



IMPIANTO	CODICE CKS
Impianto idroelettrico di Levane	GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.023.00
Diga di Levane: Progetto di Sovralzo ai fini di laminazione	

DIGA DI LEVANE

O&M Hydro Italy

Northern Central Area - Territorial Unit Lucca - UE Levane

Comune di Montevarchi - Provincia di Arezzo

PROGETTO DI SOVRALZO AI FINI DI LAMINAZIONE - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER LA CHIUSURA IDRAULICA DEL SOPRALZO DELLA SPALLA SINISTRA

00	01/06/2020	Prima emissione	F. Carnevale	A. Nardi A. Masera	A. Masera
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONI	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
ELABORATO CESI N. C0010029		NOME FILE R17 Chiusura idraulica della diga sulla spalla sinistra.docx	SCALA -	FOGLIO -	
NUMERO E DATA ORDINE		Ordine n. 3500053942 del 28/09/2019			
IL PROGETTISTA			 <i>Alberto Masera</i> ING. ALBERTO MASERA		
		CESI S.p.A. Via Rubattino 54 I-20134 Milano - Italy Tel: +39 02 21251 Fax: +39 02 21255440 e-mail: info@cesi.it www.cesi.it Engineering & Environment - ISMES Division Structural & Civil Engineering			
IL COMMITTENTE					
	ENEL GREEN POWER ITALIA S.r.l. Power Generation Italy O&M Hydro Italy Northern Central Area		DATA	ING. M. SESSEGO	
PER PRESA VISIONE ING. RESPONSABILE			No. HYD		
DATA	ING. S. GABBRIELLI				

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C0010029

Cliente ENEL Green Power S.p.A.

Oggetto Diga di Levane Comune di Montevarchi e Terranuova Bracciolini (AR) – Progetto definitivo di sopralzo della diga
Relazione illustrativa delle opere da realizzare per la chiusura idraulica del sopralzo in spalla sinistra

Ordine Attivazione n. 3500053942 da Contratto Aperto di Servizi 8400140386 del 7/05/19.

Note Rev.00 - A1300002142 – Lettera di trasmissione C0009658

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 22 **N. pagine fuori testo** -

Data 01/06/2020

Elaborato **INE - Carnevale Francesco**
C0010029 3194063 AUT

Verificato **INE - Masera Alberto, INE - Nardi Andrea**
C0010029 114993 VER C0010029 3011309 VER

Approvato **INE - Masera Alberto (Project Manager)**
C0010029 114993 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/22

Indice

1	INTRODUZIONE.....	3
2	OGGETTO E SCOPO	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4	GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO	6
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE PRESENTI IN SPALLA SINISTRA	11
6	APPROFONDIMENTO SULLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DEI TERRENI E ROCCE IN SPALLA SINISTRA.....	15
7	OPERE DI CHIUSURA IDRAULICA IN SPALLA SINISTRA	17
8	CONCLUSIONI	22

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	01/06/2020	C0010029	Prima emissione

1 INTRODUZIONE

Il sopralzo della diga di Levane è inserito nel Piano di Bacino del Fiume Arno tra gli interventi di mitigazione del rischio idraulico della città di Firenze. Dal sopralzo è atteso un volume utile di 9,5Mmc per la laminazione della piena di progetto.

Nell'ottobre del 2015 ENEL ha predisposto il progetto definitivo dell'intervento di sopralzo e lo ha inviato all'autorità di controllo Direzione Generale Dighe del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (DGD).

Nell'agosto del 2017, acquisito anche il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici,

DGD ha richiesto integrazioni al progetto necessarie per l'approvazione.

CESI è stata incaricata dal Concessionario Enel Green Power di completare, integrare e revisionare il progetto ENEL 2015 di sopralzo della diga, adempiendo alle prescrizioni DGD inerenti alla diga e le sue spalle.

L'azione progettuale di CESI terrà conto dei risultati ottenuti dalla sperimentazione su modello fisico degli effetti delle piene di riferimento attraverso lo sfioratore condotta dall'Università di Firenze per le specifiche necessità di progetto.

Il presente documento costituisce la **Relazione illustrativa delle opere da realizzare per la chiusura idraulica del sopralzo in spalla sinistra.**

2 OGGETTO E SCOPO

Oggetto del presente rapporto sono le opere da realizzarsi in spalla sinistra per la chiusura idraulica del sopralzo della diga.

Scopo è descrivere la soluzione adottata per la chiusura delle vie di filtrazione in spalla sinistra.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Sono di riferimento i seguenti documenti:

1. Documento Cesi Prot. C0006135 - Diga di Levane (Comune di Montevarchi) – INDAGINI GEOGNOSTICHE 2019 – aprile 2020;
2. Documento Cesi Prot. C0006347 - Diga di Levane (Comune di Montevarchi AR) – Progetto di sovrizzo ai fini laminazione - Progetto definitivo - RELAZIONE GEOLOGICA – aprile 2020;
3. Documento Cesi Prot. C0006345 - Diga di Levane (Comune di Montevarchi AR) – Progetto di sovrizzo ai fini laminazione - Progetto definitivo - RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA E GEOTECNICA – aprile 2020.

4 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

Il presente paragrafo viene estratto dalla relazione geologica Doc. Rif. [2] cui si rimanda per i dettagli del caso.

Il substrato roccioso presente nella sezione di imposta della diga è parte dell'unità geologica prevalentemente terrigena denominata Formazione del Macigno, che costituisce il termine ultimo della Falda Toscana. Essa è formata da tre Unità stratigrafiche che variano fra di loro per età, per posizione stratigrafica all'interno dell'Appennino Settentrionale e per composizione litologico- mineralogica.

Le tre Unità stratigrafiche sono disposte nella catena appenninica da sud-ovest, le più interne, verso nord-est, le più esterne, cioè da quella più antica a quella più recente, in accordo alla vergenza tettonica. Le tre Unità stratigrafiche sono le seguenti:

- Macigno del Chianti: alternanza di arenarie turbiditiche quarzoso feldspatiche con matrice argillosa ed assenza di cemento, sostituito dalle argille della matrice, a grana medio grossolana e sottili livelli argillitici; è presente nell'omonima catena montuosa; rapporto arenarie/peliti >1.
- Arenarie del Monte Cervarola - Monte Falterona: alternanza di strati di arenarie turbiditiche quarzoso feldspatiche a grana medio fine, con matrice argillosa e scarso cemento calcareo, e livelli siltitico marnosi, rispettivamente meno e più spessi che nella precedente unità; è presente nella parte centrale della catena, costituendone i rilievi più elevati; rapporto arenarie/peliti ~1:1.
- Marnoso Arenacea: alternanze di arenarie turbiditiche quarzoso feldspatiche a grana medio fine, con matrice argillosa e cemento calcareo dolomitico, e spessi livelli di marne; è situata ancora più ad oriente nella Catena Appenninica, nel versante romagnolo marchigiano; rapporto arenarie/peliti <1.

Nella sezione di imposta della diga è presente la Formazione delle Arenarie del Monte Falterona (AMF), che appartiene all'Unità Stratigrafica Cervarola Falterona.

Le sponde del bacino sono costituite dalla Formazione delle Arenarie del Monte Falterona, affioranti nella sezione di imposta della diga e in tutto il tratto dell'alveo del fiume interno alla Valle dell'Inferno. In alcuni tratti, la AMF è coperta nelle parti superiori dei versanti dalle unità geologiche neogeniche.

La litologia della AMF affiorante nella zona di imposta della diga e sui versanti della Valle dell'Inferno (Figura 1 e Figura 2), conosciuta dai risultati dei rilevamenti geologico strutturali, è formata da un'alternanza di strati di arenarie quarzoso feldspatiche a grana medio fine di spessore dell'ordine decimetrico, raramente dell'ordine metrico, e di livelli siltitico marnosi, che costituiscono la parte alta ed a grana più fine degli strati arenacei, il cui spessore è, in generale, dello stesso ordine di grandezza dei precedenti. Il rapporto fra il litotipo arenaria e litotipo siltite-marna, cioè, A/P, è superiore ad 1, come è stato evidenziato dalla analisi litologica delle carote estratte dai sondaggi geognostici.



Figura 1 - Affioramento di AMF, versante destro sopra la centrale [A1]



Figura 2 - Affioramento di AMF versante destro a monte diga [A5]

Il versante sinistro è caratterizzato da una monotona isoclinale immergente di circa 20° verso NE. In ragione di questo assetto marcatamente a franapoggio il versante, con particolare riferimento all'area nell'intorno dell'imposta dell'opera realizzata, è privo di affioramenti del substrato, ricoperto da una coltre detritica di spessore variabile.

Per quanto riguarda la coltre detritica l'appoggio sul substrato avviene attraverso rocce argillitiche-siltitiche, talora arenacee, fratturate.

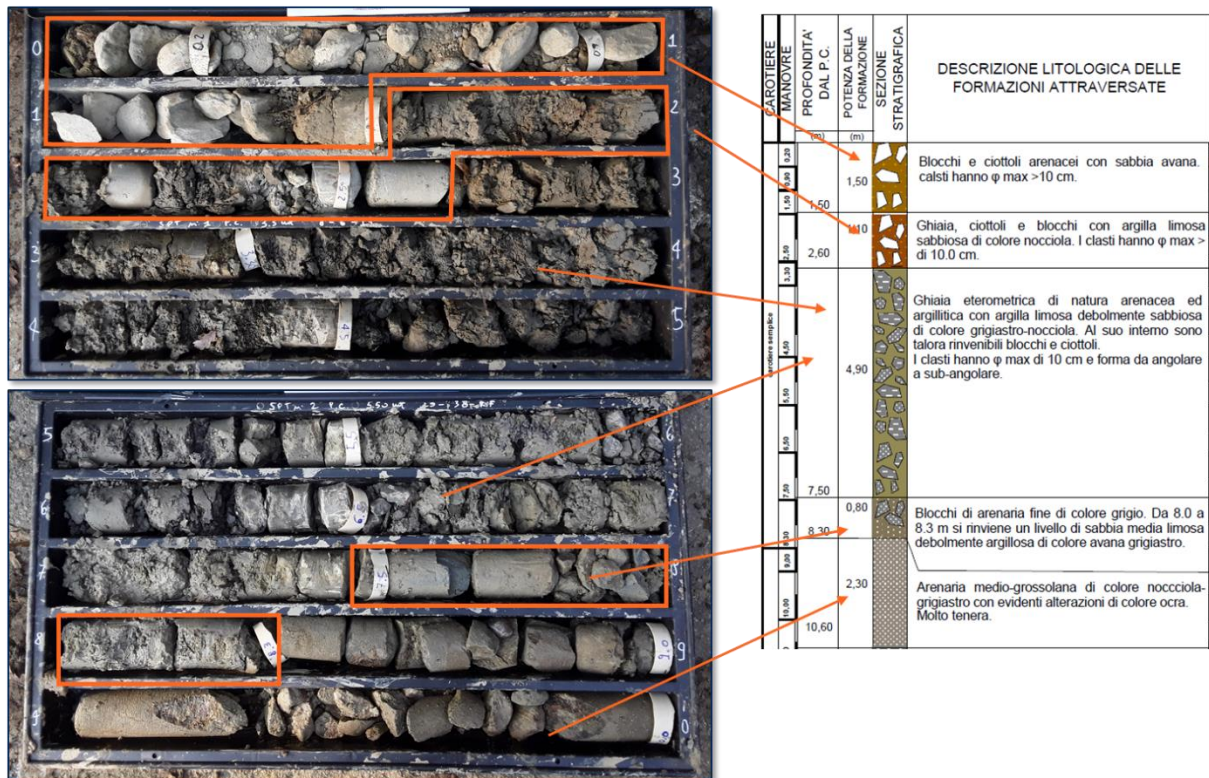


Figura 3 – Sondaggio SS1, stratigrafia dei primi 10 m in cui è evidente la natura caotica del materiale superficiale.

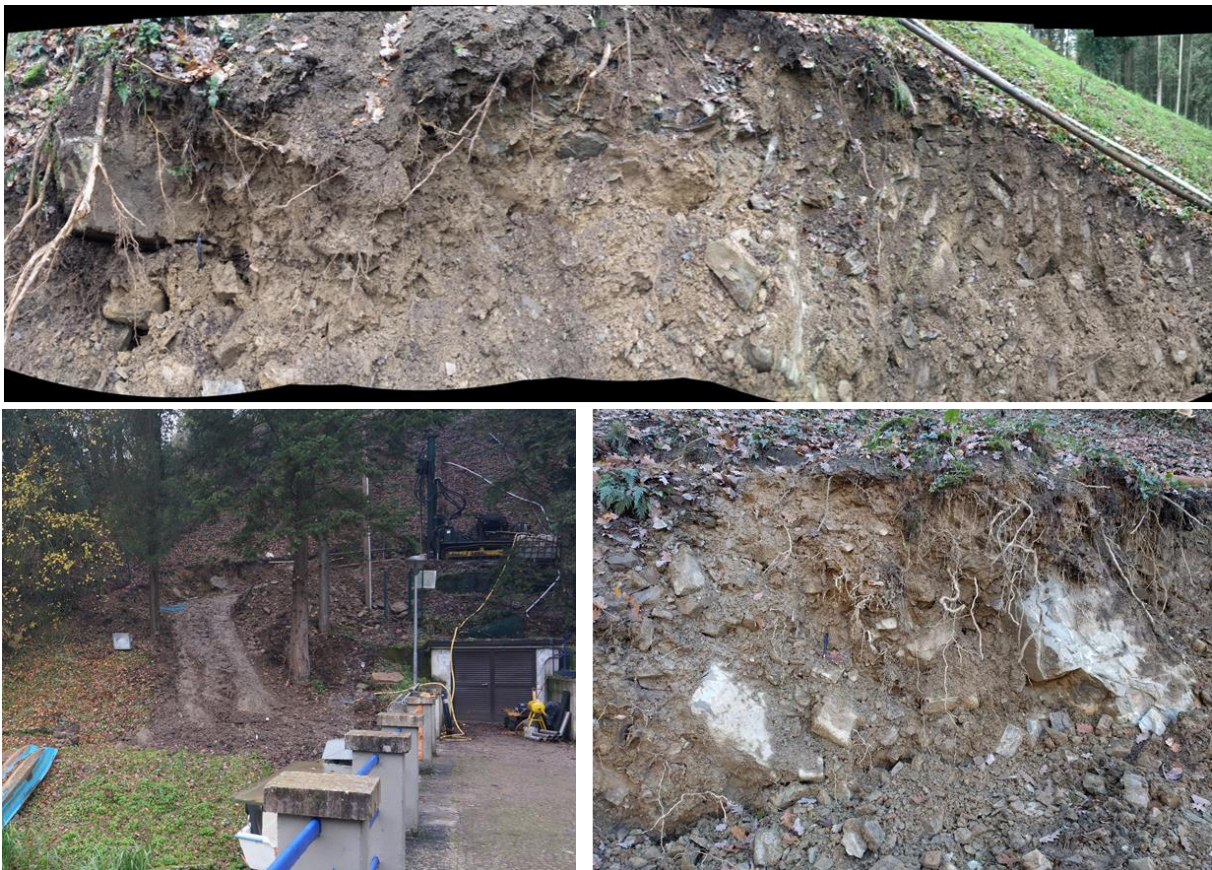


Figura 4 – Dettagli dello scavo della piazzola del sondaggio SS1 e della relativa pista di accesso

La natura caotica del deposito attraversato dai sondaggi è confermata dallo scasso effettuato in corrispondenza della piazzola del recente sondaggio SS1, in cui sono ben riconoscibili i blocchi arenacei, angolosi, pluridimensionali inglobati in matrice fine (Figura 4).

Dall'insieme degli elementi raccolti (documentazione storica, caratteristiche litostratigrafiche, assetto morfologico locale attuale, probabile rimodellamento antropico), si ipotizza l'esistenza di una coltre di materiale detritico caotico la cui presenza sia da mettere in relazione all'assetto strutturale locale caratterizzato da andamento a franapoggio degli strati con presenza di livelli pelitici e la cui morfologia sia imputabile al rimodellamento locale (soprattutto antropico).

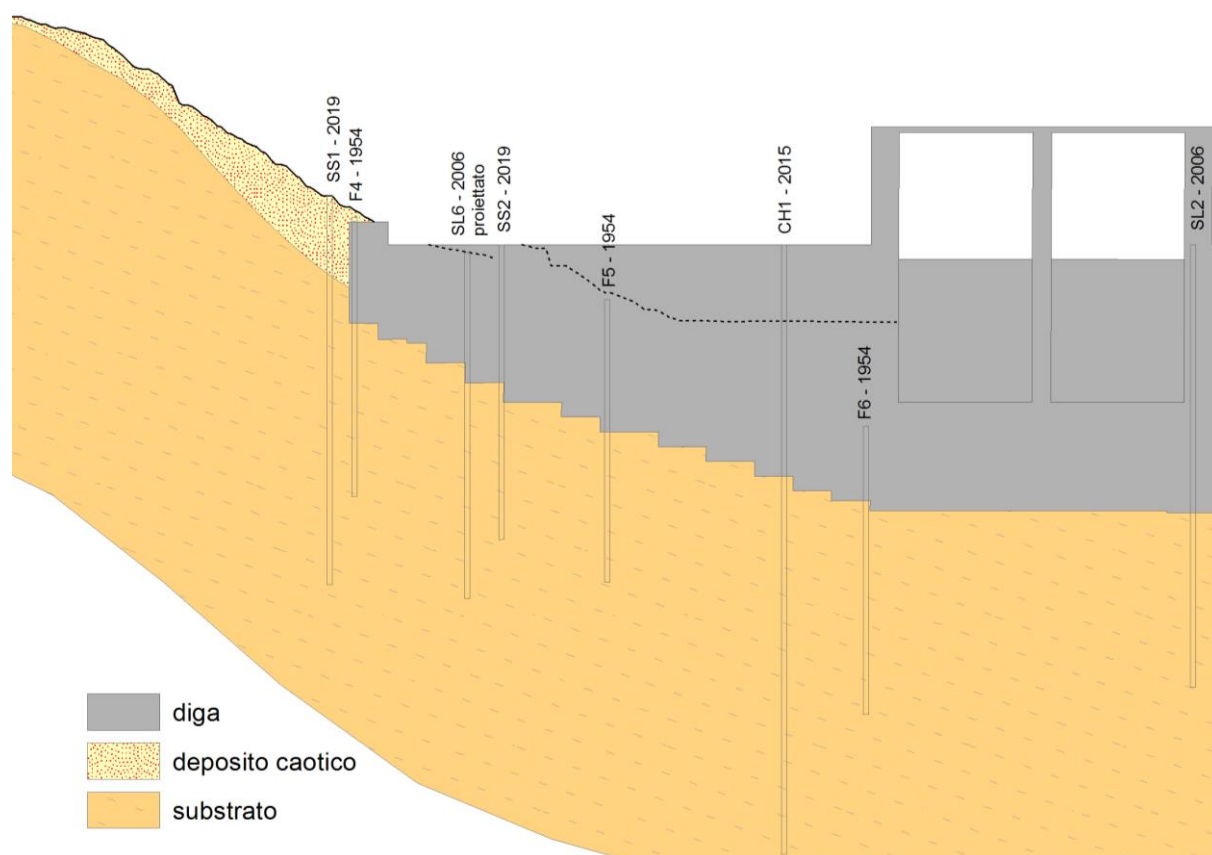


Figura 5– Interpretazione dell'imposta sinistra in cui è rappresentata la presenza di un corpo detritico caotico addossato al versante

Il versante sinistro, nella sua parte a valle dell'imposta, risulta invece caratterizzato da morfologie riconducibili a fenomeni più marcatamente gravitativi.

Dal confronto con le stratigrafie dei sondaggi, in particolare quelli storici, e con le cartografie degli studi più recenti, è possibile individuare un accumulo di frana che, però, risulta privo di tracce di attività recente e si presenta parzialmente rimodellato all'unghia dalla dinamica fluviale; sulla base di tali considerazioni è possibile ritenerlo inattivo (vd. Figura 6).

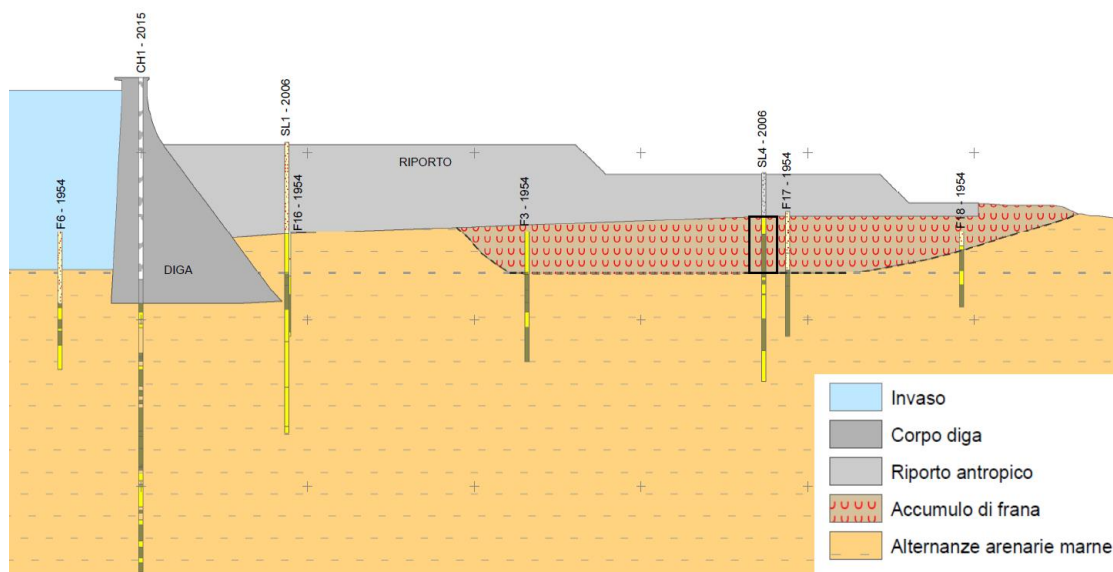


Figura 6 – Sezione lungo Arno con interpretazione dell'andamento dell'accumulo di frana al di sotto del riporto della diga; per il dettaglio del sondaggio SL4, nel riquadro nero, si veda la figura seguente.

Infine, il versante destro della Valle dell'Inferno, in corrispondenza dell'imposta della diga, si presenta acclive con versanti impostati prevalentemente nel substrato roccioso, a formare scarpate in roccia subverticali alte fino a 30m ed estese per circa 300m, da monte diga fino allo sbocco nella piana di Montevarchi (Figura 7). La continuità delle pareti rocciose è localmente interrotta da brevi incisioni impostate a partire dalle superfici terrazzate superiori e al cui interno sono presenti limitati accumuli di depositi detritico-colluviali. Piccoli accumuli di frane superficiali sono inoltre presenti sul fianco di tali incisioni.



Figura 7 – Viste panoramiche di valle (in alto) e di monte (in basso) del versante destro

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE PRESENTI IN SPALLA SINISTRA

Al fine di individuare la situazione stratigrafica presente in spalla sinistra e finalizzata alle verifiche ed al dimensionamento delle opere provvisorie di cantiere si fa riferimento alle seguenti sezioni geologico-geotecniche.

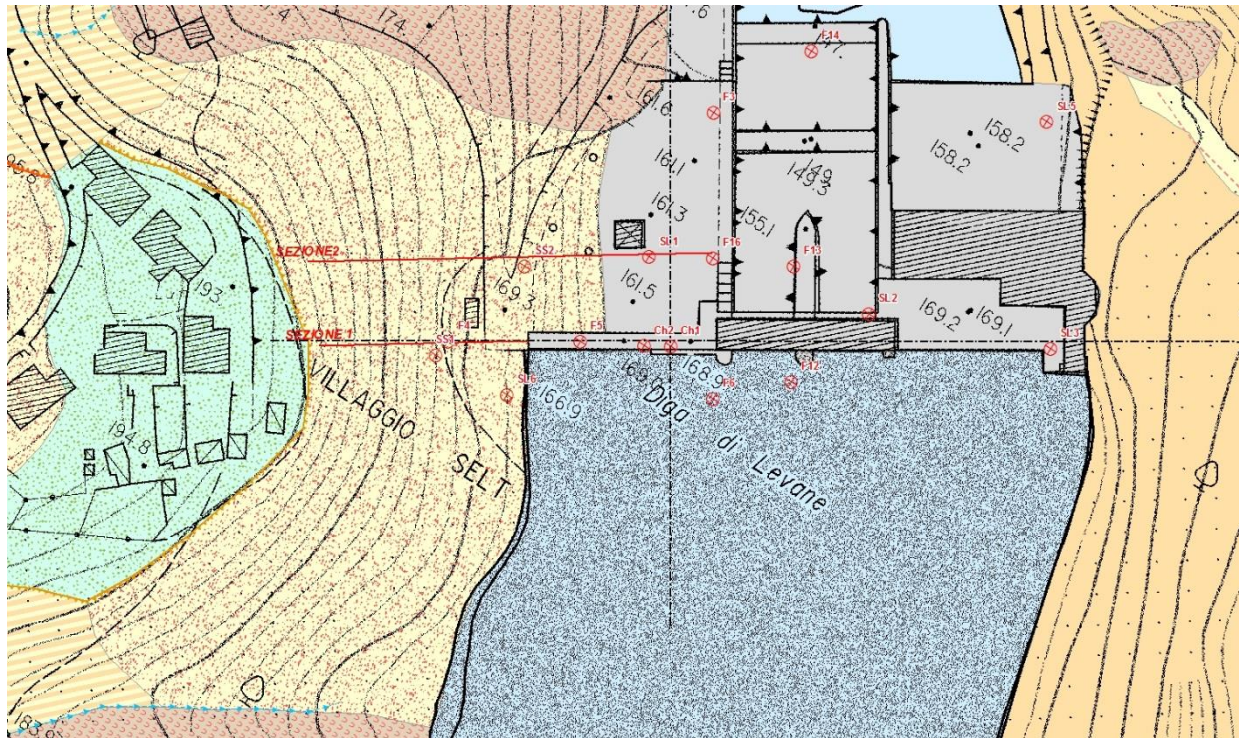


Figura 8 Planimetria con ubicazione delle sezioni geologico-geotecniche di interesse



Figura 9 Sezione geologico-geotecnica 1-1

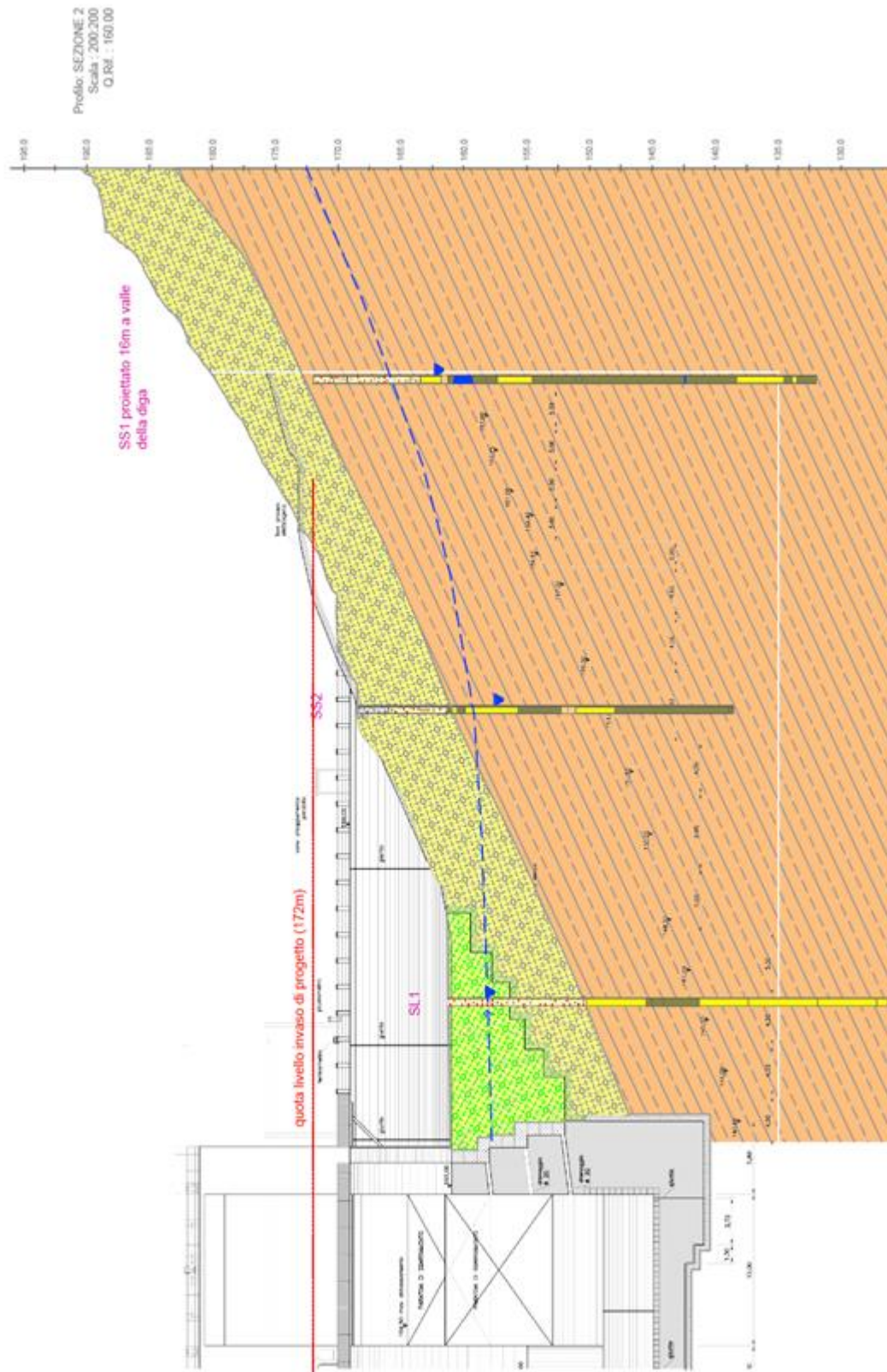


Figura 10 Sezione geologico-geotecnica 2-2

Dalla relazione di caratterizzazione geotecnica e geomeccanica, Doc. Rif. [3], è possibile ricavare i parametri meccanici da utilizzare nel dimensionamento delle opere.

In particolare, la Tabella 1 riporta le caratteristiche di resistenza e deformabilità della roccia distante tra spalla sinistra, parte centrale e spalla destra.

La Tabella 2, invece, si occupa della parametrizzazione della coltre detritica presente in spalla sinistra.

Tabella 1 - Caratteristiche della roccia di fondazione della diga

Area di riferimento	Parametri di resistenza di picco		Parametri di resistenza di residui		E (MPa)	E0 (MPa)	K m/s	Qult (MPa)
	c _p ' (KPa)	φ _p ' (°)	c _r ' (KPa)	φ _r ' (°)				
a. Spalla sinistra	190	52	70	35	6.200	15.560	5x10-6	7
b. Parte centrale	470	46	250	32	8.900	22.250	10-6	
c. Spalla destra	1.083	52	547	45	18.708	46.700	10-6	

Tabella 2 - Caratteristiche della coltre detritica in spalla sinistra

Descrizione granulometrica	Parametri di resistenza		K m/s	E (MPa)
	c' (KPa)	φ' (°)		
Ghiaia e Sabbia poco limosa	0	40	7x10-7	20

Per tutti i dettagli inerenti alle modalità con cui i vari parametri sono stati determinati, nonché alle prove interpretate e ai documenti cui ci si è riferiti nell'analisi, si rimanda al Doc. Rif. [3].

6 APPROFONDIMENTO SULLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DEI TERRENI E ROCCE IN SPALLA SINISTRA

L'ammasso roccioso presente in fondazione è costituito da un'alternanza di strati arenacei e siltitico marnosi, interessati da una serie di fratture che si intersecano fra di loro e con le superfici di stratificazione. Per questo motivo, la permeabilità dell'ammasso roccioso è del tipo "secondario", cioè prevalentemente per fratturazione, ed il suo grado è funzione della frequenza delle discontinuità che lo interessano.

Si riprende dalla relazione geologica (Doc. Rif. 2]) la Tabella 3 che segue dove vengono sintetizzati tutti i risultati delle prove Lugeon eseguite nel tempo:

Tabella 3 - Valori di permeabilità dell'ammasso roccioso misurati nei vari sondaggi

Sondaggio	Un. Lugeon	k (m/s)	Classe	Prof. (m) da p.c.
SS1	95.00	8.70x10 ⁻⁶	Molto alta	14.5-16.2
SS1	28.00	2.90x10 ⁻⁶	Media	17-19.7
SS1	6.00	6.20x10 ⁻⁷	Moderata	19-21.7
SS1	4.00	4.00x10 ⁻⁷	Bassa	24.6-27
SS2	98.00	9.50x10 ⁻⁶	Molto alta	9.6-11.7
SS2	19.00	2.20x10 ⁻⁶	Media	17.5-21.4
CH2	6.00	10 ⁻⁷	Moderata	22-28.8
CH2	3.00	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁸	Bassa	35-41
CH2	1.00	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁸	Bassa	45-50
CH2	1.00	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁸	Bassa	56.5-61.5
SL2	4.70	10 ⁻⁶	Bassa	27-31
SL2	7.50	10 ⁻⁶	Moderata	36.4-38.5
SL2	6.30	10 ⁻⁶	Moderata	42-45
SL3	2.90	10 ⁻⁷	Bassa	29-33
SL6	6.70	10 ⁻⁷	Moderata	20-23.4

Con riferimento ai tre settori individuati al capitolo precedente, spalla sinistra, parte centrale e spalla destra, la tabella può essere così riscritta:

Tabella 4 - Valori di permeabilità dell'ammasso roccioso raggruppati per aree di riferimento

Sondaggio	Area di riferimento	Permeabilità (m/s)	Prof. (m) da p.c.
SS1	Spalla sinistra	8.70x10 ⁻⁶	14.5-16.2
SS1	Spalla sinistra	2.90x10 ⁻⁶	17-19.7
SS1	Spalla sinistra	6.20x10 ⁻⁷	19-21.7
SS1	Spalla sinistra	4.00x10 ⁻⁷	24.6-27
SS2	Spalla sinistra	9.50x10 ⁻⁶	9.6-11.7
SS2	Spalla sinistra	2.20x10 ⁻⁶	17.5-21.4
CH2	Spalla sinistra	10 ⁻⁷	22-28.8
CH2	Spalla sinistra	5x10 ⁻⁸	35-41
CH2	Spalla sinistra	5x10 ⁻⁸	45-50

CH2	Spalla sinistra	5x10-8	56.5-61.5
SL6	Spalla sinistra	10-7	20-23.4
SL2	Parte centrale	10-6	27-31
SL2	Parte centrale	10-6	36.4-38.5
SL2	Parte centrale	10-6	42-45
SL3	Parte centrale	10-7	29-33

Per quanto concerne la spalla sinistra, entro profondità inferiori ai 20 metri dal p.c. la permeabilità dell'ammasso è compresa tra 5x10-6 e 10-5 m/s. Al di sotto di tale profondità la permeabilità scende a 5x10-8 m/s.

Nella parte centrale i valori sono più omogenei tra loro e la permeabilità può essere considerata pari a 10-6 m/s.

Non ci sono informazioni circa la spalla destra la cui permeabilità, cautelativamente, può essere assunta pari a quella della parte centrale, ovvero, 10-6 m/s.

In sinistra idrografica, nel foro del sondaggio SS1, dove sono presenti circa 8 metri di coltre superficiale, si è effettuata una prova di permeabilità Lefranc a -5.5m da p.c., che ha evidenziato un valore di permeabilità $K=6.8 \times 10^{-7}$ m/s.

Una stima del valore di permeabilità per la coltre superficiale si può ottenere anche dalle granulometrie applicando la formula di Hazen:

$$k \left(\frac{m}{s} \right) = 0,01 \times [D_{10}(mm)]^2$$

Essendo D10 il diametro al passante 10%.

Con riferimento alle granulometrie prima presentate il diametro D10 di riferimento può essere assunto pari a 0,004 mm, ovvero si ottiene una permeabilità $k= 1,6 \times 10^{-7}$ m/s. Tale valore è ben in linea con la prova Lefranc eseguita che interessando un volume di terreno ragionevolmente significativo restituisce il valore più plausibile di permeabilità da considerare.

È interessante notare come il grado di fessurazione della roccia sia tale da far sì che la permeabilità della roccia sia superiore a quella del deposito superficiale.

Per quanto riguarda, infine, la profondità della falda acquifera, nel sondaggio SS2 è stato installato un tubo piezometrico a tubo aperto nel quale il livello dell'acqua è stato misurato a -8.90 m da p.c. in data 05/12/2019, ovvero qualche giorno dopo il completamento del sondaggio.

7 OPERE DI CHIUSURA IDRAULICA IN SPALLA SINISTRA

Per la definizione delle opere di chiusura della diga sulla spalla sinistra si fa riferimento alla sezione geologico-geotecnica 1-1 che viene sotto riproposta.

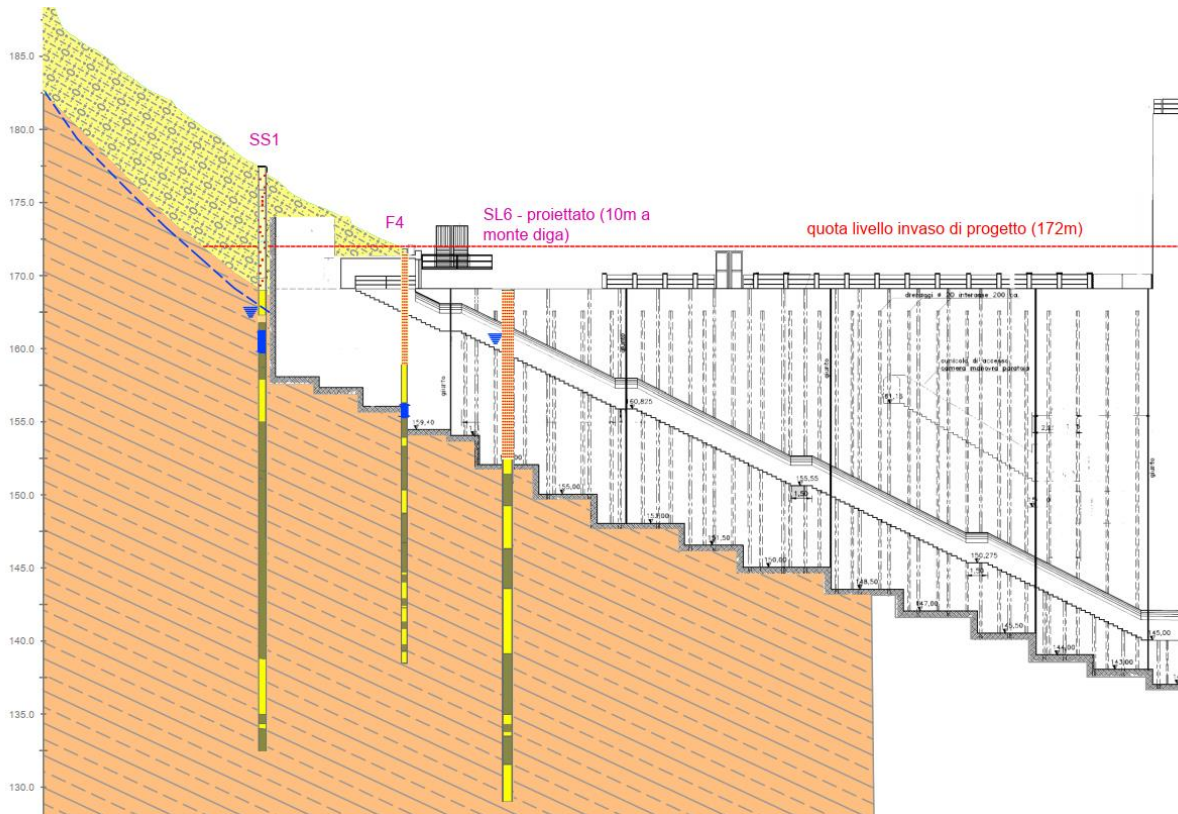


Figura 11 Sezione geologico-geotecnica 1-1

Il nuovo livello di invaso di progetto comporta che, in spalla sinistra, il battente d'acqua vada ad interessare non solo la roccia di fondazione, come attualmente avviene, ma anche la coltre superficiale. La Figura 12 mostra la zona in cui ci può essere il buy-pass idraulico attraverso la coltre detritica e quindi la zona da dover impermeabilizzare.

Lo scopo dell'intervento di impermeabilizzazione è chiudere il passaggio nella coltre detritica, che oggi non è interessata dal livello del lago, e riportarsi nelle condizioni attuali in cui l'eventuale percorso di filtrazione deve passare attraverso la roccia del versante della spalla sinistra.

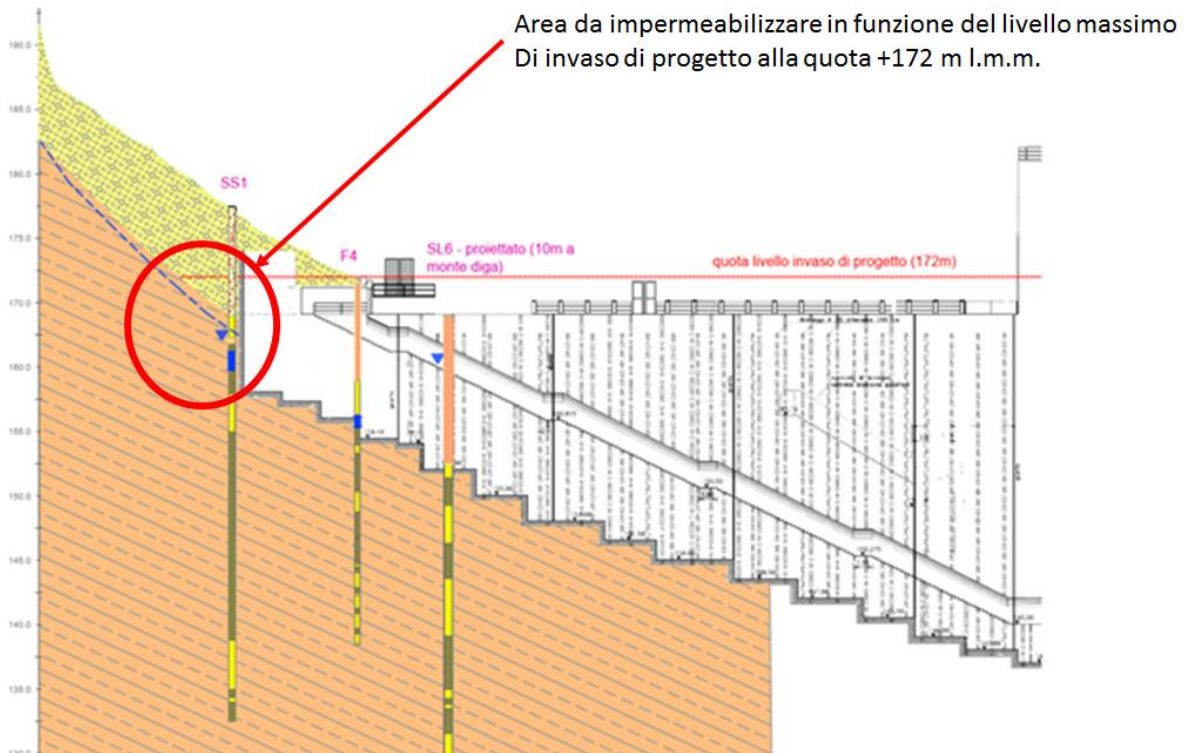


Figura 12 Sezione geologico-geotecnica 1-1 – Zona da impermeabilizzare in funzione del nuovo livello di invaso

L'intervento deve ovviamente essere in grado anche di reggere il dislivello d'acqua monte-valle e pertanto l'opera deve avere anche carattere strutturale e non solo di impermeabilizzazione.

Lato monte il livello d'acqua è quello del lago, mentre lato valle la falda è quella indicata nella sezione 2-2. Il dislivello idraulico monte-valle è quindi pari a 3.40 metri.

La chiusura viene eseguita con una doppia paratia di micropali armati con tubolare metallico messi in opera a quinconce. Si considerano micropali $\phi 300\text{mm}$ armati con tubolari $\phi 127/10\text{ mm}$.

La scelta della doppia paratia ha come concetto di base la necessità di chiudere eventuali spazi che possano crearsi tra pali adiacenti a seguito di deviazioni importanti dalla verticale dei pali stessi in fase di installazione. La seconda fila della paratia chiude proprio gli eventuali percorsi lasciati liberi tra i pali della prima paratia.

La chiusura idraulica tra paratia e diga potrà essere garantita mediante la messa in opera di una doppia calza in geotessuto iniettata con miscela cementizia posta a monte e a valle della paratia (vd. Figura 13).

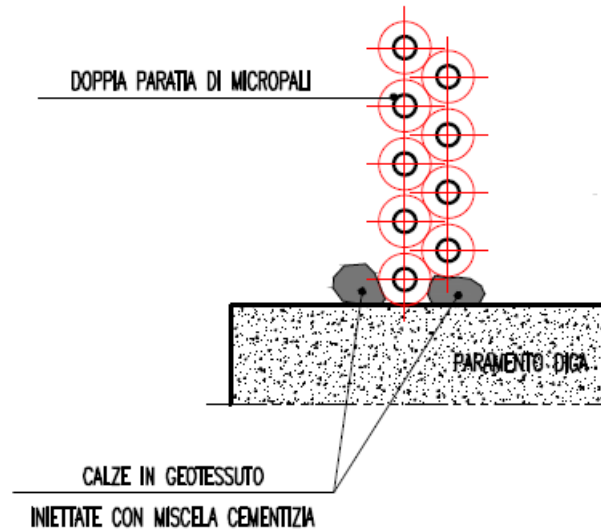


Figura 13 Opera di impermeabilizzazione e connessione tra paratia e paramento della diga

Lo schema statico della paratia di micropali è illustrato nella figura che segue.

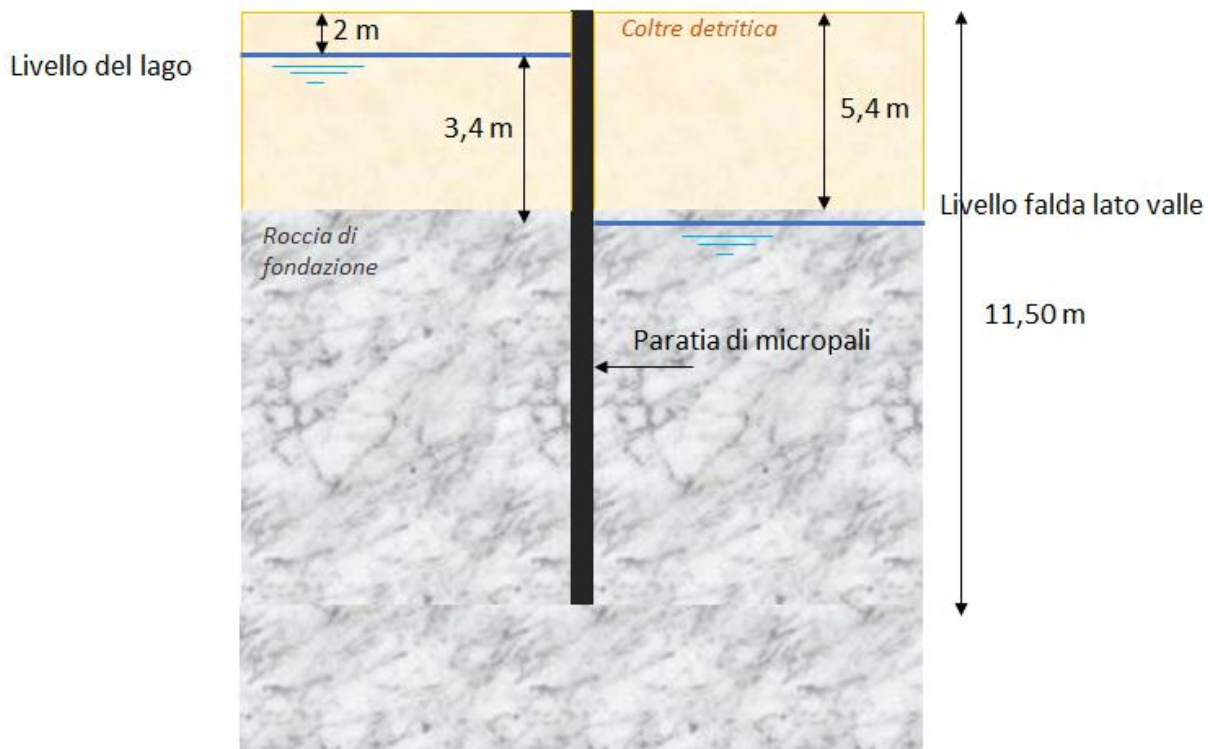


Figura 14 Paratia di micropali per impermeabilizzazione spalla sinistra - schema statico

Nel calcolo delle sollecitazioni sulla paratia che caratteristiche meccaniche della coltre detritica e della roccia di fondazione sono prese dalla Tabella 1 e dalla Tabella 2.

La Figura 15 mostra la distribuzione delle spinte idrostatiche considerata nel calcolo, mentre la Figura 16 mostra le azioni interne agenti sulla paratia a seguito del dislivello di spinte agenti.

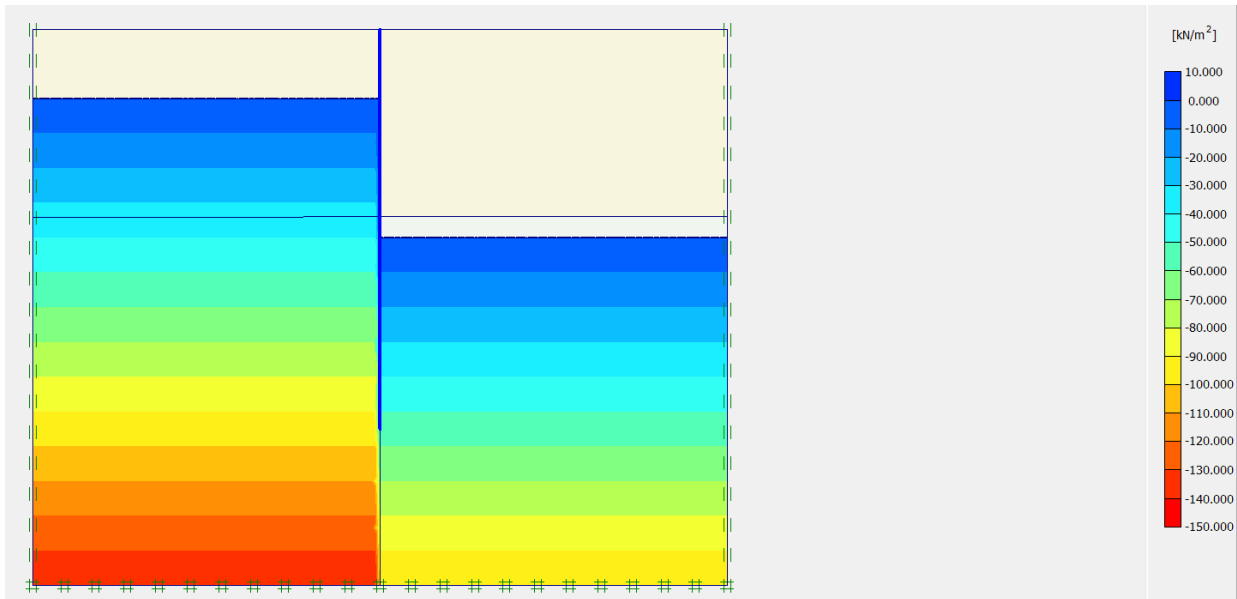


Figura 15 Paratia di impermeabilizzazione - Spinte dell'acqua monte/valle

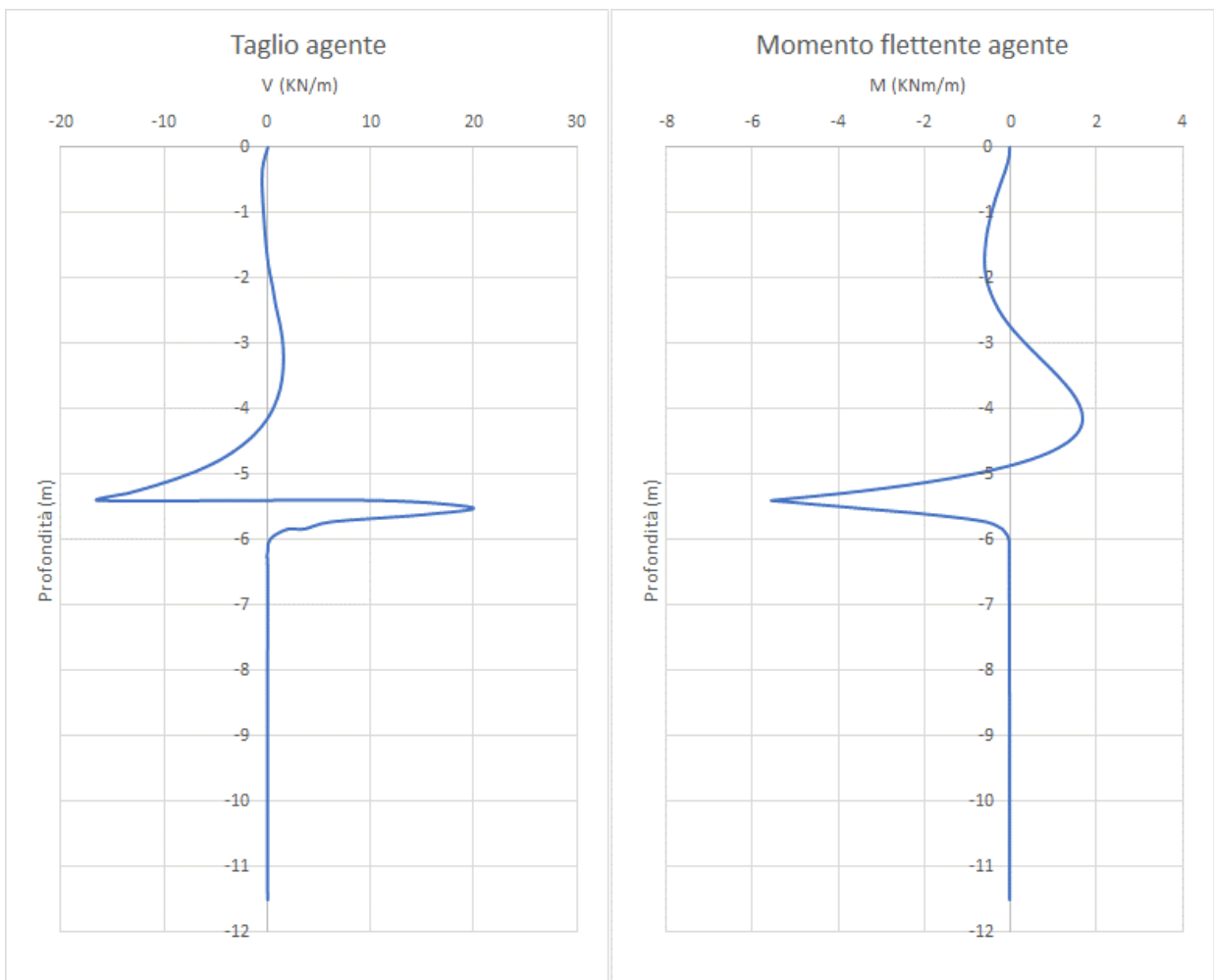


Figura 16 Paratia di impermeabilizzazione – Azioni interne agenti nella paratia

Data la completa immersione della paratia nel terreno, sia esso detrito o roccia, il dislivello idraulico non provoca sollecitazioni importanti, così come evidente dalla Figura 16.

Se si considera di armare i micropali con tubolari $\phi 127/10$ mm il momento resistente della sezione, a metro di paratia, è pari a 52.8 kNm/m. Se si considera che poi la paratia è doppia si vede bene come le sollecitazioni agenti siano praticamente trascurabili.

Non si ravvisano quindi problematiche strutturali sulla paratia a seguito del dislivello idraulico monte-valle legato all'innalzamento del livello di invaso della diga.

È stata anche simulata l'azione di svaso rapido che prevede l'abbassamento repentino del livello idraulico a monte della paratia dalla quota 172 alla quota 153 m l.m.m.

In questo caso sulla paratia agisce la sola spinta dell'acqua presente sul versante a valle della diga il cui livello però è, di fatto, in corrispondenza del substrato roccioso.

Come si vede dai diagrammi delle figure che seguono la condizione di svaso rapido è meno impegnativa della condizione di esercizio che resta pertanto quella dimensionante.

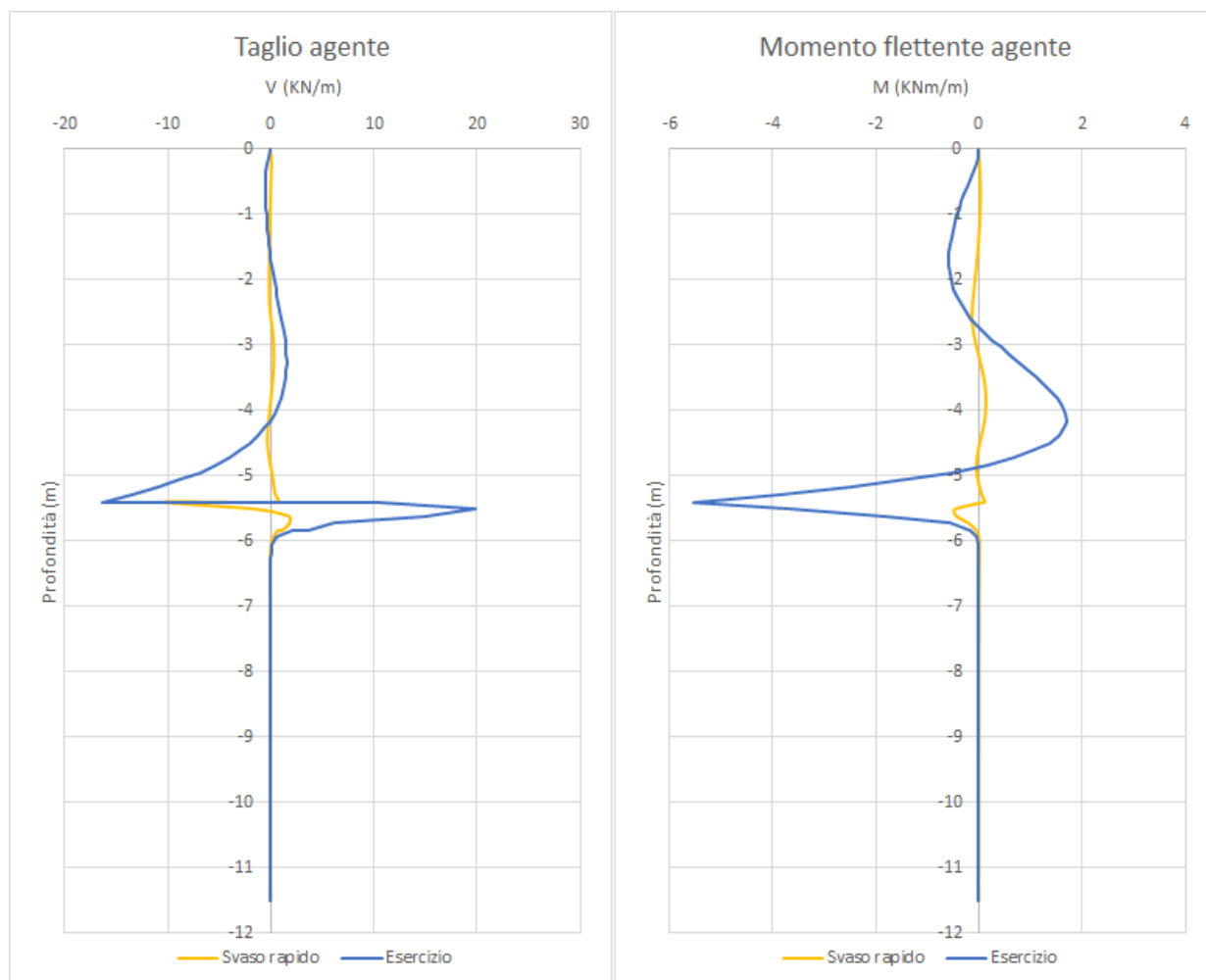


Figura 17 Paratia di impermeabilizzazione – Azioni interne agenti nella paratia – confronto tra svaso rapido ed esercizio

Per quanto concerne invece il sisma visto che la paratia è completamente immersa nel terreno e che a seguito dello sbilanciamento del carico idraulico monte valle il tasso di lavoro dei pali è dell'11% non si ritiene di fare la verifica in quanto l'eventuale incremento di sollecitazioni strutturali sarebbe comunque inferiore al momento resistente della sezione.

8 CONCLUSIONI

In questo rapporto si è affrontato il tema della chiusura del potenziale percorso di filtrazione attraverso la coltre detritica presente in spalla sinistra che viene attivato dal nuovo livello di invaso della diga a seguito del sopralzo.

Il percorso di filtrazione viene chiuso da una doppia paratia di micropali a quinconce la cui funzione è quella di creare una barriera idraulica al passaggio dell'acqua.

La scelta della doppia paratia ha come concetto di base la necessità di chiudere eventuali spazi che possano crearsi tra pali adiacenti a seguito di deviazioni importanti dalla verticale dei pali stessi in fase di installazione. La seconda fila della paratia chiude proprio gli eventuali percorsi lasciati liberi tra i pali della prima paratia.

Si è mostrato come le sollecitazioni generate sulla paratia per effetto del dislivello idraulico monte-valle e dello svaso rapido sono praticamente trascurabili e più che in linea con le caratteristiche di resistenza della paratia che risulta idonea anche dal punto di vista statico a gestire il dislivello tra lago di monte e livello di falda nel versante a valle diga.

Non si è eseguita la verifica sismica della paratia per due ragioni: la prima è che l'opera è completamente immersa nel terreno di fondazione e quindi meno soggetta ad incrementi delle spinte agenti, la seconda è che il tasso di lavoro dei micropali in condizioni statiche è dell'11% e quindi certamente qualunque eventuale incremento della sollecitazione a seguito del sisma è tollerabile strutturalmente dalla sezione dei micropali.