeno due ulteriori sistemi sub-verticali K1, K2, a spaziatura $< 0.5\text{-}1\text{m}$, anche se la suddetta presenza di spritz beton, oltre all'impossibilità di accedere in sicurezza ai settori di fronte scavo invece non stabilizzati, non consente un rilievo sistematico e di maggior dettaglio delle discontinuità.

Sulla base dell'osservazione qualitativa dei settori affioranti, l'ammasso è stato classificato sulla base dell'indice GSI per la classe specifica (“*GSI for the heterogeneous rock masse sas flysch*”, Hoek & Marinos, 2000).

Come da Figura 12 si valuta un $GSI \approx 25$. Tale valore è compatibile anche con lo stato di fratturazione del litotipo nel sondaggio geognostico S3, che risulta $RQD \approx 0$ in particolare nel tratto di profondità corrispondente allo scavo in galleria (rif. Figura 11, Figura 12).

A partire dall'indice GSI secondo le usuali correlazioni con i parametri geomeccanici di ammasso, si stimano i seguenti:

$$GSI = 25$$

$$GSI = RMR_{base} - 5 = 20 \text{ (classe IV)}$$

$$\varphi = 5 + RMR/2 = 15 \text{ [approssimiamo a } 20^\circ]$$

$$C = 5 \cdot RMR = 125 \text{ KPa}$$

$$\varphi_{giunti} = 20^\circ$$

$$\text{Coesione giunti} = 0$$

$$\gamma = 23 \text{ KN/m}^3$$

$$E_d = 2 \text{ GPa}$$

Roccia intatta

$$\text{Modulo elastico roccia intatta } E_i \approx 10 \text{ GB}$$

$$UCS \approx 75 \text{ MPa}$$

Falda

Riguardo alla valutazione delle condizioni idrogeologiche e livelli di falda, lo scavo esistente nell'attuale pozzo dove sarà collocata la valvola HB costituisce un riferimento piezometrico, in quanto

risulta permanentemente allagato dalle acque di filtrazione, fino in media alla quota 36 m s.l.m. circa, ed è oggetto di saltuario svuotamento per verifiche e manutenzioni. La quota in oggetto è compatibile con la quota del livello normale di esercizio nell'attuale canale di scarico "inferiore" e con la quota di fondo alveo del F. Serchio, come da sezioni dello studio idraulico. Si assume dunque una quota di falda di riferimento cautelativamente più elevata, pari a 37-38 m s.l.m., ovvero 1-2 m più elevata rispetto alla suddetta quota piezometrica nello scavo esistente.

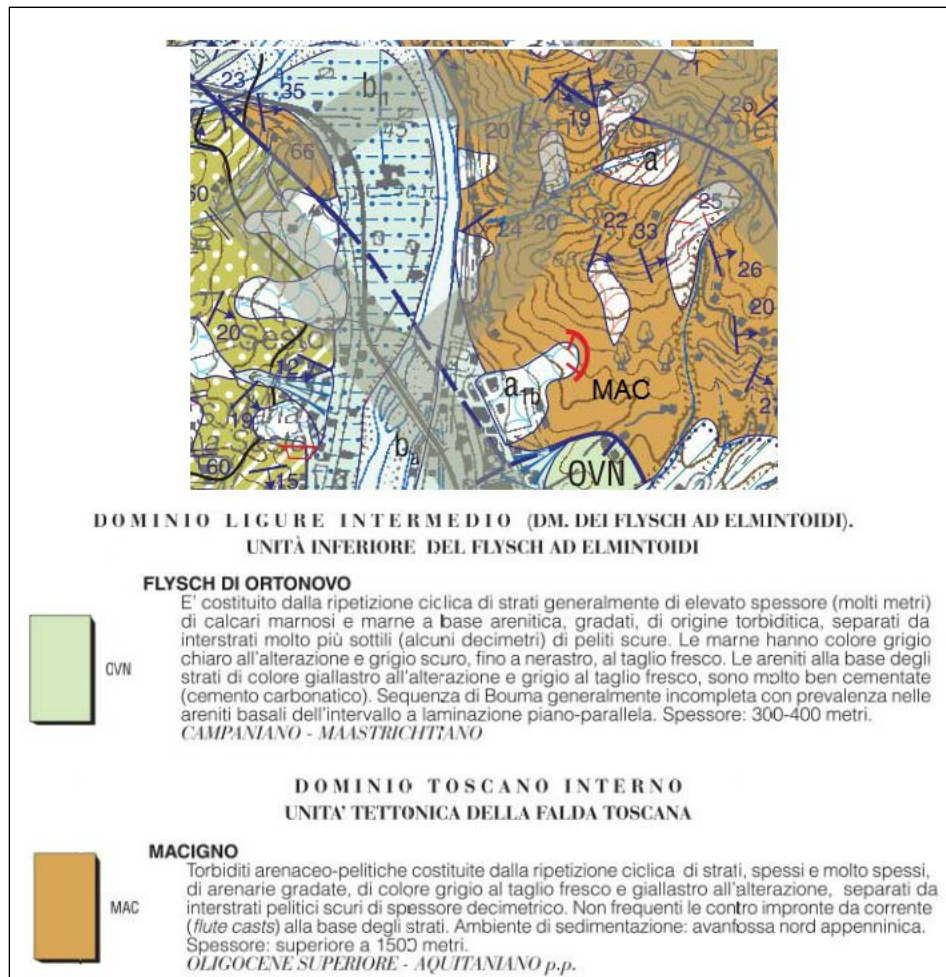


Figura 9 – Quadro geologico da cartografia CARG – Il settore si localizza nell'unità arenaceo-pelitica del "Macigno", Serie Toscana, lungo la fascia tettonizzata di contatto con le Unità del Dominio Ligure (flysch di Ortonovo)



Figura 10 – Fronte di scavo attuale del tratto di galleria di scarico

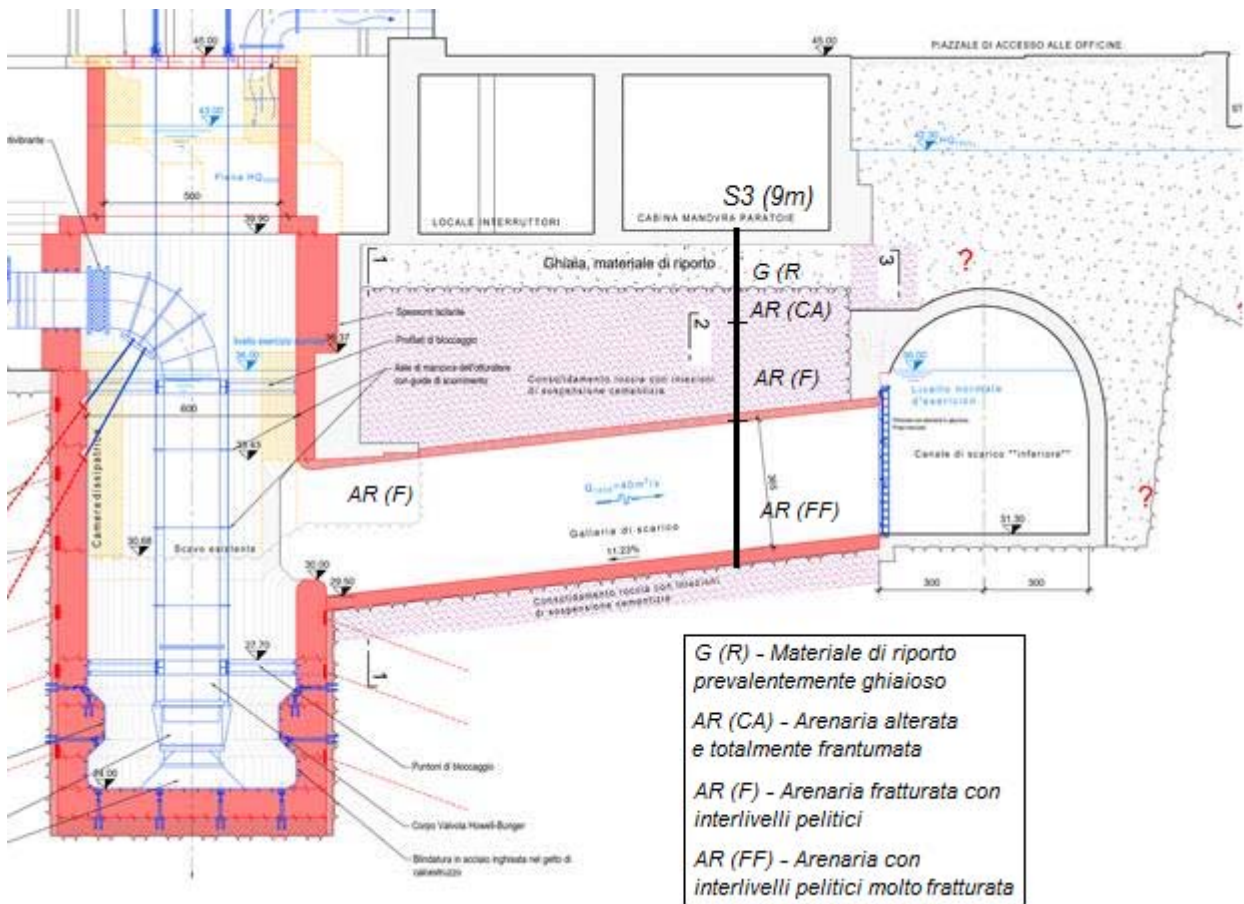


Figura 11 – Profilo del canale di scarico

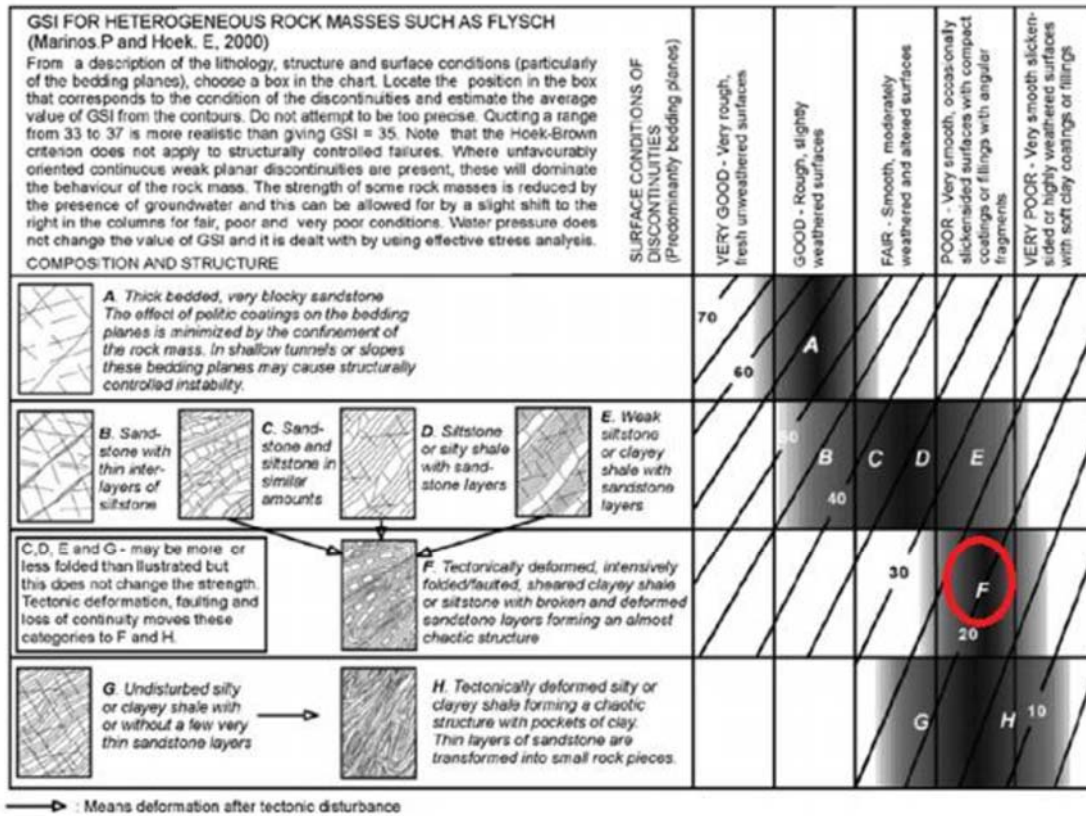


Figura 12 – Stima GSI ammasso roccioso tratto di completamento galleria di scarico

INDAGINI DIGA VINCHIANA - 8-9/10/2018
 Sondaggio 3 - Centrale - L=9.0 m - α=verticale

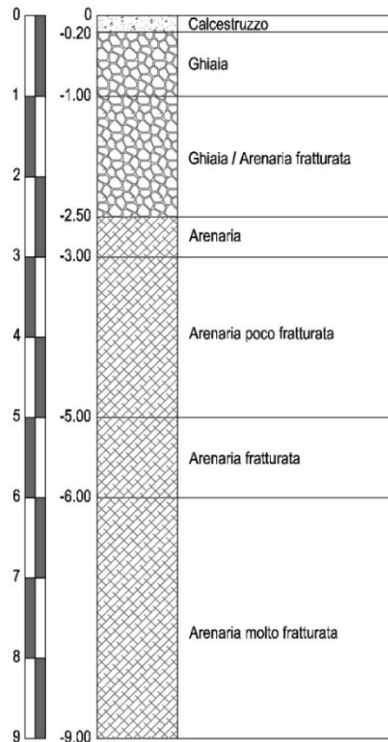


Figura 13 – Stratigrafia del sondaggio S3 (zona Centrale)

4. Aspetti relativi al vincolo idrogeologico

In riferimento alla richiesta di autorizzazione ai fini del vincolo idrogeologico, Art. 42 – comma 3 L.R. n. 39/2000, e in particolare alle “NOTE INFORMATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA DOMANDA”, viene nel seguito dato puntuale riscontro agli elementi richiesti al punto 4, relativi ai contenuti della relazione geologia e geotecnica a supporto della richiesta stessa.

....

4. La relazione geologica e geotecnica – costituente parte essenziale per il rilascio dell'autorizzazione di cui all'art.101 del Regolamento Forestale per la realizzazione di opere, per l'esecuzione di scavi finalizzati alla modificazione dell'assetto morfologico dei terreni, con o senza realizzazione di opere costruttive, per l'esecuzione di riporti di terreno - deve esporre i risultati delle indagini svolte, i parametri adottati, i metodi, i calcoli e i coefficienti determinati relativamente alla stabilità dei pendii, verificando la compatibilità degli interventi medesimi con la stabilità dei terreni.

In particolare deve essere preliminarmente valutata la stabilità dei fronti di scavo o di riporto a breve termine, in assenza di opere di contenimento, determinando le modalità di scavo e le eventuali opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità dei terreni durante l'esecuzione dei lavori.

Nei terreni posti in pendio, o in prossimità a pendii, oltre alla stabilità localizzata dei fronti di scavo, deve essere verificata la stabilità del pendio nelle condizioni attuali, durante le fasi di cantiere e nell'assetto definitivo di progetto, considerando a tal fine le sezioni e le ipotesi più sfavorevoli, nonché i sovraccarichi determinati dalle opere da realizzare, evidenziando le opere di contenimento e di consolidamento necessarie a garantire la stabilità a lungo termine.

R:

a) Settore valle diga (vasche di dissipazione)

Per gli aspetti sopraindicati si rimanda al punto 6.STATO DI EQUILIBRIO DEL VERSANTE della Relazione Geologica di progetto 2016. La verifica è effettuata sulla base dell'elaborazione con il software Dips, a partire dalle geometrie dei piani di discontinuità derivanti da rilievi geomeccanici su stazioni di misura. Attraverso l'applicazione di tale metodologia, ampiamente consolidata per la verifica di stabilità dei pendii in roccia, si deduce come non vi siano geometrie dei piani compatibili con instabilità del pendio sia nella condizione attuale, sia nel dettaglio del fronte di scavo per geometrie anche verticali degli stessi, ovvero “..le condizioni di equilibrio del versante sono garantite anche nel caso di scarpate subverticali..”

b) Settore “Centrale”

Non è prevista la realizzazione di alcuna opera interferente con il versante

Le indagini geologiche devono inoltre prendere in esame la circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

Le indagini, le valutazioni e le verifiche contenute nella relazione geologica e geotecnica devono estendersi a un intorno significativo all'area oggetto dei lavori, evidenziando le eventuali azioni degli scavi, dei riporti e delle opere in progetto su manufatti quali costruzioni, strade e altre infrastrutture, su sorgenti e su altre emergenze significative ai fini idrogeologici, quali aree di frana o di erosione, alvei o impluvi.

R:

a) Settore valle diga (vasche di dissipazione)

Negli scavi per il rifacimento delle vasche di dissipazione, come evidenziato nel presente addendum alla relazione geologica, “..si esclude la presenza di falda permanente alle profondità di scavo e bulbo di fondazione delle opere, ma eventualmente la presenza discontinua di acqua di filtrazione.“. Non è pertanto atteso alcun effetto sulla circolazione sotterranea ad ogni scala.

b) Settore “Centrale“

Come evidenziato nel presente addendum, lo scavo esistente nell’attuale pozzo dove sarà collocata la valvola risulta allagato dalle acque di filtrazione, da rete di flusso verosimilmente locale e discontinua, nell’ambito di un acquifero arenaceo-marnoso a permeabilità molto bassa. In tale contesto per l’aggottamento in fase di cantiere non sono attesi effetti significativi nell’intorno. Lo scavo nella condizione di progetto risulterà impermeabilizzato. In un contesto di ammasso roccioso semipermeabile, dunque con velocità di filtrazione molto basse, non sono significative modificazioni piezometriche apprezzabili per effetto barriera.