



Sede Legale:




Via Lamarmora 230, 25124 Brescia

Sede direzionale e amministrativa:

Corso di Porta Vittoria 4, 20122 Milano

A2A/DGE/BGT/IMI/SII/OIC

Pratica: 10320	Intervento di miglioramento sismico della diga di Trepidò
Documento:	10320-C-OR-DTR-A-PN-412-0
Note:	Rif. M_inf.digheidrel.registro ufficiale.u.0009203.11-04-2019

IMPIANTO IDROELETTRICO DI: ORICHELLA	DIGA DI: TREPIDO'																																													
OGGETTO: Progetto Definitivo per l'intervento di miglioramento sismico della Diga di Trepidò PIANO OPERATIVO DI GESTIONE DEI SEDIMENTI																																														
<p>CONSULENTE:  Il referente <i>Dott. Ing. Massimo Sartorelli</i></p> <p>CONSULENTE PROGETTISTA:  Visto Il progettista: <i>Dott. Ing. Marco Braghini</i></p>	<p>CONCESSIONARIO:  Visto L'ingegnere Responsabile: <i>Dott. Ing. Paolo Valgoi</i></p> <p>Visto Il Legale Rappresentante: <i>Roberto Scottoni</i></p>																																													
TIPO DOCUMENTO: PIANO																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3"></th> <th colspan="3">GRAIA</th> <th colspan="3">A2A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 5%;">2</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>27/10/2023</td> <td>Prima emissione</td> <td>S. Bonatto</td> <td>G. Gentili</td> <td>M. Sartorelli</td> <td>-</td> <td>P. Valgoi</td> <td>R. Castellano</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATA</td> <td>DESCRIZIONE DELLA REVISIONE</td> <td>REDAZIONE</td> <td>VERIFICA</td> <td>APPROVAZIONE</td> <td>REDAZIONE</td> <td>VERIFICA</td> <td>APPROVAZIONE</td> </tr> </tbody> </table>					GRAIA			A2A			2									1									0	27/10/2023	Prima emissione	S. Bonatto	G. Gentili	M. Sartorelli	-	P. Valgoi	R. Castellano	REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
			GRAIA			A2A																																								
2																																														
1																																														
0	27/10/2023	Prima emissione	S. Bonatto	G. Gentili	M. Sartorelli	-	P. Valgoi	R. Castellano																																						
REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE																																						

Indice

1	Premessa	3
1.1	Serbatoio dell'Ampollino	4
1.2	Dati caratteristici dell'opera.....	10
1.3	Organi di scarico	11
1.4	Andamento dei livelli idrometrici del lago Ampollino.....	13
2	Progetto di miglioramento sismico della diga di Trepidò.....	15
2.1	Realizzazione di un nuovo rilevato in materiali sciolti ai piedi della diga.....	16
3	Indagini eseguite	19
3.1	Indagini eseguite nei siti di prelievo	19
3.2	Qualità dei sedimenti provenienti dai siti di prelievo	23
4	Indagini future da eseguire nei siti di prelievo	32
5	Attività previste	34
5.1	Modalità di prelievo del tout-venant.....	34
6	Piano di monitoraggio delle attività di svaso	37
7	Mitigazioni e compensazioni	38
8	Adempimenti e avvisi/comunicazioni.....	39

1 Premessa

La diga di Trepidò (n. di archivio 85 – RID 39) si trova sul confine fra i comuni di San Giovanni in Fiore, in provincia di Cosenza, e Cotronei, in provincia di Crotone; lo sbarramento genera il serbatoio dell'Ampollino nell'Altopiano della Sila ed è alla testa di un importante schema di impianti idroelettrici in cascata, di cui A2A è proprietario e gestore. La diga è stata realizzata negli anni 1923-1927 quando ancora non esisteva una normativa nazionale specifica nel campo delle dighe ed il sito non era considerato zona sismica.

Nel dicembre 2015 la società CESI ha valutato, per conto di A2A, la vulnerabilità sismica della diga, ai sensi delle Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (D.M. 26/06/2014). Nell'aprile 2019 la DG DIGHE ha evidenziato la necessità di prevedere interventi principalmente finalizzati al miglioramento sismico dello sbarramento.

Nel settembre 2020 A2A trasmetteva alla DG DIGHE il progetto con l'analisi della fattibilità tecnica degli interventi di miglioramento sismico, redatto dalla società Lombardi, ed approvato dalla DG DIGHE stessa nel febbraio 2021. Il progetto prevedeva sia una serie d'interventi di rinforzo del corpo diga esistente, che la realizzazione di un rilevato in terra in adiacenza al paramento di valle dello sbarramento principale in muratura. Il progetto prevedeva anche una serie di attività propedeutiche al successivo livello di progettazione, finalizzate ad approfondire la conoscenza sia della diga che della roccia di fondazione, oltre alla conferma della geometria riportata negli elaborati progettuali storici. Tali approfondimenti si sono poi concretizzati in una campagna indagine in sito (agosto-novembre 2021) e successive prove di laboratorio sui campioni di materiale prelevato.

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo per l'*Intervento di miglioramento sismico della diga di Trepidò*, e s'inserisce nell'ambito dei documenti di valutazione dell'impatto ambientale e paesaggistico.

Lo sviluppo progettuale ha definito in particolare che tale intervento debba essere sottoposto a procedimento di verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale (VIA) di competenza statale ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. 152/2006. Come sopra citato fra gli interventi progettati vi è anche la formazione di un rilevato in materiali sciolti a ridosso del paramento di valle dello sbarramento principale, al fine del miglioramento delle condizioni di stabilità della diga in condizioni statiche, sismiche e post-sismiche. Parte del materiale necessario per la realizzazione del manufatto sarà prelevato dai sedimenti presenti nel bacino di Ampollino secondo le modalità indicate nel Progetto di Gestione dell'invaso presentato alla Regione Calabria.

Tale intervento, pur eseguito all'interno delle quote autorizzate dell'invaso e senza l'apertura dello scarico di fondo, quindi senza eseguire uno svaso, ai sensi del D.M. 205/2022 e di quanto previsto dal citato Progetto di Gestione, prevede la predisposizione di un Piano Operativo.

Il presente documento costituisce detto Piano Operativo e tratta le seguenti tematiche:

- le caratteristiche del bacino di Ampollino;
- il corso d'acqua recettore;
- le attività operative previste;
- i limiti alle operazioni a tutela dei corpi idrici di valle;
- le misure di monitoraggio;
- le comunicazioni previste.

Poiché l'intervento previsto si colloca all'interno di una più ampia progettazione e di una specifica valutazione ambientale alcune tematiche saranno trattate in forma sintetica rimandando agli elaborati progettuali per maggiori approfondimenti.

Le quote altimetriche indicate in progetto, ove non specificatamente indicato, sono quelle rilevate dal Politecnico di Milano nel 2019 che risultano essere traslate verso l'alto di 10,17 m rispetto a quelle riportate nella documentazione storica della diga ed usualmente utilizzate; tale differenza di quota sussiste per l'intera asta idroelettrica.

1.1 Serbatoio dell'Ampollino

L'invaso dell'Ampollino è un serbatoio di 66.880.000 m³ di capacità, situato a quota 1.284,27 m. slm (quota del coronamento), determinato dallo sbarramento del fiume Ampollino. Esso viene utilizzato per effettuare la regolazione annuale delle portate dei fiumi Ampollino, Tacina e dei torrenti Pollitrea e Fischio con compensazione dei bacini di Savuto e Arvo per produzione di energia elettrica nelle centrali di Orichella, Timpagrande e Calusia.

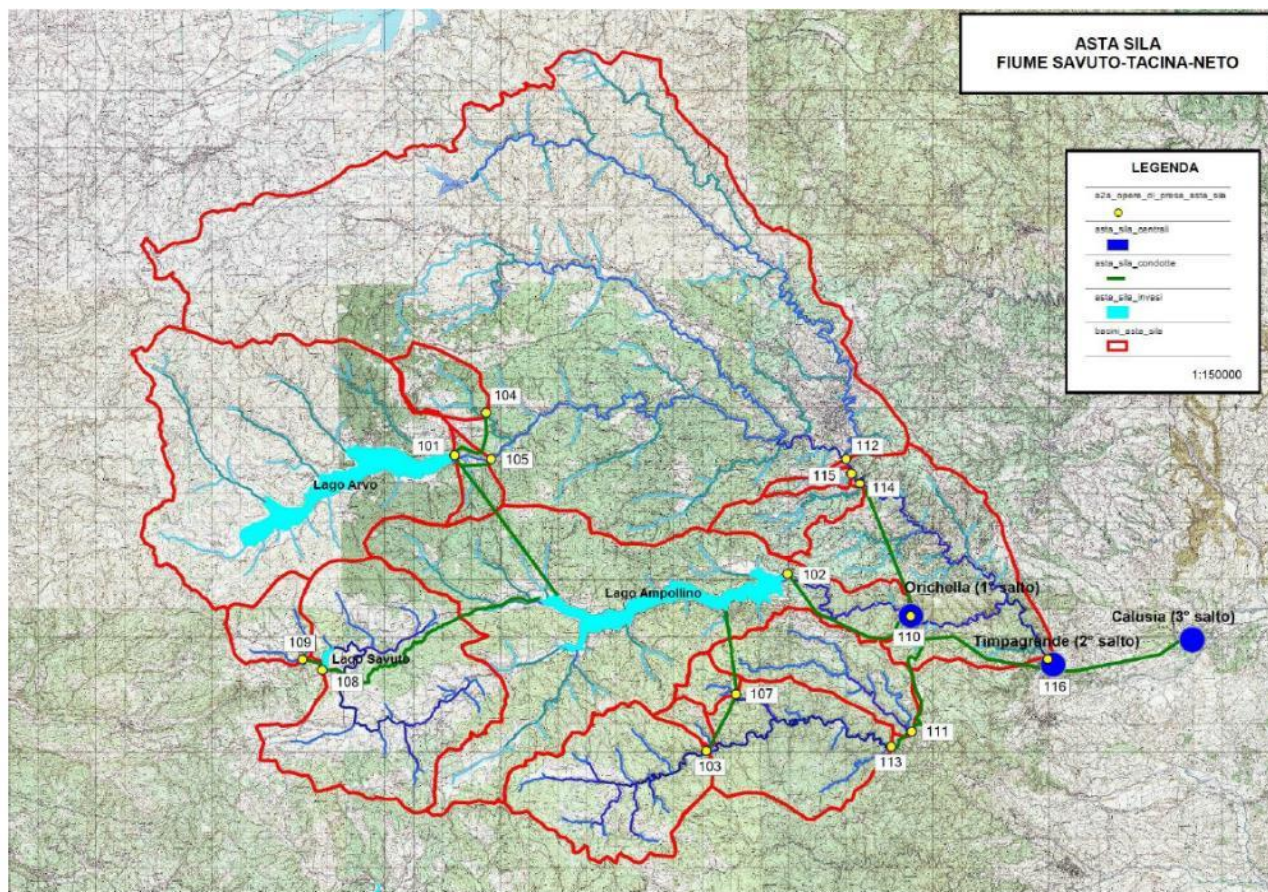


Figura 1: Asta Sila – schema impianto (fonte A2A)

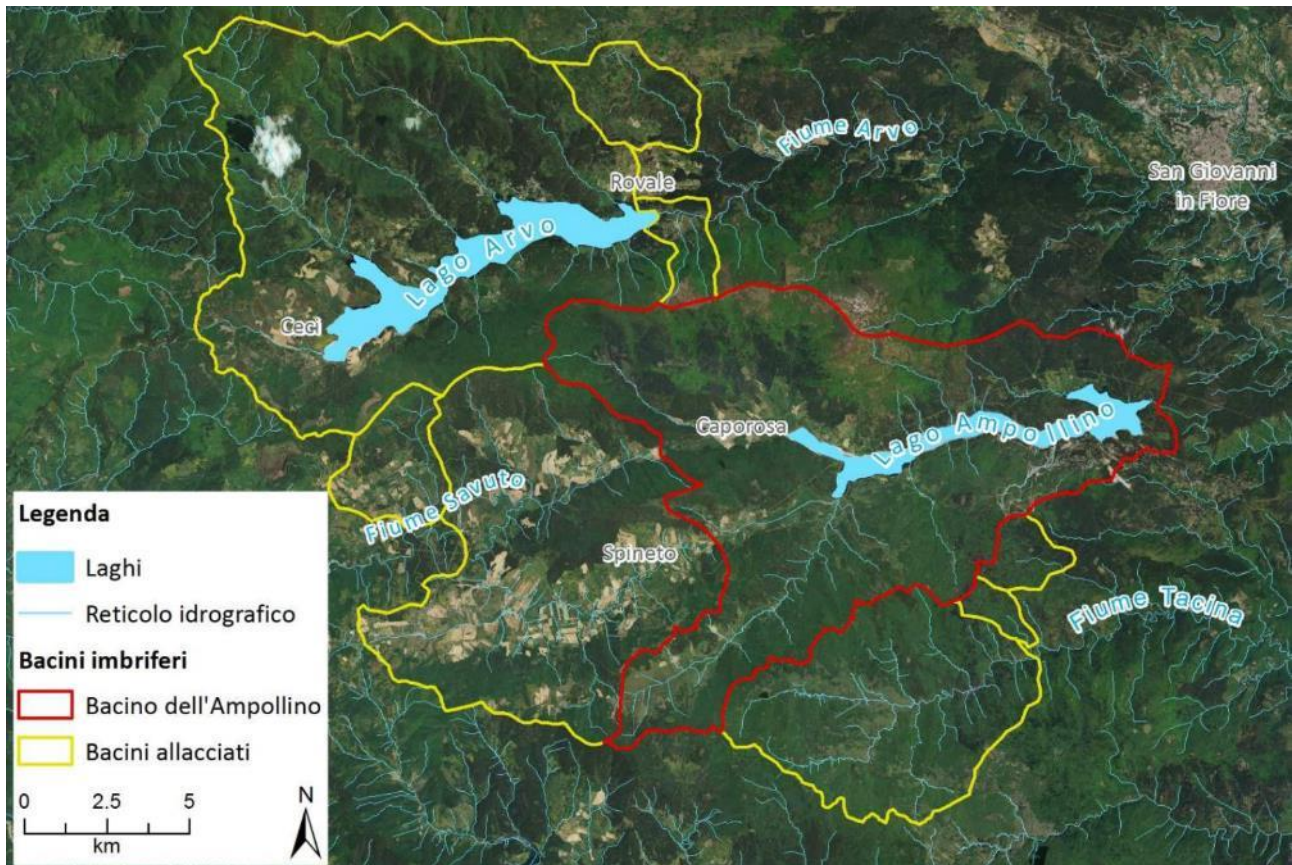


Figura 2: bacino imbrifero dell'Ampollino diretto ed allacciato



Figura 3: lago Ampollino



Figura 4: diga di Trepidò

1.1.1 Diga di Trepidò

La diga di Trepidò, costruita negli anni 1923-27 e collaudata nel mese di settembre del 1930, è classificata come diga muraria a gravità ordinaria. Lo sbarramento principale, costituito da muratura, ha pianta leggermente arcuata e sezione trasversale corrispondente al profilo teorico triangolare. Lo sbarramento è delimitato alle estremità sinistra e destra da due piloni in calcestruzzo. Dal pilone sinistro, a pianta poligonale, si diparte ortogonalmente allo sbarramento principale, uno sbarramento secondario in calcestruzzo a profilo triangolare simmetrico.

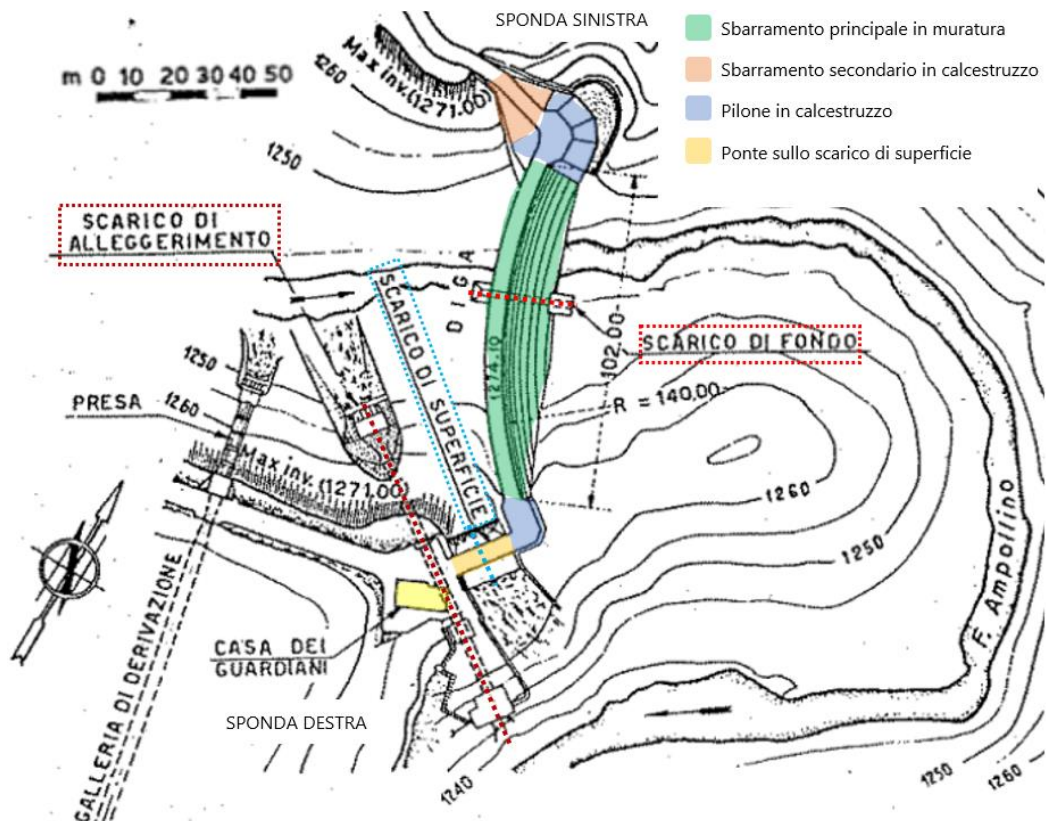


Figura 5: planimetria della diga di Trepidò, in cui sono stati evidenziati gli elementi principali

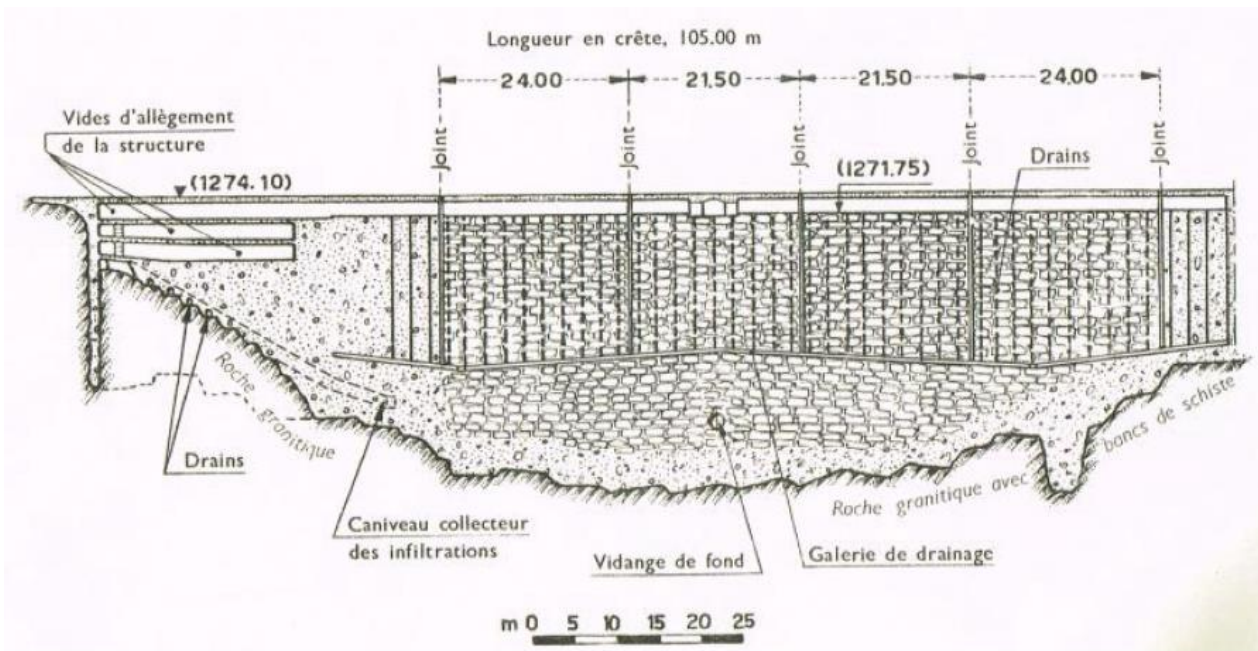


Figura 6: sezione longitudinale della diga di Trepidò



Figura 7: sinistra: vista del paramento di monte; destra: vista del paramento di valle



Figura 8: vista del paramento di valle della diga

1.1.2 Sbarramento principale

Lo sbarramento principale è costituito da muratura di pietrame granitico e metamorfico con malta cementata. Lungo tutto lo sviluppo della diga è presente un basamento in calcestruzzo di spessore metrico che si intesta nella roccia di fondazione.

Il paramento di monte è intonacato con gunite e impermeabilizzato, mentre il paramento di valle è rivestito in bolognini.

Il coronamento della diga ha una larghezza approssimativa di 4,75 m e uno sviluppo in pianta di circa 105 m. Il triangolo fondamentale della diga ha pendenze di monte e di valle rispettivamente pari a 0,04(o):1(v) e 0,7(o):1(v).

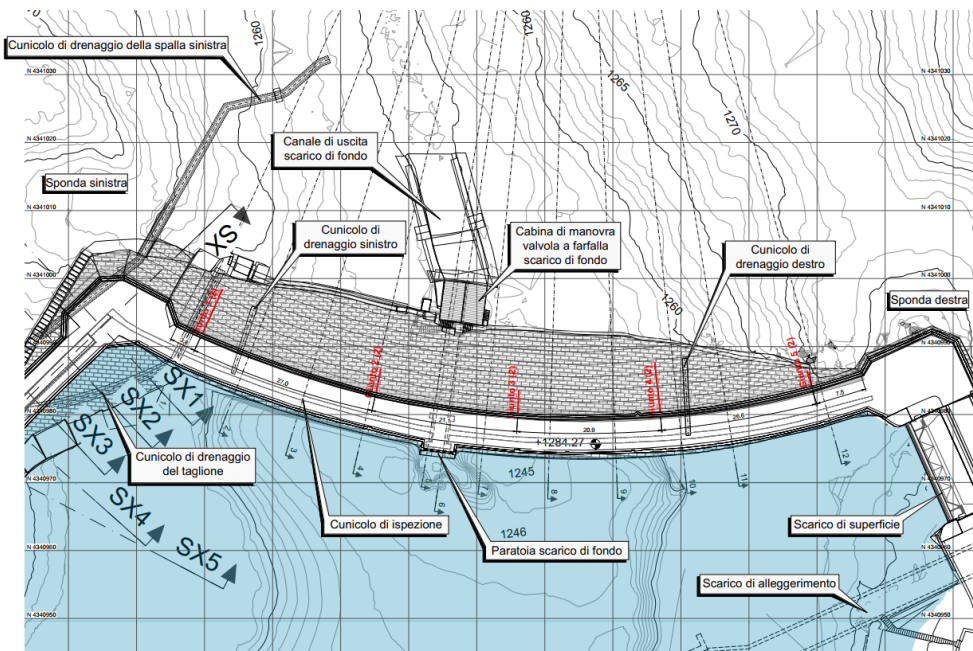


Figura 9: sbarramento principale, planimetria

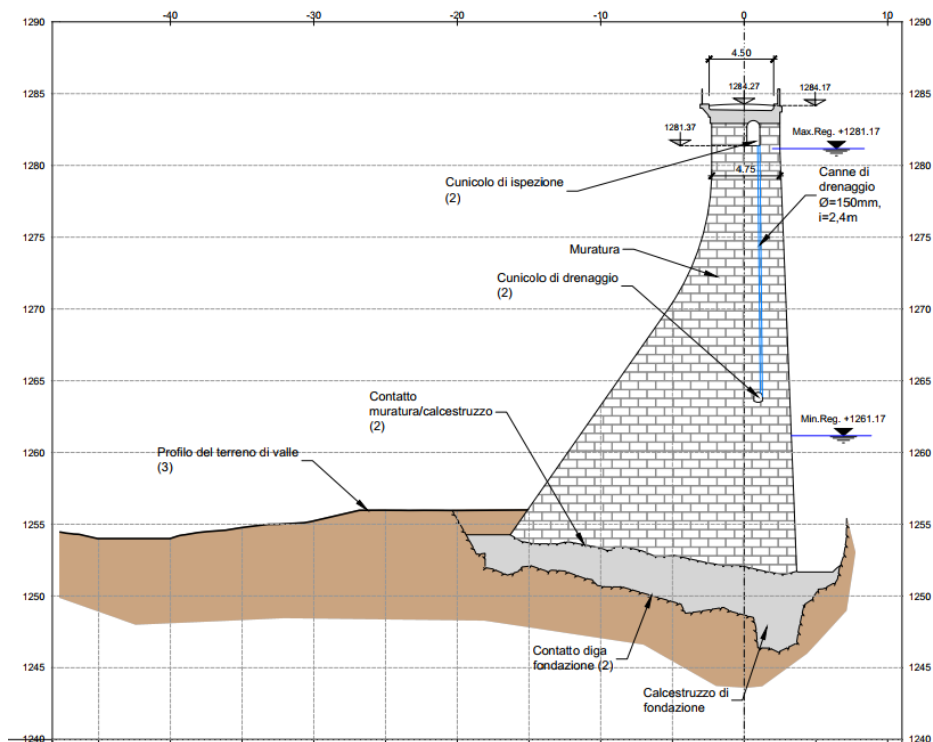


Figura 10: sbarramento principale, sezione trasversale

Lo sbarramento principale è sezionato da n. 5 giunti verticali di dilatazione termica, la cui tenuta è realizzata mediante piastre di lamiera zincata con guarnizione in corda catramata. I giunti di dilatazione si sviluppano solo nella porzione superiore della diga.

Il sistema di drenaggio è costituito da canne subverticali di diametro 150 mm e interasse 2,4 m. I drenaggi distano 1-2 m dal paramento di monte e si sviluppano tra il cunicolo di ispezione superiore e il cunicolo di drenaggio inferiore non ispezionabile. Nel terzo inferiore dello sbarramento e in fondazione non è presente un sistema di drenaggio.

1.1.3 Sbarramento secondario

Lo sbarramento secondario in calcestruzzo ha una larghezza approssimativa di 4,75 m e uno sviluppo in pianta di circa 35 m. Il triangolo fondamentale è simmetrico con pendenze di monte e di valle pari a 0,7(o):1(v). La porzione superiore dello sbarramento è alleggerita dalla presenza di tre cunicoli.

Lo sbarramento secondario è provvisto di un profondo taglione di tenuta e del sistema di drenaggio della roccia di fondazione. I drenaggi sboccano in un cunicolo longitudinale disposto immediatamente a valle del taglione e che devia planimetricamente per penetrare nel terreno per circa 25 m in corrispondenza dell'estremità sinistra del muro d'ala. Verso sinistra esiste un secondo cunicolo, pressoché parallelo al primo, che intercetta le venute d'acqua riscontrate nell'esecuzione degli scavi di fondazione.

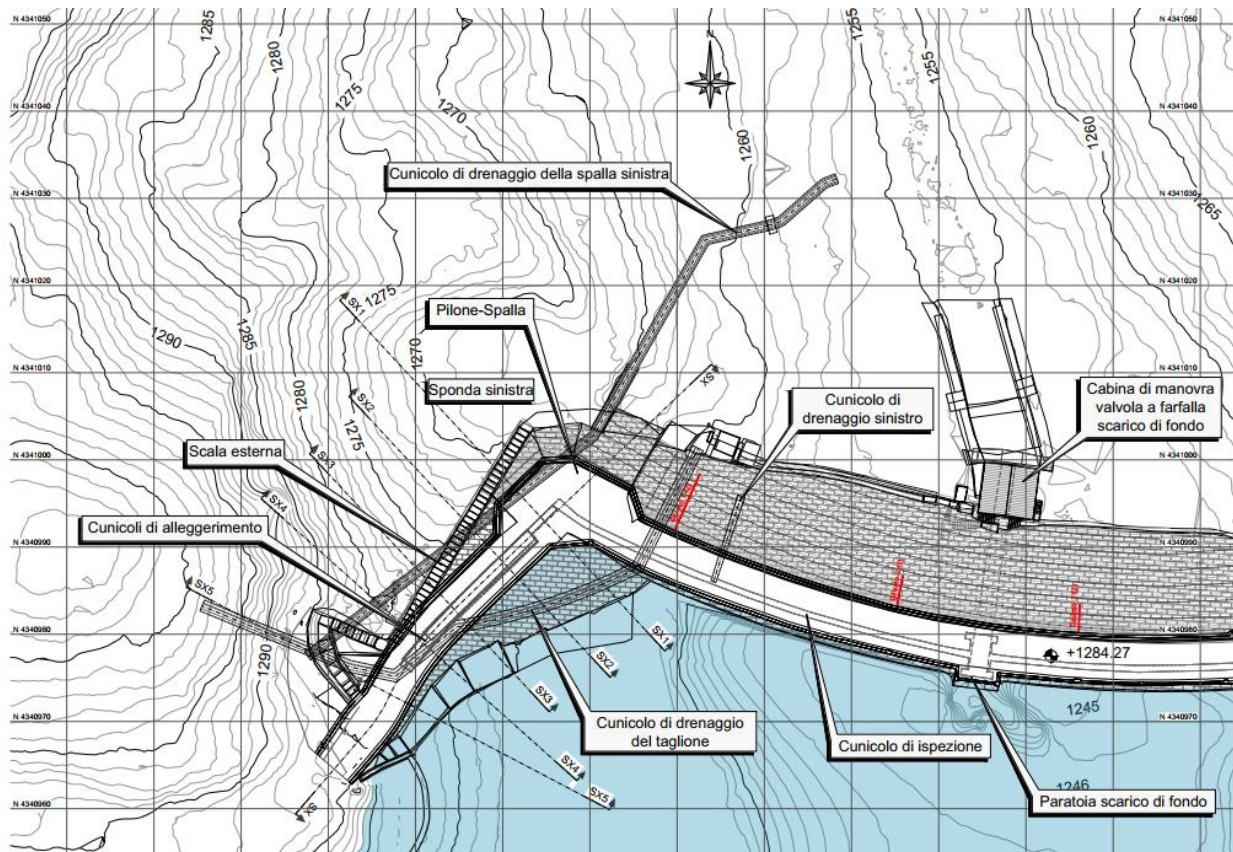


Figura 11: sbarramento secondario, planimetria

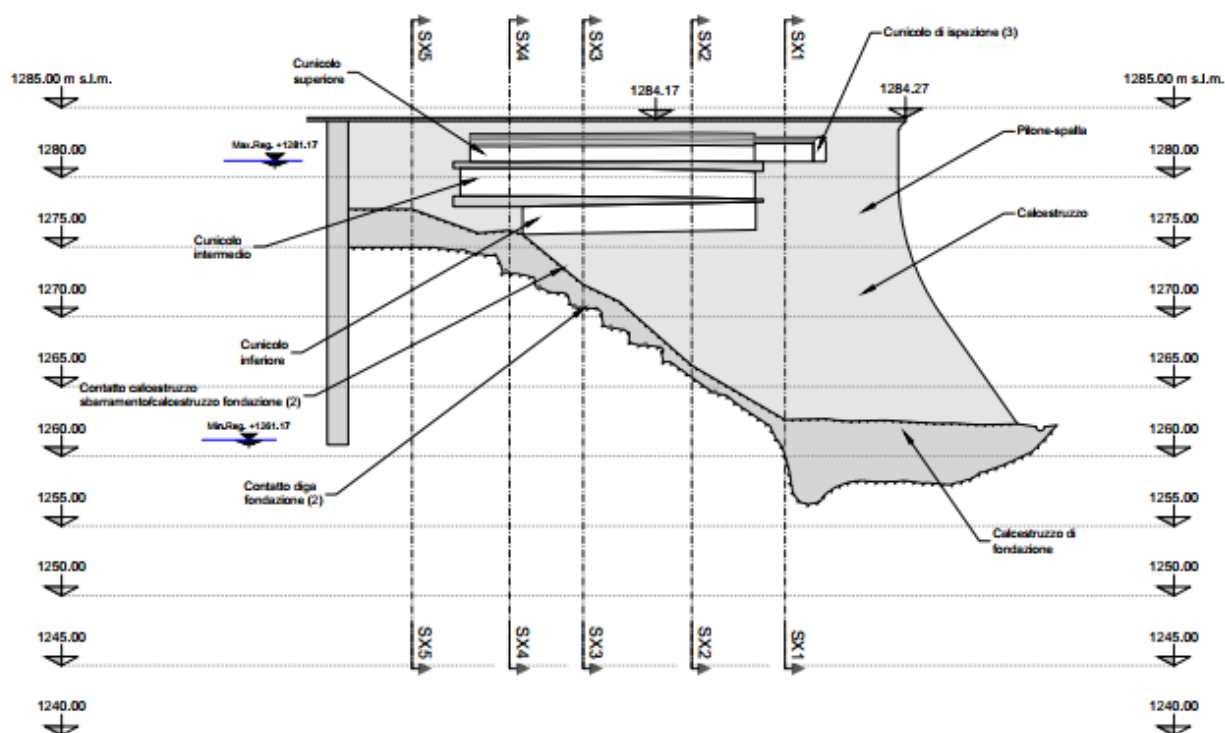


Figura 12: sbarramento secondario, sezione longitudinale

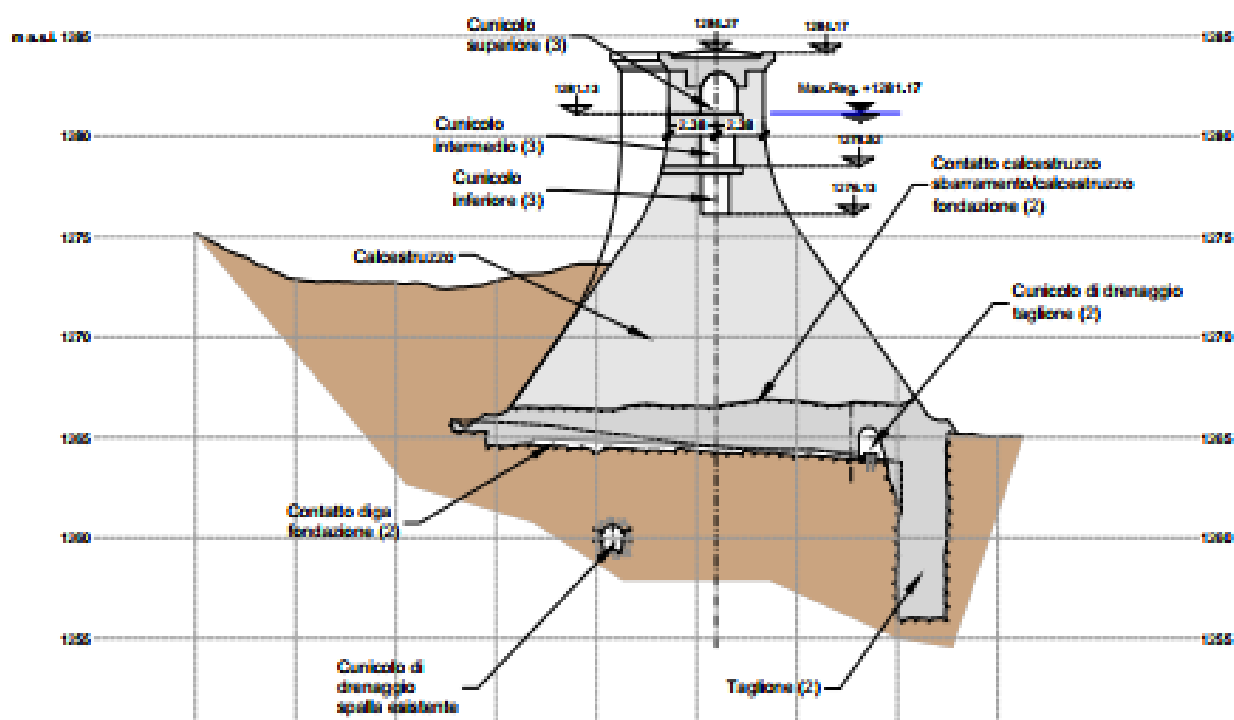


Figura 13: sbarramento secondario, sezione trasversale

1.2 Dati caratteristici dell'opera

I dati significativi della diga di Trepidò, desunti dal FCEM, sono i seguenti:

- altezza della diga (ai sensi del D.M. 26/6/2014) 32,50 m
- altezza di massima ritenuta 29,50 m
- quota coronamento 1.284,27 m s.l.m. (1.274,10 m s.l.m. nei documenti del progetto originale)

- franco 3,00 m
- franco netto 1,60 m
- sviluppo del coronamento 105 m
- classifica ai sensi del D.M. 26/6/2014 Muraria a gravità A.a.1

I dati significativi del serbatoio, desunti dal FCEM, sono i seguenti:

- quota di massimo invaso 1.281,27 m s.l.m. (1.271,10 m s.l.m. nei documenti del progetto originale)
- quota massima di regolazione 1.281,17 m s.l.m. (1.271,00 m s.l.m. nei documenti del progetto originale)
- quota minima di regolazione 1.261,17 m s.l.m. (1.251,00 m s.l.m. nei documenti del progetto originale)
- superficie dello specchio liquido:
 - alla quota di massimo invaso 5,59 km²
 - alla quota minima di regolazione 0,82 km²
- volume di invaso (ai sensi del D.M. 26/6/2014) 66,88 hm³

1.3 Organi di scarico

1.3.1 Scarico di superficie

Lo scarico di superficie è costituito da una luce presidiata da una paratoia a settore con mantello di legno contrappesata con comando automatico a galleggiante. La luce della paratoia è di 16,00 m e l'altezza di 2,75 m; la soglia fissa è a quota 1278,42 m s.l.m. ed è profilata in modo che la lama d'acqua stramazzi liberamente. Con il serbatoio alla quota di massimo invaso, la portata esitata dallo scarico di superficie è di 144 m³/s.

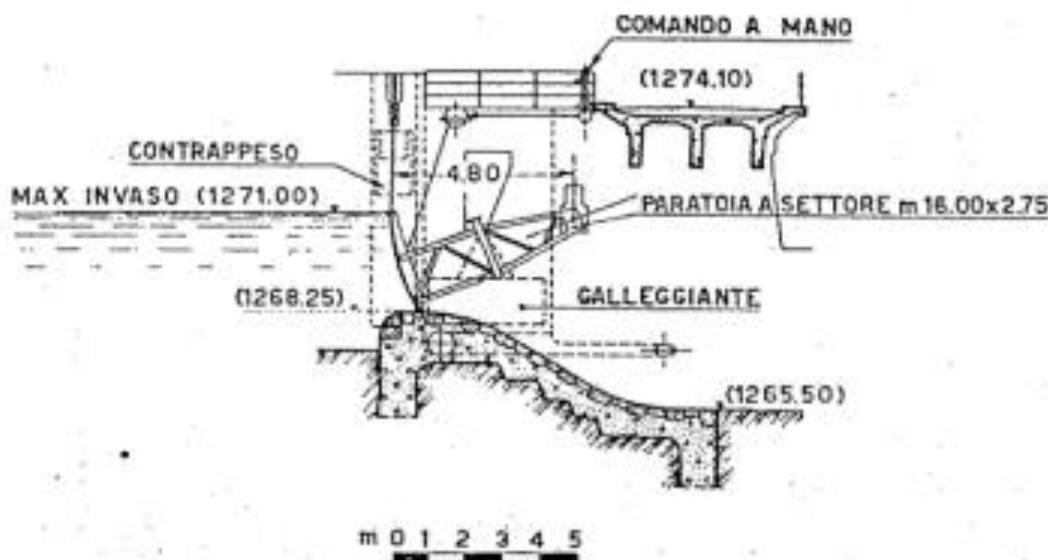


Figura 14 – Diga di Trepidò, scarico di superficie (Progetto storico, quote FCEM)

1.3.2 Scarico di fondo

Lo scarico di fondo consiste in una tubazione in lamiera di acciaio di diametro decrescente da 2,00 m a 1,60 m, con quota dell'asse di imbocco pari a 1257,17 m s.l.m. Essa attraversa la diga nella parte centrale. La tubazione all'imbocco è intercettata da una paratoia piana di (2,00 x 2,00) m. Allo sbocco esiste un'ulteriore intercettazione, costituita da una valvola a farfalla di DN 1500 mm.

Con il serbatoio alla quota di massimo invaso, la portata esitata dallo scarico di fondo è di 27.45 m³/s.

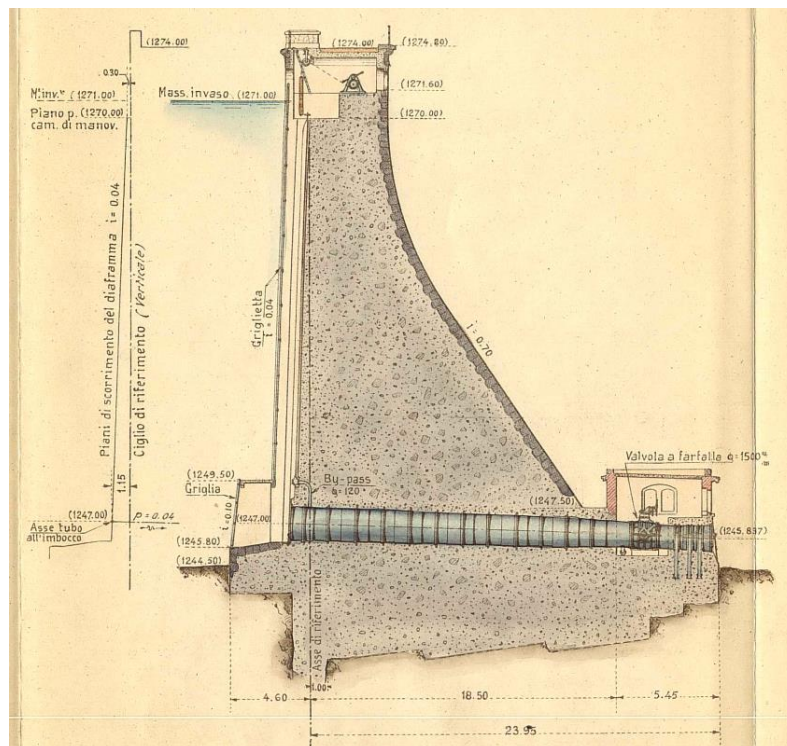


Figura 15: Diga di Trepidò, sezione della diga in corrispondenza dello scarico di fondo (Progetto storico, quote FCEM)

1.3.3 Scarico di alleggerimento

Lo scarico di alleggerimento è ricavato in sponda destra e la sua parte iniziale all'imbocco è costituita da un tronco di galleria in calcestruzzo, di diametro interno 3,50 m, protetto da una griglia e con soglia

a quota 1257,17 m slm. Il successivo tronco è rivestito in lamiera di acciaio ed ha un diametro decrescente fino ad un minimo di 2,0 m in corrispondenza della valvola a farfalla di DN 2000 mm posta allo sbocco. Con il serbatoio alla quota di massimo invaso, la portata esitata dallo scarico di alleggerimento è 51,70 m³/s.

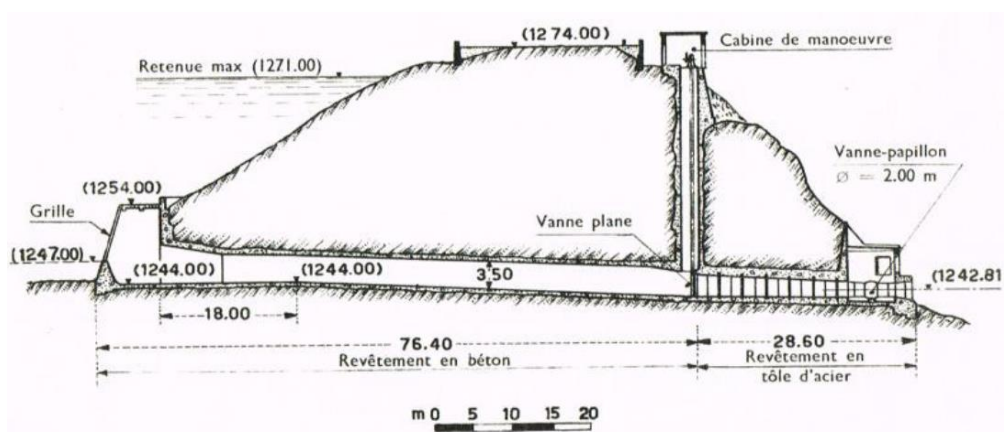


Figura 16: Diga di Trepidò, scarico di alleggerimento (Progetto storico, quote FCEM)

1.4 Andamento dei livelli idrometrici del lago Ampollino

1.4.1 Andamento dei livelli idrometrici del lago Ampollino

Normalmente il massimo volume invasato viene raggiunto in primavera e il minimo in autunno, come desumibile dai valori medi mensili del volume invasato e dai dati medi giornalieri e mensili del livello idrometrico del periodo di osservazione 2010-2020 riportati nei grafici seguenti.

Il livello lacustre passa dal valore medio massimo del mese di maggio pari a circa 1.277,10 m s.l.m. a un valore medio minimo del mese di ottobre di 1.271,75 m s.l.m., nel corso della stagione autunnale e invernale l'andamento mostra un leggero innalzamento dei livelli tra novembre e dicembre seguito da un calo nel mese di gennaio e quindi un progressivo incremento fino al picco primaverile. In altri termini il livello delle acque del lago presenta in media lungo l'arco dell'anno una differenza tra quote minime e massime di 5,35 m.

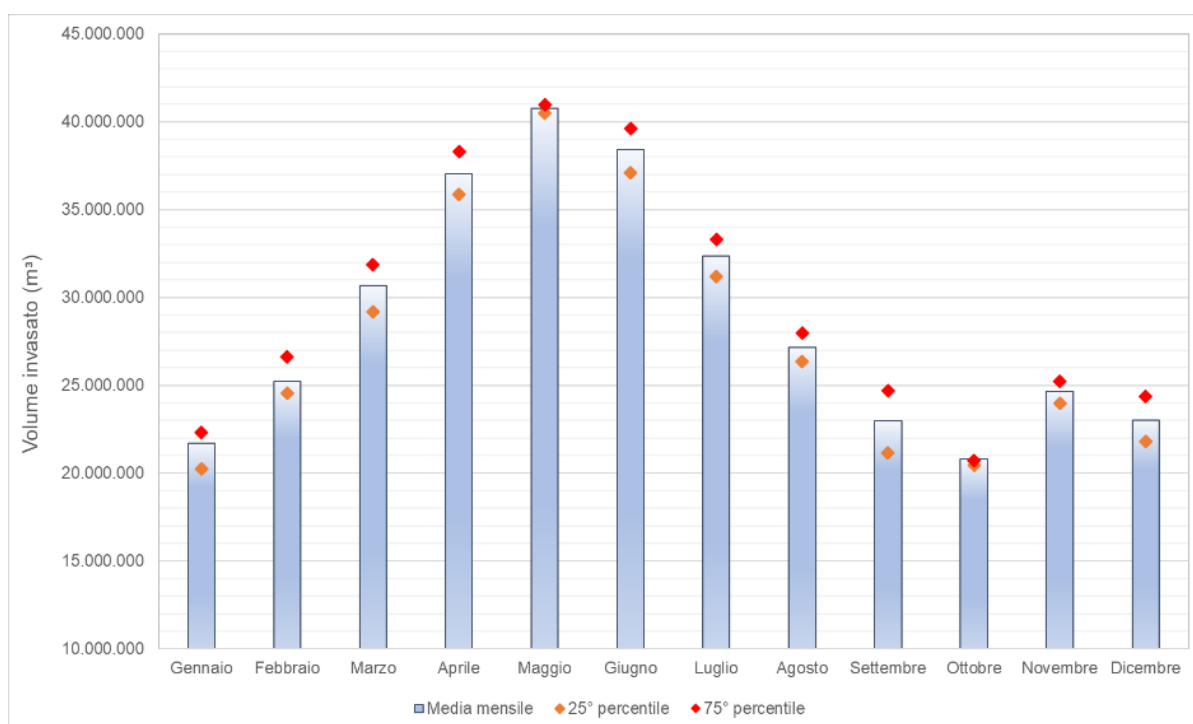


Figura 17: valori medi mensili del volume invasato nel periodo di osservazione 2017-2021

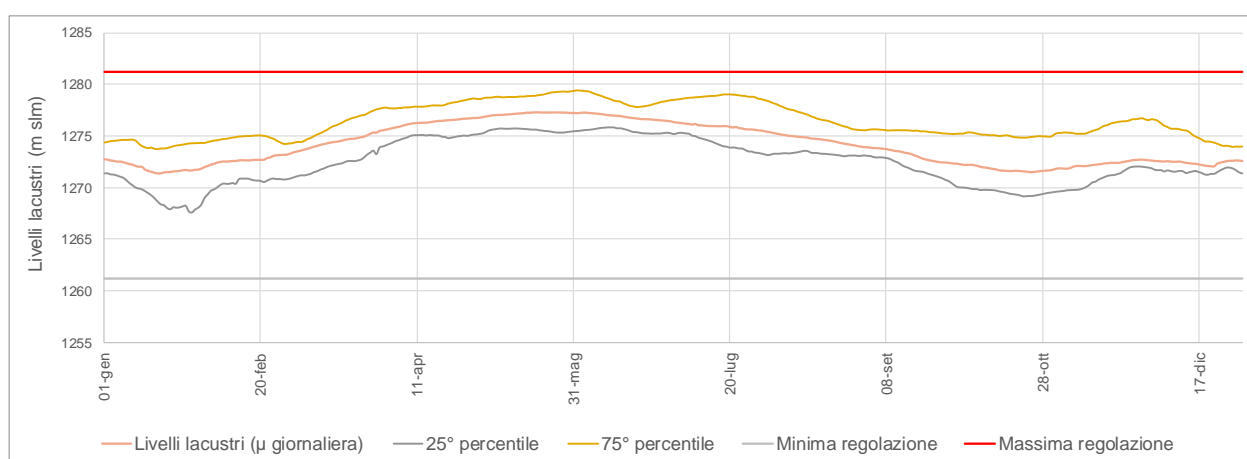


Figura 18: andamento dei livelli idrometrici, media dei valori giornalieri e percentili nel periodo di osservazione 2010-2020

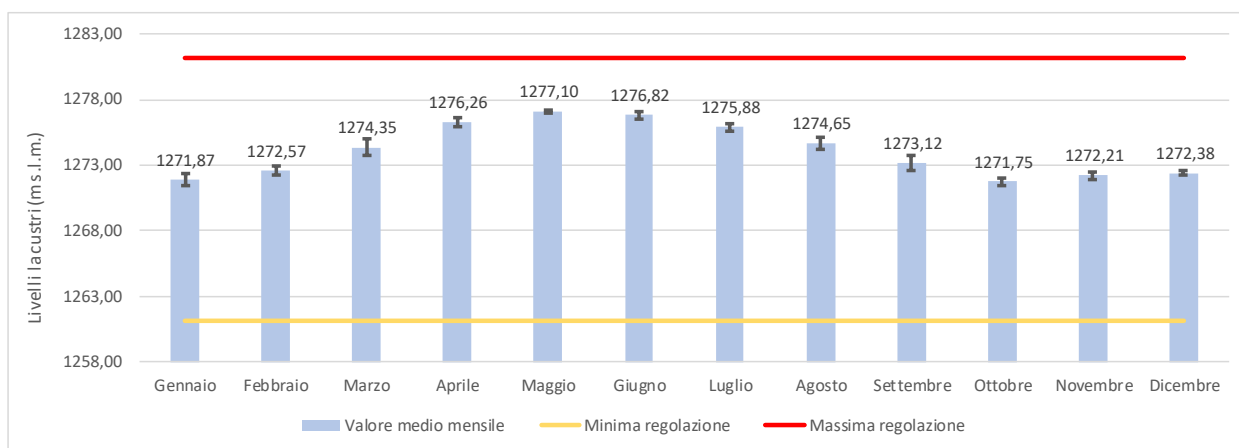


Figura 19: livelli idrometrici, valori medi mensili del periodo di osservazione 2010-2020

2 Progetto di miglioramento sismico della diga di Trepidò

Gli interventi di miglioramento sismico della diga previsti nel presente progetto sono sintetizzati nella Tabella 1. Per una trattazione completa del progetto e le sue modalità di esecuzione si rimanda all'elaborato 10320-C-OR-DTR-C-RT-210 Relazione generale.

Nei seguenti paragrafi, invece, si riportano le modalità previste per l'esecuzione specifica del rilevato a sostegno della diga, per la realizzazione del quale è prevista la movimentazione di sedimento descritta nel presente Piano Operativo. Nella tabella seguente i suddetti interventi vengono sintetizzati, in evidenza la parte relativa alla formazione del rilevato a valle della diga.

INTERVENTO	OBIETTIVO
Interventi di consolidamento e impermeabilizzazione	
Sbarramento principale - Iniezioni Esecuzioni di iniezioni cementizie nel corpo diga, al contatto diga-fondazione e nei primi metri della fondazione dello sbarramento principale.	Consolidamento e riduzione della permeabilità del corpo diga, del contatto diga fondazione e dei primi metri della fondazione
Sbarramento secondario - Iniezioni Esecuzioni di iniezioni cementizie nel corpo diga dello sbarramento secondario.	Consolidamento e riduzione della permeabilità della parte superiore del corpo diga
Barre di cucitura in cresta Installazione di barre passive nella porzione superiore degli sbarramenti principale e secondario.	Consolidamento strutturale della parte sommitale della diga al fine di garantirne la stabilità nel caso di evento sismico.
Ripristino del manto superficiale del paramento di monte Demolizione parziale del rivestimento del paramento di monte e ricostruzione dello stesso con malta strutturale.	Miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di tenuta del paramento di monte.
Interventi di drenaggio	
Nuovo sistema di drenaggio Intasamento del sistema esistente e realizzazione di un nuovo sistema di drenaggio dello sbarramento principale.	Riduzione delle sottopressioni nel corpo diga e in fondazione dello sbarramento principale
Interventi di stabilizzazione	
Nuovo rilevato in materiali sciolti Realizzazione di un rilevato in materiali sciolti a ridosso del paramento di valle dello sbarramento principale.	Miglioramento delle condizioni di stabilità della diga in condizioni statiche, sismiche e post-sismiche.
Ripristino e realizzazione di nuove opere in calcestruzzo	
Nuovo cunicolo di ispezione/drenaggio Realizzazione di un nuovo cunicolo di ispezione/drenaggio al piede di valle dello sbarramento principale.	Raccolta delle acque del nuovo sistema di drenaggio. Ispezione della base del paramento di valle esistente e del sistema di drenaggio. Accesso alla nuova camera paratoie dello scarico di fondo dalla spalla destra e sinistra.
Nuova camera paratoie dello scarico di fondo Realizzazione di una nuova camera paratoie dello scarico di fondo.	Installazione e manovra delle nuove paratoie di valle installate sullo scarico di fondo.
Nuovo cunicolo di accesso/scarico di fondo Realizzazione di un nuovo cunicolo di accesso e scarico di fondo e relative opere di dissipazione/protezione allo sbocco	Accesso da valle alla nuova camera paratoie. Prolungamento, a valle del rilevato, dello scarico di fondo esistente.
Nuova cabina di controllo Realizzazione di un nuovo manufatto con la funzionalità di cabina di controllo dei nuovi organi di controllo dello scarico di fondo.	Installazione della centralina oleodinamica e del quadro di comando delle nuove paratoie
Prolungamento del cunicolo di drenaggio in spalla sinistra	Garantire il corretto smaltimento delle perdite raccolte dall'esistente cunicolo di drenaggio in spalla sinistra

Manutenzione straordinaria cunicoli esistenti Manutenzione straordinaria dei cunicoli di drenaggio esistenti (cunicoli di drenaggio del taglione dello sbarramento secondario, cunicolo di drenaggio in spalla sinistra).	Pulizia e risanamento dei cunicoli esistenti.
Accessi	
Nuova strada di accesso a valle diga	Garantire accesso temporaneo (durante la costruzione) e permanente (per le esigenze di esercizio e manutentive) a valle del rilevato in materiali sciolti (cabina di controllo, cunicolo di acceso/scarico di fondo) e alla berma superiore del rilevato stesso.
Organi di scarico – opere idromeccaniche	
Adeguamento e integrazione degli organi idromeccanici dello scarico di fondo.	Manutenzione straordinaria delle condotte e installazioni nuovi organi di intercettazione idraulica e dei relativi sistemi di controllo.
Adeguamento e integrazione degli organi idromeccanici dello scarico di alleggerimento.	Manutenzione straordinaria delle condotte e installazioni nuovi organi di intercettazione idraulica e dei relativi sistemi di controllo.
Monitoraggio	
Integrazione del sistema di monitoraggio della diga	Integrazione del sistema di monitoraggio esistente (sottopressioni, misure dinamiche, deformazioni in fondazione, ecc.) e installazione strumentazione sul rilevato in materiali sciolti.

Tabella 1: interventi di miglioramento sismico della diga

2.1 Realizzazione di un nuovo rilevato in materiali sciolti ai piedi della diga

La realizzazione di un nuovo rilevato in materiali sciolti in adiacenza al paramento di valle dello sbarramento ha l'obiettivo principale di migliorare le condizioni di stabilità della diga in condizioni sismiche e post-sismiche.

Il rilevato sarà realizzato a ridosso del paramento di valle della diga al di sotto della quota 1275,00 m s.l.m. e si estenderà per l'intero sviluppo longitudinale della diga principale e per una porzione dello sbarramento secondario in spalla sinistra.

Le principali caratteristiche geometriche del rilevato sono di seguito elencate:

- Quota superiore: 1275 m s.l.m.
- Larghezza berma superiore: ca. 14 m
- Pendenza di valle: 1,75(o):1,00 (v)
- Volume: ca. 40'000 m³

Come descritto in dettaglio nella relazione strutturale (10320-C-OR-DTR-C-RT-211) la geometria del rilevato è stata ottimizzata sulla base dei risultati dell'analisi di stabilità. In particolare, rispetto alla geometria proposta nel PFTE si è scelto di aumentare la larghezza della berma superiore in modo da massimizzare la componente stabilizzante del peso del rilevato sulla diga a scapito di un modesto aumento di volume.

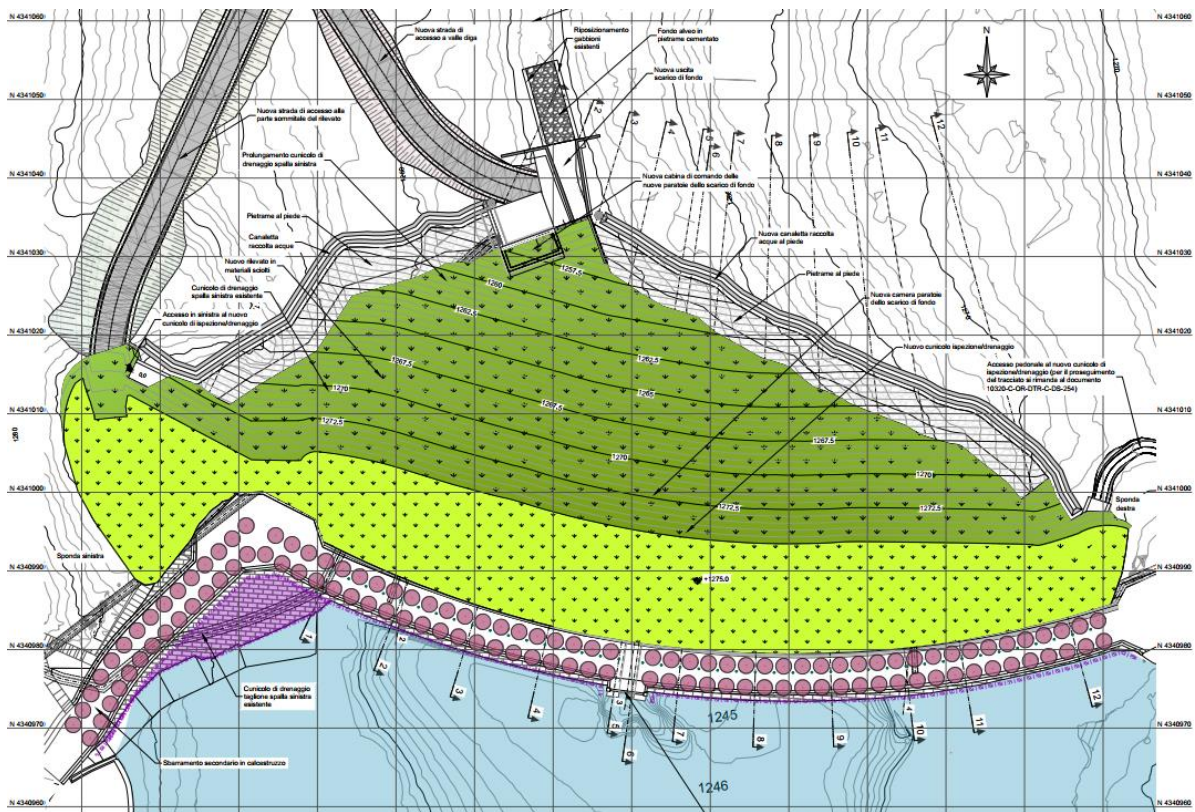


Figura 20: geometria del rilevato di valle, planimetria

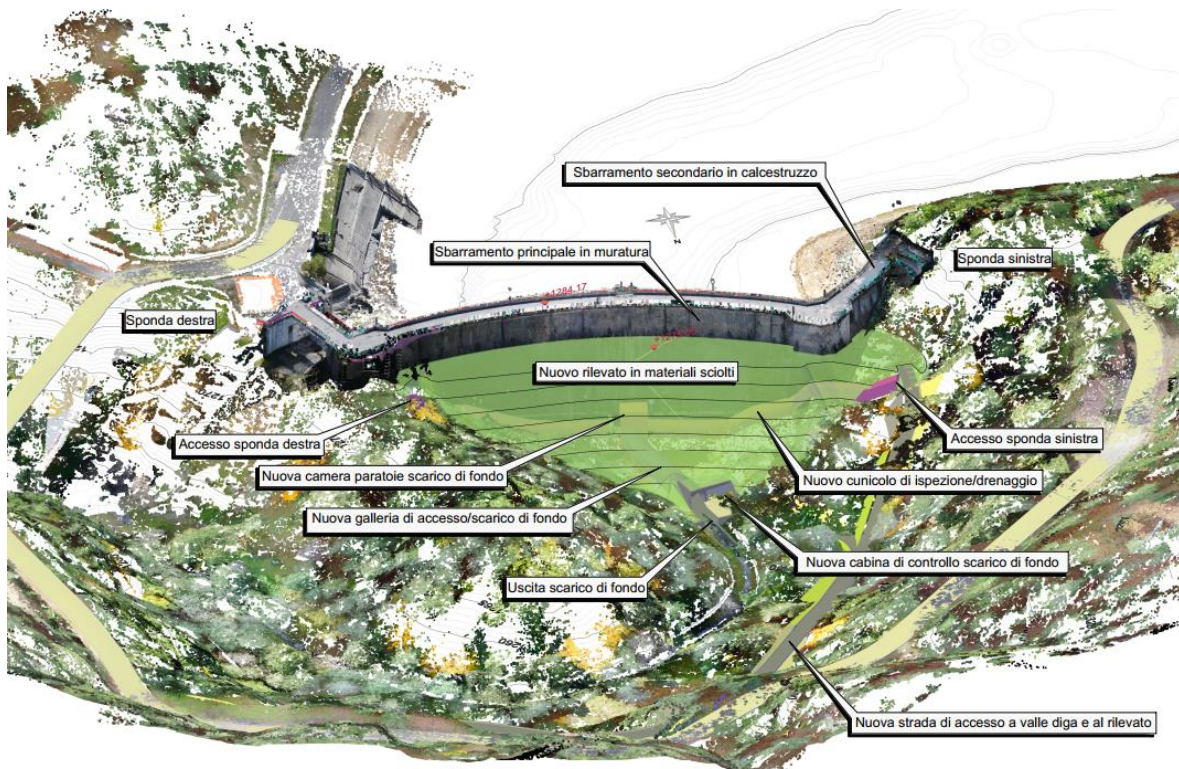


Figura 21: geometria del rilevato di valle, modello tridimensionale

La zonazione del rilevato è illustrata nella figura seguente e di seguito brevemente descritta.

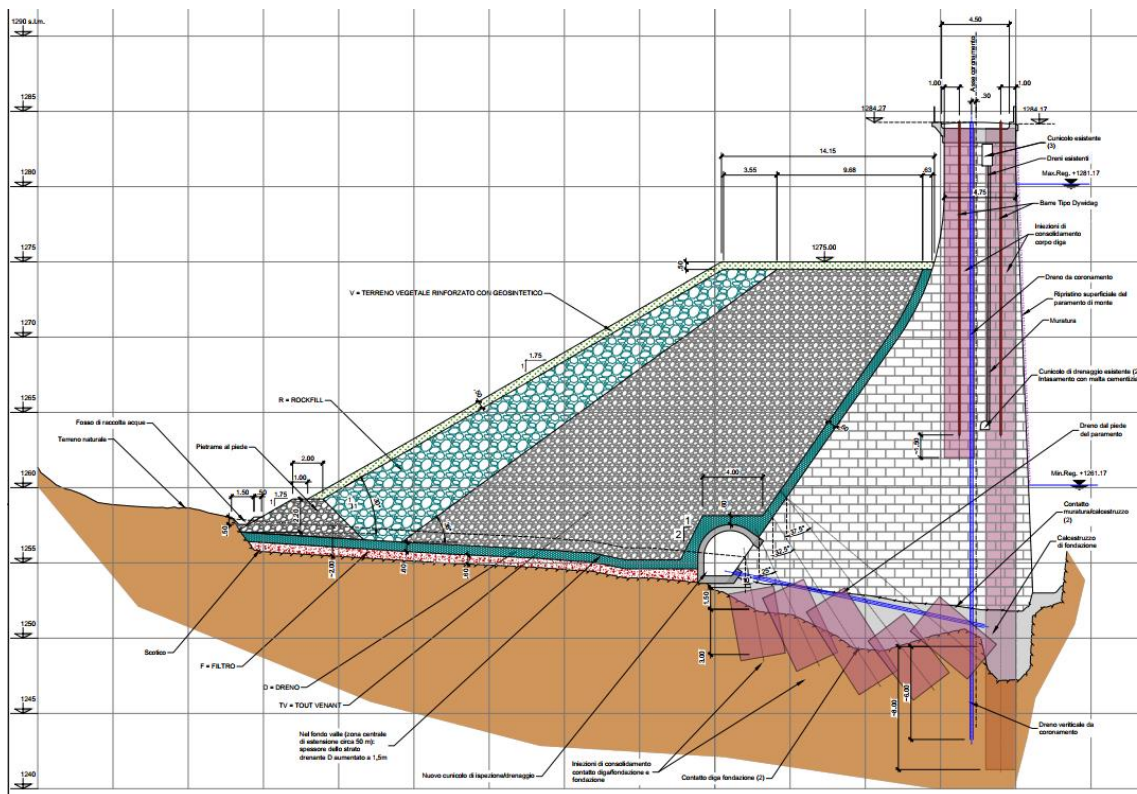


Figura 22: zonazione del rilevato di valle, sezione tipologica

Il corpo centrale del rilevato sarà realizzato con **Tout-venant (T)**, mentre la zona in prossimità del nuovo paramento di valle sarà realizzata, per motivi di stabilità, con materiale selezionato di pezzatura maggiore (**R = Rockfill**).

Lo strato di rockfill avrà spessore variabile con un minimo in cresta di circa 3,5 m. L'interfaccia tra tout-venant e rockfill avrà una pendenza approssimativa di 36° rispetto all'orizzontale.

Sono previsti due strati di materiale selezionato al contatto con il paramento di valle della diga e con la fondazione al fine di garantire le funzioni di drenaggio e filtro, in particolare:

- **Filtro (F):** strato di spessore minimo di 60 cm posato in corrispondenza del contatto fondazione-rilevato. Questo materiale ha la funzione di filtrare le acque provenienti dalla fondazione e impedire l'eventuale trasporto di materiale fino dalla fondazione all'interno del rilevato;
- **Dreno (D):** strato di spessore minimo di 60 cm posato al contatto con il paramento di valle della diga e al di sopra dello strato filtro. Questo materiale ha la funzione di raccolta e drenaggio delle acque provenienti dalla diga, dalla fondazione e delle eventuali acque di infiltrazione all'interno del rilevato a seguito di eventi meteorici.

Lo strato corticale del rilevato sarà realizzato con terreno vegetale, di spessore 50 cm, al fine di garantire il successivo inerbimento e conseguentemente consentire un inserimento ambientale e paesaggistico ottimale dello sbarramento nel contesto naturale. La porzione di terreno vegetale posata al di sopra del paramento di valle in rockfill sarà opportunamente rinforzata tramite geosintetico al fine di evitare fenomeni di erosione superficiale.

3 Indagini eseguite

3.1 Indagini eseguite nei siti di prelievo

Con l'obiettivo di minimizzare l'impatto ambientale dei lavori finalizzati alla realizzazione del rilevato in terra a valle della diga esistente, è previsto il prelievo del tout-venant necessario direttamente lungo le sponde del lago Ampollino cogliendo l'opportunità di rimozione del sedimento fluviale che si è ivi depositato in un secolo di gestione del serbatoio e del contestuale parziale recupero della capacità di invaso così come incoraggiato anche dal recente "DL Siccità". Tale prelievo di materiale spondale non si configura come "attività estrattiva", attività vietata all'interno dell'area in quanto facente parte del Parco Nazionale della Sila (L. 394/91), ma come rimozione di sedimento regolamentata dall'articolo 114 del D.Lgs. 152/2006 e dal conseguente D.M. 205/2022 nonché dal Progetto di gestione dell'invaso.

Nel febbraio 2022 sono stati effettuati dei sopralluoghi per individuare i potenziali siti di prelievo di tale materiale, con limitate indagini conoscitive preliminari. Come illustrato in Figura 23 sono stati visionati n. 5 siti lungo le sponde del lago Ampollino. Durante i sopralluoghi sono state realizzate delle trincee esplorative e sono stati prelevati dei campioni di materiale per l'esecuzione di analisi granulometriche. Tutte le aree individuate di potenziale prelievo si trovano al di sotto della quota di massima regolazione del lago. Alternativamente tale tout-venant potrà essere prelevato presso siti di produzione già esistenti in zona, comportando tuttavia un maggiore impatto ambientale legato al trasporto del materiale in sito.

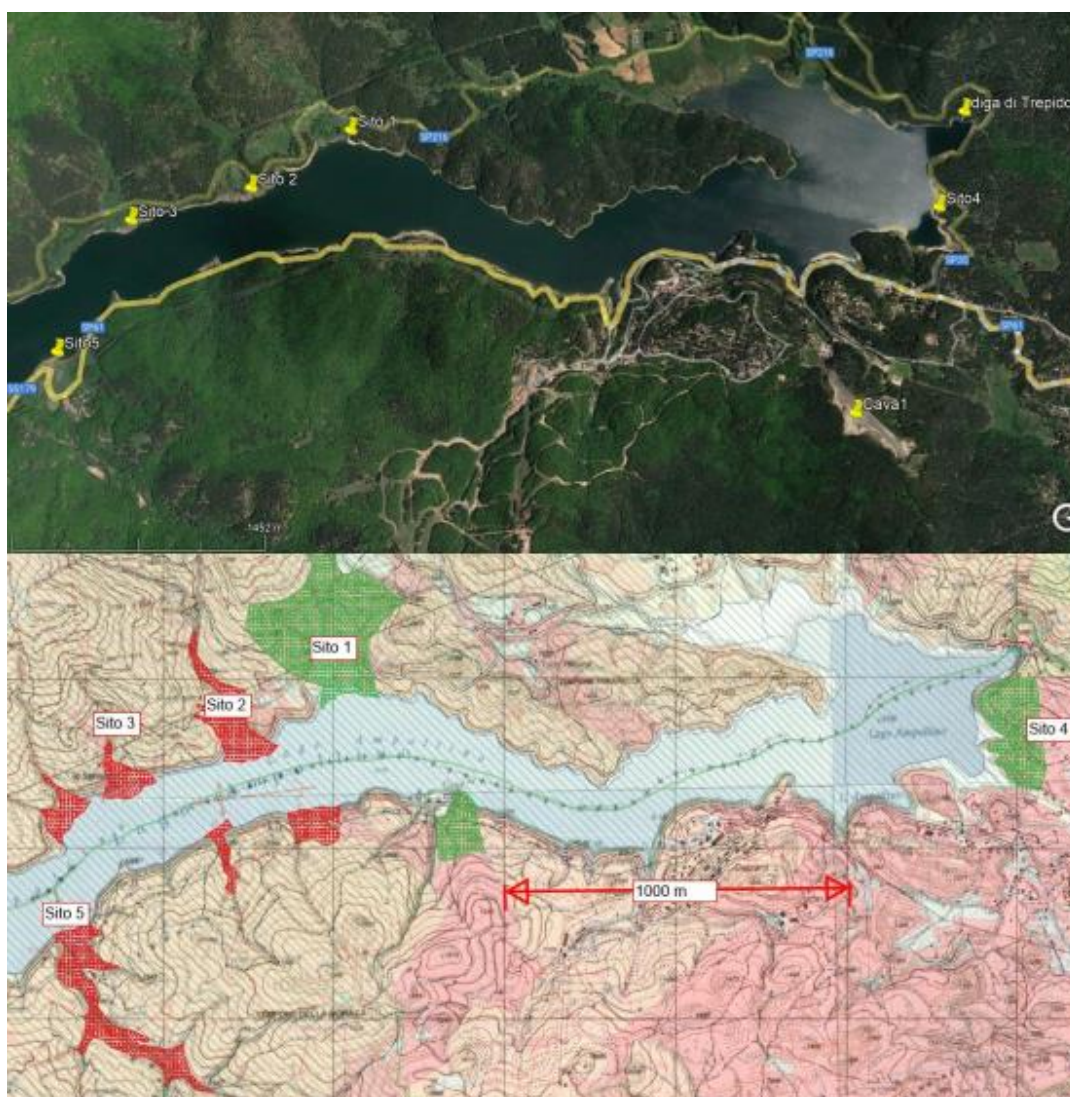


Figura 23: siti delle aree potenziali di prelievo indagate all'interno del bacino del lago Ampollino (sopralluoghi febbraio 2022)

Dall'esame visivo dei luoghi e dai risultati delle analisi granulometriche eseguite, il **sito 2** e il **sito 3** sono risultati i più idonei tra quelli investigati sia in termini di potenziale volume estraibile sia in termini di caratteristiche granulometriche.

In particolare, tali siti sono localizzati in aree di deposito alluvionale ove il materiale presente si sarebbe depositato in buona parte anche in assenza della diga. I due siti sono localizzati in aree di deposito alluvionale quasi pianeggianti facilmente accessibili dalla strada provinciale 216, rispettivamente a distanze di 6,7 km (sito 2) e 7,7 km (sito 3) dalla diga.

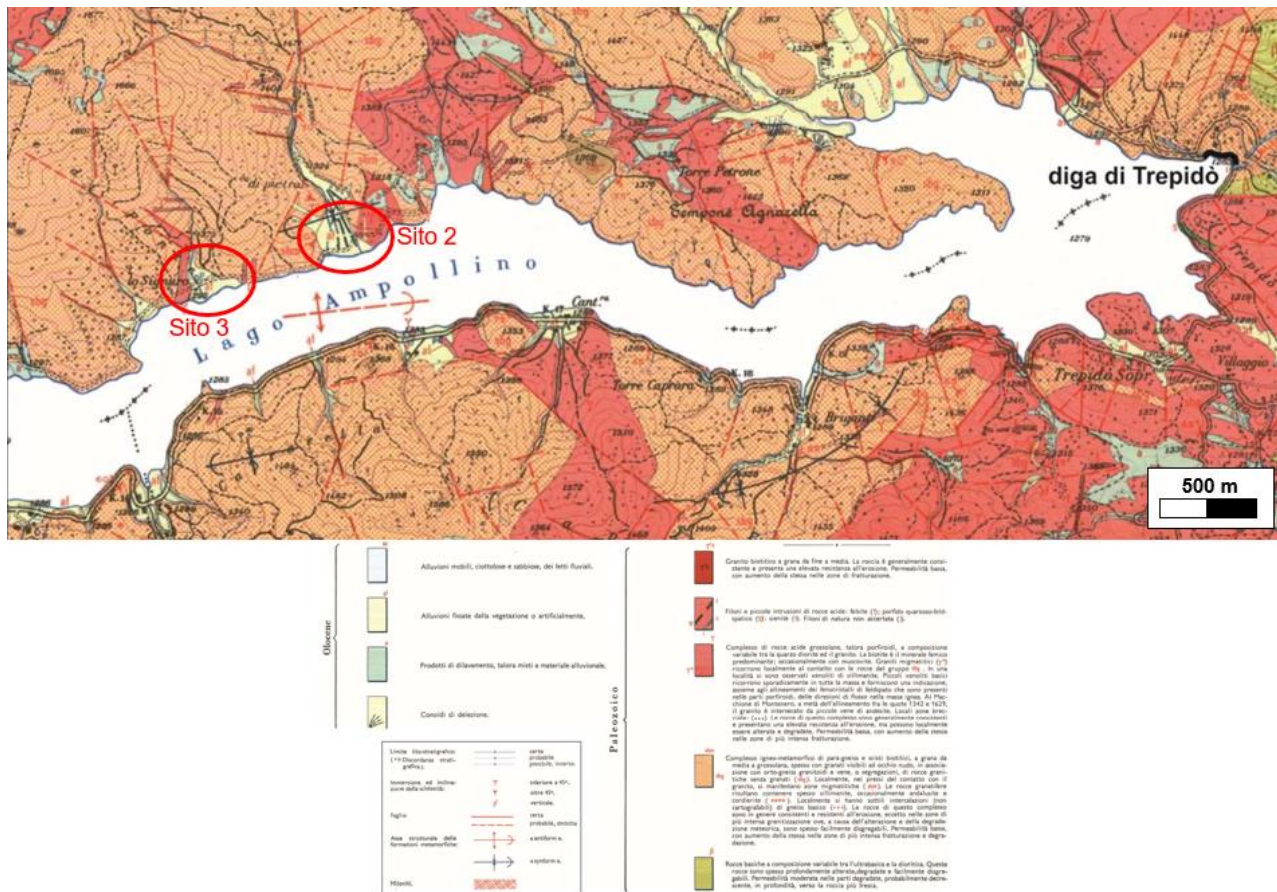


Figura 24: stralcio della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000, Tavoleta 237 IV SE "Lago Ampollino"

Nel sito 2 sono state realizzate due trincee (denominate 2a e 2b) e per ogni trincea è stato prelevato un campione su cui è stata eseguita un'analisi granulometrica (Figura 25). I risultati delle analisi granulometriche sono illustrati nella Figura 26. In entrambe le trincee il materiale è di natura ghiaiosa-sabbiosa con percentuali di fino relativamente ridotte (10-13%). In prossimità del lago e della trincea 2b è stato riscontrato un affioramento roccioso che si presenta molto alterato e si disintegra facilmente con colpi di martello o benna dell'escavatore (Figura 25). Inoltre, nell'area è stata osservata la presenza di diversi massi, anche di dimensioni metriche, con resistenza meccanica elevata (Figura 25).

Nel sito 3 non sono state realizzate trincee in quanto, da un esame visivo, il materiale alluvionale si presenta molto simile a quello del sito 2 e inoltre perché l'accesso con piccolo escavatore meccanico sarebbe risultato più difficoltoso.

Anche in quest'area, come per il sito 2, sono state osservate diverse zone con presenza di massi di dimensioni decimetriche o metriche e resistenza meccanica molto alta.

Considerando l'estensione delle aree, pari a circa 27.000 m² per il sito 2 e 15.000 m² per il sito 3, e le risultanze delle prime indagini eseguite (trincee e analisi granulometriche) si prevede di realizzare i prelievi attraverso scavi di modesta entità di spessore sostanzialmente costante pari a circa 1-1,5 m.

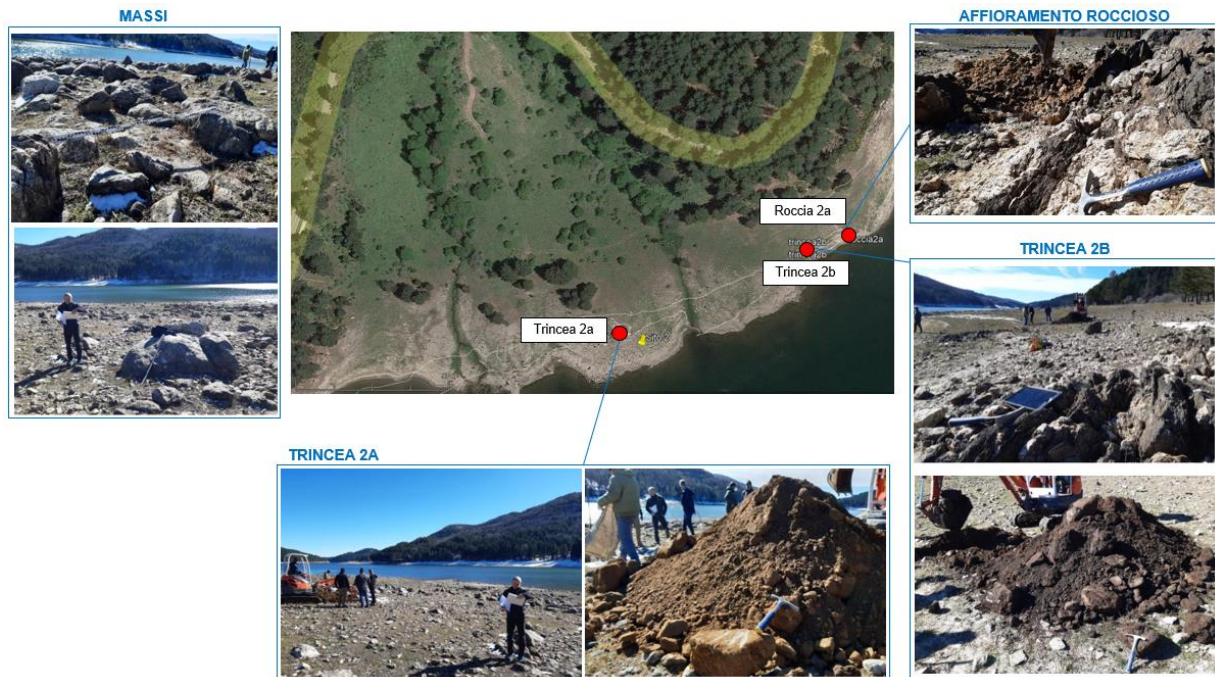


Figura 25: sito 2: foto satellitare (Google Earth) con ubicazione delle trincee 2a e 2b e report fotografico

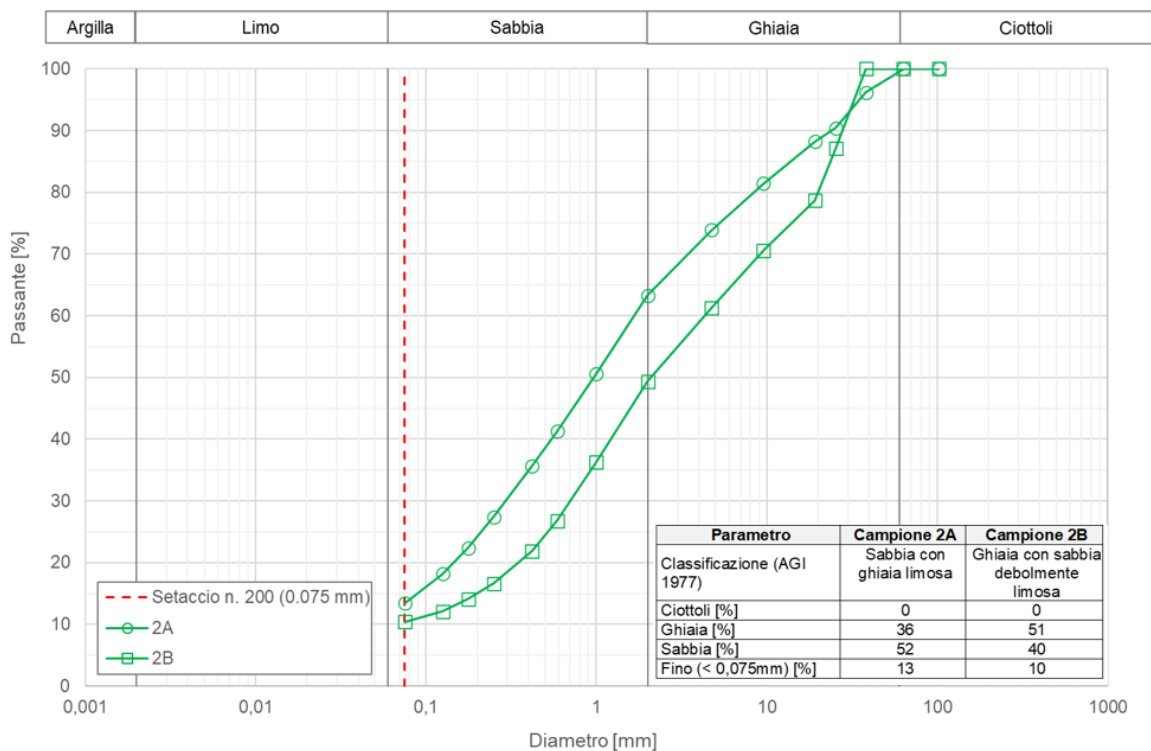


Figura 26: campioni 2a e 2b, analisi granulometriche



Figura 27: sito 3: foto satellitare (Google Earth) e report fotografico

Nel mese di marzo 2023 il Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale del Politecnico di Milano ha eseguito il rilievo topografico dei due siti (denominati sito 2 e sito 3) selezionati come aree per il prelievo del tout-venant necessario alla realizzazione del corpo centrale del nuovo rilevato in materiali sciolti.

I rilievi sono stati eseguiti utilizzando due diverse metodologie:

- Lidar da drone (scanner laser montato a bordo di un UAV);
- Fotogrammetria da drone.

Nelle figure seguenti vengono riportate le curve di livello generate dal rilievo in quote ortometriche ottenute dall'elaborazione della nuvola di punti per il sito 2 (sinistra) e per il sito 3 (destra).

Il prelievo sarà attuato al di sotto della quota di 1.281,17 m s.l.m. (massima regolazione del lago).

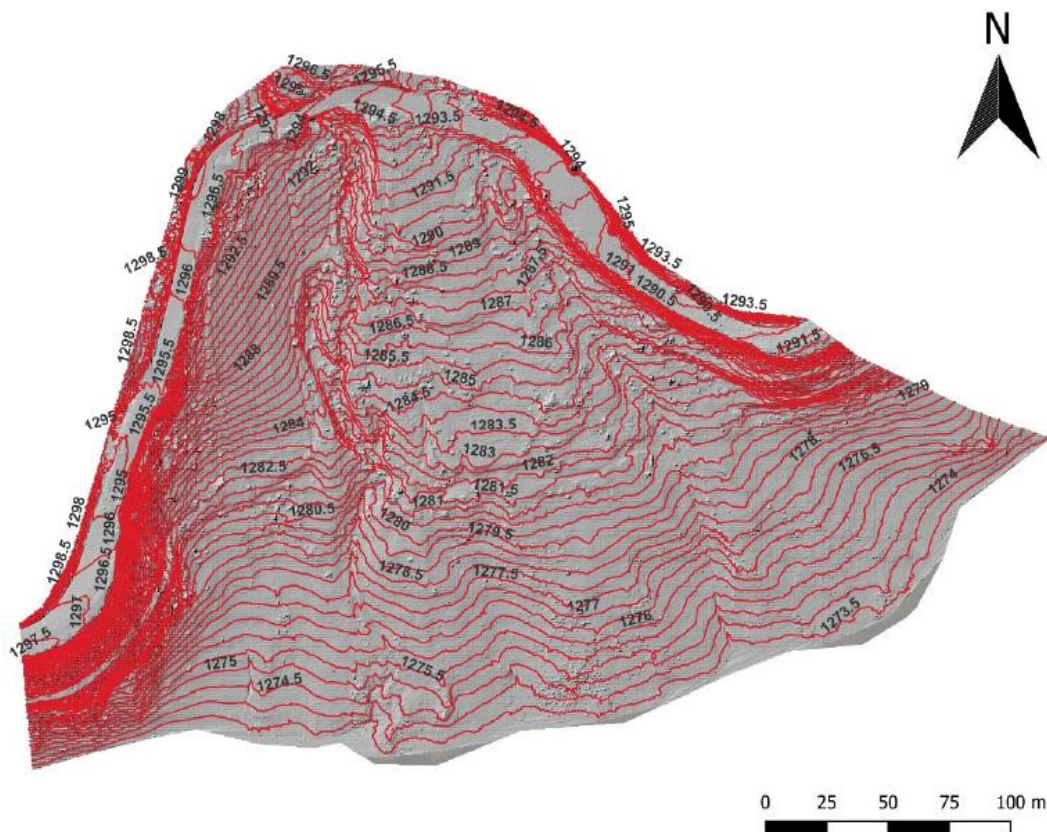


Figura 28: DEM e curve di livello in quote ortometriche ottenute dall'elaborazione della nuvola di punti sito 2

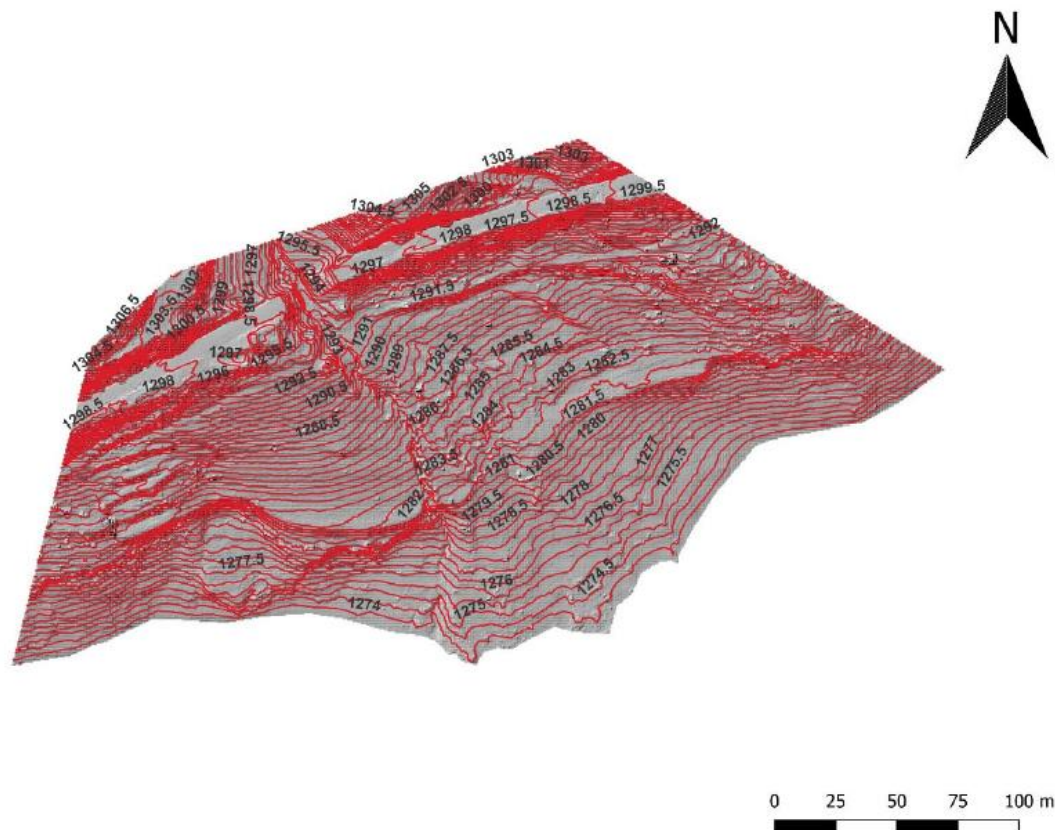


Figura 29: DEM e curve di livello in quote ortometriche ottenute dall'elaborazione della nuvola di punti sito 3

3.2 Qualità dei sedimenti provenienti dai siti di prelievo

Nel presente capitolo vengono presentati i risultati delle indagini condotte sui sedimenti del lago Ampollino fra il 2012 e il 2015.

Si riporta anche un piano delle indagini che verranno eseguite prima delle attività di prelievo del tout-venant, per valutare la qualità dei sedimenti prelevati per la realizzazione del manufatto a valle della diga.

3.2.1 Analisi del sedimento negli anni 2012 e 2015

Vengono qui illustrati i risultati delle indagini eseguite nel mese di dicembre 2015 e le relative elaborazioni effettuate per l'aggiornamento del quadro conoscitivo, relativo alla quantità e qualità dei sedimenti nell'invaso.

Per quanto riguarda il sedimento, le indagini svolte nel 2012 avevano interessato tre punti (diga, centro lago e immissario); nelle ultime indagini del 2015 si è deciso di caratterizzare in modo più approfondito l'area vicina allo sbarramento individuando altri tre punti. Per completezza si riportano anche i risultati delle indagini effettuate nel 2012.

Nell'immagine seguente sono indicati i punti di campionamento individuati nel bacino.



Figura 30: localizzazione punti di indagine

Nella tabella seguente, per ogni punto riportato nella mappa, sono indicate le tipologie di analisi eseguite.

Punto	Colonna d'acqua	Granulometria	Chimica sedimento tal quale	Chimica sedimento cessione	Ecotox <i>Daphnia magna</i>	Ecotox integrativi
A1	X	X	X	X	X	X
A2			X	X	X	
A3	X		X	X	X	
A4	X		X	X	X	
A5	X	X	X	X		
A6	X	X	X	X	X	

Tabella 2: dettaglio analisi effettuate a dicembre 2015

3.2.1.1 Stima della quantità del sedimento presente nell'invaso dell'Ampollino

I rilievi dell'invaso dell'Ampollino sono stati eseguiti, mediante indagine batimetrica, nel luglio 2005 e hanno consentito di aggiornare le curve di invaso, di stimare la quantità di materiale solido depositato nel serbatoio e di valutare l'entità dell'apporto solido annuo dal bacino imbrifero.

Tenendo conto di tali dati risulta che:

- il volume totale invasabile alla quota di massima regolazione di 1.281,27 m s.m. è risultato pari a circa 59.070.000 m³ (contro un volume originario di 66.880.000 m³);
- il volume utile invasato alla quota di massima regolazione di 1.281,27 m s.m. (calcolato rispetto al livello di minima regolazione di 1.261,17 m s.m.), risulta di circa 57.498.000 m³ (contro un volume originario di 64.530.000 m³).

Pertanto dalle informazioni relative alle condizioni originarie dell'invaso, riportate sul relativo Foglio di Condizioni della diga, risulta che nel volume utile di regolazione nel 2005 erano presenti circa 7.032.000 m³ di materiale sedimentato, mentre il totale del sedimento ammontava a circa 7.800.000 m³. Ad oggi, sulla base della sedimentazione annuale stimata (mediamente pari a circa 100.000 m³/anno), **è possibile ritenere che il materiale sedimentato nel volume utile sia pari a circa 8.000.000 m³ e quello nel volume totale pari a circa 9.000.000 m³.**

3.2.1.2 Analisi della qualità del sedimento

Per la valutazione della qualità del sedimento sono state effettuate:

- analisi sul campione tal quale,
- analisi sull'eluato,
- analisi ecotossicologiche con diversi organismi.

I campioni per le analisi granulometriche sono stati raccolti con l'utilizzo di una benna in prossimità della diga (A1), a centro lago (A5) e nelle vicinanze dell'immissario (A6). Tutti i campioni risultano costituiti principalmente da sabbia fine e limo grosso, nei punti lontani dalla diga (A5 e A6) risulta essere ben rappresentata anche la frazione relativa alla sabbia grossa.

Sedimento	U.M.	Sabbia grossa > 200 µm	Sabbia fine 50-200 µm	Limo grosso 20-50 µm	Limo fine 2-20 µm	Argilla < 2 µm
A1	g/kg	94,6	491,6	311,9	97,2	4,7
A5	g/kg	125,1	552,2	292,1	27,4	3,2
A6	g/kg	129,9	501,9	272,0	92,3	3,9

Tabella 3: risultati analisi granulometrica

In tutti i punti individuati sono stati prelevati campioni di sedimento da sottoporre ad analisi chimica. Nella tabella seguente, per i punti A1, A5 e A6, è riportato il confronto tra i risultati delle indagini eseguite a luglio 2012 e quelli del dicembre 2015 riferiti alle analisi sul tal quale.

PARAMETRO	U.M.	A1		A5		A6		Limiti A	Limiti B
		2012	2015	2012	2015	2012	2015		
Residuo a 105 °C	%	24,7	53,3	24,1	34,8	36,7	38,8	-	-
Carbonio Organico	% C ss	2,7	3,2	4,5	6,3	3,4	4,9	-	-
Frazione granulometrica > 2mm	%	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Idrocarburi pesanti (C12-C40)	mg/kg ss	-	35	-	54	-	44	50	750
PCB	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	5
Arsenico	mgAs/kg ss	5,0	<2	5,0	2,25	4,0	<2	20	50
Cadmio	mgCd/kg ss	0,90	1,04	1,10	1,90	0,90	1,82	2	15
Cromo	mgCr/kg ss	-	12,0	-	34,4	-	45,1	150	800
Cromo esavalente	mgCr/kg ss	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	15
Rame	mgCu/kg ss	28,0	6,28	39,0	24,1	34,0	32,2	120	600
Mercurio	mgHg/kg ss	<0,1	<0,5	<0,1	<0,5	<0,1	<0,5	1	5
Nichel	mgNi/kg ss	17,0	5,56	27,0	19,6	26,0	27,0	120	500
Piombo	mgPb/kg ss	22,0	7,05	26,0	14,0	19,0	9,38	100	1000
Antimonio	mgSb/kg ss	-	<2	-	<2	-	<2	10	30
Zinco	mgZn/kg ss	85,0	55,7	93,0	82,6	88,0	82,4	150	1500
Pirene	mg/kg ss	<0,50	<0,01	<0,50	<0,01	<0,50	<0,01	5	50
Benzo(a)antracene	mg/kg ss	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	0,5	10
Crisene	mg/kg ss	<0,50	<0,01	<0,50	<0,01	<0,50	<0,01	5	50
Benzo(b)fluorantene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10

PARAMETRO	U.M.	A1		A5		A6		Limiti	Limiti
		2012	2015	2012	2015	2012	2015	A	B
Benzo(k)fluorantene	mg/kg ss	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	0,5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Indeno (1,2,3-c,d)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	5
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Sommatoria Policiclici aromatici	mg/kg ss	<5	<0,01	<5	<0,01	<5	<0,01	10	100

Limiti di legge: D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152 parte IV, titolo V, allegato 5, tabella 1

Tabella 4: riepilogo dei dati analitici del sedimento (analisi campione tal quale)

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle analisi sul tal quale dei campioni prelevati a dicembre 2015 negli altri punti individuati nell'area più vicina allo sbarramento.

PARAMETRO	U.M.	A2	A3	A4	Limiti A	Limiti B
Residuo a 105 °C	%	37,8	47,2	37,2	-	-
Carbonio Organico	% C ss	4,8	4,7	6,2	-	-
Frazione granulometrica > 2mm	%	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Idrocarburi pesanti (C12-C40)	mg/kg ss	45	185	58	50	750
PCB	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	5
Arsenico	mgAs/kg ss	3,46	<2	2,68	20	50
Cadmio	mgCd/kg ss	1,95	1,41	1,94	2	15
Cromo	mgCr/kg ss	43,8	20,4	32,7	150	800
Cromo esavalente	mgCr/kg ss	<1	<1	<1	2	15
Rame	mgCu/kg ss	22,9	12,7	22,5	120	600
Mercurio	mgHg/kg ss	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	mgNi/kg ss	23,1	10,4	18,0	120	500
Piombo	mgPb/kg ss	11,1	7,99	12,2	100	1000
Antimonio	mgSb/kg ss	<2	<2	<2	10	30
Zinco	mgZn/kg ss	88,7	69,6	90,1	150	1500
Pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	5	50
Benzo(a)antracene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Crisene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	5	50
Benzo(b)fluorantene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Benzo(k)fluorantene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	10
Benzo(a)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Indeno (1,2,3-c,d)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	5

PARAMETRO	U.M.	A2	A3	A4	Limiti A	Limiti B
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	10
Sommatoria Policiclici aromatici	mg/kg ss	<0,01	<0,01	<0,01	10	100

Limiti di legge: D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152 parte IV, titolo V, allegato 5, tabella 1

Tabella 5: riepilogo dei dati analitici del sedimento (analisi campione tal quale)

Il confronto sopra riportato evidenzia che le concentrazioni rinvenute rientrano nei limiti previsti dalla tab. 1 colonna A dell'allegato 5, Titolo V, parte IV del D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152, ad eccezione degli idrocarburi pesanti, che in alcuni punti superano il limite della colonna A, ma rientrano pienamente nel limite della colonna B. Le sponde del bacino risultano soggette a passaggio di mezzi di transito ed a fruizione turistica ma non si può escludere anche un contributo di origine naturale (ad esempio materiale vegetale). Importanti organismi di tutela ambientale, considerando i frequenti superamenti per cause naturali del limite della Colonna A, suggeriscono di utilizzare il valore soglia di 860 mg/kg (Marshall S., Pettigrove V., Carew M. and Hoffmann A., 2010. Isolating the impact of sediment toxicity in urban streams).

Nella tabella seguente, per i punti A1, A5 e A6, è riportato il confronto tra i risultati delle indagini eseguite a luglio 2012 e del dicembre 2015 riferiti alle analisi sull'eluato.

PARAMETRO	U.M.	A1		A5		A6		Limiti
		2012	2015	2012	2015	2012	2015	
pH	-		6,7		6,7		7,0	5,5-9,5
Arsenico	mgAs/l	<0,01	<0,0003*	<0,01	<0,0003*	<0,01	<0,0003*	≤0,5
Bario	mgBa/l	<0,05	0,006	<0,05	0,002	<0,05	0,003	≤20
Berillio	mgBe/l		<0,00006*		<0,00006*		<0,00006*	-
Cadmio	mgCd/l	<0,002	<0,0001*	<0,002	<0,0001*	<0,002	<0,0001*	≤0,02
Cobalto	mgCo/l		<0,0005*		<0,0005*		<0,0005*	-
Cromo totale	mgCr/l	<0,005	<0,001*	<0,005	<0,001*	<0,005	<0,001*	≤2
Rame	mgCu/l	<0,02	0,004	<0,02	0,004	<0,02	<0,003	≤0,1
Mercurio	mgHg/l	<0,001	<0,00004*	<0,001	<0,00004*	<0,001	<0,00004*	≤0,005
Nichel	mgNi/l	<0,005	<0,0006*	<0,005	<0,0006*	<0,005	<0,0006*	≤2
Piombo	mgPb/l	<0,005	<0,0003*	<0,005	<0,0003*	<0,005	<0,0003*	≤0,2
Selenio	mgSe/l	<0,005	<0,0003*	<0,005	<0,0003*	<0,005	<0,0003*	≤0,03
Vanadio	mgV/l	-	<0,003	-	<0,003	-	<0,003	-
Zinco	mgZn/l	<0,02	0,018	<0,02	0,009	<0,02	0,009	≤0,5
Cloruri	mgCl/l	<5,0	2,8	<5,0	1,6	<5,0	1,6	≤1200
Fluoruri	mgF/l	<0,5	0,2	<0,5	<0,1	<0,5	<0,1	≤6
Solfati	mgSO ₄ /l	14	3,9	10	5,6	13	2,4	≤1000
DOC	mg/l	-	18	-	22	-	24	-
Cianuri	mgCN/l	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	≤0,5

PARAMETRO	U.M.	A1		A5		A6		Limiti
		2012	2015	2012	2015	2012	2015	
Indice Fenolo	mg/l	<0,005	<0,04	<0,005	<0,04	<0,005	<0,04	≤0,5

Limiti di legge: D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152 parte III, allegato 5, tabella 3

*LOD

Tabella 6: riepilogo dei dati analitici del sedimento (analisi test cessione)

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle analisi sull'eluato dei campioni prelevati a dicembre 2015 negli altri punti individuati nell'area più vicina allo sbarramento.

PARAMETRO	U.M.	A2	A3	A4	Limiti
pH	-	7,4	7,6	7,4	5,5-9,5
Arsenico	mgAs/l	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	≤0,5
Bario	mgBa/l	0,015	0,015	0,012	≤20
Berillio	mgBe/l	<0,00006*	<0,00006*	<0,00006*	-
Cadmio	mgCd/l	<0,0001*	<0,0001*	<0,001	≤0,02
Cobalto	mgCo/l	<0,0005*	<0,0005*	<0,0005*	-
Cromo totale	mgCr/l	<0,001*	<0,001*	<0,001*	≤2
Rame	mgCu/l	0,010	0,004	0,004	≤0,1
Mercurio	mgHg/l	<0,00004*	<0,00004*	<0,00004*	≤0,005
Nichel	mgNi/l	<0,002	<0,0006*	<0,0006*	≤2
Piombo	mgPb/l	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	≤0,2
Selenio	mgSe/l	<0,0003*	<0,0003*	<0,0003*	≤0,03
Vanadio	mgV/l	<0,003	<0,0005*	<0,0005*	-
Zinco	mgZn/l	0,014	0,08	0,037	≤0,5
Cloruri	mgCl/l	1,6	1,6	1,8	≤1200
Fluoruri	mgF/l	0,2	0,2	<0,1	≤6
Solfati	mgSO ₄ /l	3,2	3,5	3,9	≤1000
DOC	mg/l	19	21	19	-
Cianuri	mgCN/l	<0,01	<0,01	<0,01	≤0,5
Indice Fenolo	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	≤0,5

Limiti di legge: D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152 parte III, allegato 5, tabella 3

*LOD

Tabella 7: riepilogo dei dati analitici del sedimento (analisi test cessione)

I risultati presenti in tabella evidenziano che i parametri considerati sono conformi al D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152 per gli scarichi in acque superficiali; il materiale inoltre può essere considerato inerte in base ai limiti del DM 27.09.10.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati dei test di ecotossicità con *Daphnia magna* svolti sui campioni di sedimento. Nella maggior parte dei test è stata osservata una percentuale di inibizione pari a zero, solo nel campione più prossimo alla diga (A2) si osserva un effetto limitato, in linea con la variabilità del controllo (pari al 20%). Nel complesso il sedimento non ha mostrato effetti per l'organismo testato.

PARAMETRO	U.M.	A1		A2	A3	A4	A5	A6	
		2012	2015				2012	2012	2015
Test ecotossicità (<i>Daphnia Magna</i>)	% immob 48h	Non ecotossico	0	20	0	0	Non ecotossico	Non ecotossico	0

Tabella 8: riepilogo dei dati analitici del test di ecotossicità con *Daphnia Magna*

L'insieme dei risultati presentati, sia di tipo chimico-fisico che di tipo ecotossicologico, conferma le possibilità di un riutilizzo del sedimento.

Ai fini della valutazione della potenziale pericolosità, nella tabella seguente, ai parametri indagati nelle analisi sul tal quale, sono assegnate le categorie, le classi e le indicazioni di pericolo in base al Regolamento 1272/2008.

Attribuzione indicazioni di pericolo

PARAMETRO	Codici indicazioni di pericolo	Codici di classe e categoria di pericolo	PARAMETRO	Codici indicazioni di pericolo	Codici di classe e categoria di pericolo
Arsenico	H350 H331 H301 H400 H410	Carc. 1A Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 *Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	Antimonio	H314 H411 H332 H302 H331 H311 H301 H351	Skin Corr. 1B Aquatic Chronic 2 Acute Tox. 4 * Acute Tox. 4 * Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 *
Cadmio	H332 H312 H302 H400 H410	Acute Tox. 4 * Acute Tox. 4 * Acute Tox. 4 * Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	Sommatoria policiclici aromatici	H350 H340 H304	Carc. 1B Muta. 1B Asp. Tox. 1
Mercurio	H360D *** H330 H372 ** H400 H410	Repr. 1B Acute Tox. 2 * STOT RE 1 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	Rame	H400 H410	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1
Nichel	H351 H372 ** H317 H412	Carc. 2 STOT RE 1 Skin Sens. 1 Aquatic Chronic 3	Zinco	H400 H410	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1
Piombo	H360Df H332 H302 H373 ** H400 H410	Repr. 1A Acute Tox. 4 * Acute Tox. 4 * STOT RE 2 * Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	crisene	H350 H341 H400 H410	Carc. 1B Muta. 2 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1
Cromo VI	H271 H350 H340 H361f *** H330 H311 H301 H372 ** H314 H334 H317 H400 H410	Ox. Sol. 1 Carc. 1A Muta. 1B Repr. 2 Acute Tox. 2 * Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * STOT RE 1 Skin Corr. 1A Resp. Sens. 1 Skin Sens. 1 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	Pirene	H350	Carc. 1B

PARAMETRO	Codici indicazioni di pericolo	Codici di classe e categoria di pericolo	PARAMETRO	Codici indicazioni di pericolo	Codici di classe e categoria di pericolo
benzo[a]antracene	H350 H400 H410	Carc. 1B Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	benzo[k]fluorantene	H350 H400 H410	Carc. 1B Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1
benzo[a]pirene	H350 H340 H360FD H317 H400 H410	Carc. 1B Muta. 1B Repr. 1B Skin Sens. 1 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	dibenzo[a,h]antracene	H350 H400 H410	Carc. 1B Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1
benzo[b]fluorantene	H350 H400 H410	Carc. 1B Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	Idrocarburi pesanti C>12	H350	Carc. 1B
PCB	H373 ** H400 H410	STOT RE 2 * Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1			

Nelle tabelle seguenti sono riportate le sommatorie, espresse in termini percentuali, ottenute per singolo codice di pericolosità, da confrontare con i rispettivi limiti di legge. I valori ottenuti, riferiti alla somma delle concentrazioni di tutte le sostanze classificate con un codice di pericolo, risultano significativamente inferiori ai limiti stabiliti; il sedimento può dunque essere classificato non pericoloso e come tale escluso dal comparto dei rifiuti ai sensi dell'art. 185, comma 3 del D. Lgs 152/06.

Concentrazioni percentuali per codice di pericolosità

Codice di indicazione di pericolo	A1		A5		A6		Limite di concentrazione (%)
	2012	2015	2012	2015	2012	2015	
H300 Tox1	0,008510	0,005620	0,009310	0,008310	0,008810	0,008290	0,1
H300 Tox2	0,011300	0,006629	0,012520	0,010125	0,011200	0,009610	0,25
H301	0,015900	0,008113	0,019220	0,014795	0,017300	0,015830	5
H302	0,015390	0,007863	0,018710	0,014520	0,016890	0,015580	25
H304	0,000500	0,000001	0,000500	0,000001	0,000500	0,000001	10
H310 Tox1	0,002300	0,000859	0,002720	0,001640	0,002000	0,001170	0,25
H311	0,000110	0,000350	0,000110	0,000350	0,000110	0,000350	15
H312	0,008600	0,005724	0,009420	0,008500	0,008900	0,008472	55
H314 Skin Corr 1A	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	1 (HP4 irritante)
H314 Skin Corr 1B	0,013610	0,007304	0,016510	0,013205	0,015310	0,014710	1
H315 Skin Irrit 2	0,015310	0,007609	0,018610	0,014180	0,016810	0,015248	1 (HP4 irritante)
H317	0,015801	0,007561	0,019101	0,014132	0,017301	0,015200	10
H318 Eye dam 1	0,015300	0,007559	0,018600	0,014130	0,016800	0,015198	1 valutazione (HP4 irritante)
H319 Eye irrit 2	0,015310	0,007609	0,018610	0,014180	0,016810	0,015248	1 (HP4 irritante)
H330 Tox2	0,015400	0,007713	0,018720	0,014370	0,016900	0,015430	0,5
H331	0,015900	0,008113	0,019220	0,014795	0,017300	0,015830	3,5
H332	0,015400	0,007913	0,018720	0,014570	0,016900	0,015630	22,5
H334	0,013100	0,006854	0,016000	0,012730	0,014900	0,014260	10
H335	0,008510	0,005620	0,009310	0,008310	0,008810	0,008290	20
H340	0,000691	0,000206	0,000711	0,000292	0,000691	0,000284	0,1
H341	0,015905	0,007715	0,019225	0,014372	0,017405	0,015432	1
H350 Carc1A	0,005100	0,001484	0,007200	0,004695	0,006500	0,006220	0,1
H350 Carc1B	0,011313	0,009887	0,012533	0,015258	0,011313	0,013768	0,1
H350i Carc1A	0,006700	0,001889	0,009200	0,005770	0,007900	0,006858	0,1
H350i Carc1B	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,000100	0,1
H351	0,003990	0,005065	0,005410	0,009150	0,004590	0,008420	1
H360D	0,004510	0,001234	0,006610	0,004420	0,006010	0,005970	0,3
H360Df	0,002200	0,000705	0,002600	0,001400	0,001900	0,000938	0,3
H360fd Repr. 1B	0,000591	0,000106	0,000611	0,000192	0,000591	0,000184	0,3
H360fd Repr. 1A	0,002200	0,000705	0,002600	0,001400	0,001900	0,000938	0,3
H361d	0,008500	0,005570	0,009300	0,008260	0,008800	0,008240	3
H361f	0,000110	0,000150	0,000110	0,000150	0,000110	0,000150	3
H361fd	0,000090	0,000104	0,000110	0,000190	0,000090	0,000182	3
H362	0,002200	0,000705	0,002600	0,001400	0,001900	0,000938	

H372	0,015400	0,007713	0,018720	0,014370	0,016900	0,015430	1
H373	0,015401	0,007714	0,018721	0,014371	0,016901	0,015431	10
H400	0,017013	0,008119	0,020333	0,014801	0,018413	0,015836	25
H410	0,017013	0,008119	0,020333	0,014801	0,018413	0,015836	25
H411	0,013500	0,010603	0,015800	0,017670	0,014100	0,016998	
H412	0,004500	0,001184	0,006600	0,004370	0,006000	0,005920	
H413	0,013090	0,006858	0,016010	0,012820	0,014890	0,014342	25

Concentrazioni percentuali per codice di pericolosità

Codice di indicazione di pericolo	A2	A3	A4	Limite di concentrazione (%)
H300 Tox1	0,008920	0,007010	0,009060	0,1
H300 Tox2	0,010571	0,008150	0,010742	0,25
H301	0,015471	0,010760	0,015092	5
H302	0,015075	0,010510	0,014774	25
H304	0,000001	0,000001	0,000001	10
H310 Tox1	0,001355	0,000990	0,001464	0,25
H311	0,000350	0,000350	0,000350	15
H312	0,009115	0,007151	0,009254	55
H314 Skin Corr 1A	0,000100	0,000100	0,000100	1 (HP4 irritante)
H314 Skin Corr 1B	0,014166	0,009820	0,013678	1
H315 Skin Irrit 2	0,014730	0,010219	0,014430	1 (HP4 irritante)
H317	0,014682	0,010171	0,014382	10
H318 Eye dam 1	0,014680	0,010169	0,014380	1 valutazione (HP4 irritante)
H319 Eye irrit 2	0,014730	0,010219	0,014430	1 (HP4 irritante)
H330 Tox2	0,014925	0,010360	0,014624	0,5
H331	0,015471	0,010760	0,015092	3,5
H332	0,015125	0,010560	0,014824	22,5
H334	0,013570	0,009370	0,013160	10
H335	0,008920	0,007010	0,009060	20
H340	0,000297	0,000243	0,000296	0,1
H341	0,014927	0,010362	0,014626	1
H350 Carc1A	0,005046	0,002610	0,004418	0,1
H350 Carc1B	0,014683	0,026408	0,016232	0,1
H350i Carc1A	0,005710	0,003109	0,005270	0,1
H350i Carc1B	0,000100	0,000100	0,000100	0,1
H351	0,008315	0,020680	0,009214	1
H360D	0,004650	0,002360	0,004100	0,3
H360Df	0,001110	0,000799	0,001220	0,3
H360fd Repr. 1B	0,000197	0,000143	0,000196	0,3
H360fd Repr. 1A	0,001110	0,000799	0,001220	0,3
H361d	0,008870	0,006960	0,009010	3
H361f	0,000150	0,000150	0,000150	3
H361fd	0,000195	0,000141	0,000194	3
H362	0,001110	0,000799	0,001220	
H372	0,014925	0,010360	0,014624	1
H373	0,014926	0,010361	0,014625	10
H400	0,015477	0,010766	0,015098	25
H410	0,015477	0,010766	0,015098	25
H411	0,016970	0,027729	0,018480	
H412	0,004600	0,002310	0,004050	
H413	0,013665	0,009411	0,013254	25

4 Indagini future da eseguire nei siti di prelievo

I due siti individuati per il prelievo del materiale tout-venant dovranno essere investigati ulteriormente tramite una serie di indagini utili a comprendere sia la potenziale disponibilità in termini volumetrici sia la qualità del materiale estraibile. In particolare, si prevede di eseguire le indagini illustrate nella Figura 31 e descritte nella Tabella 10.



Figura 31: siti 2 e 3, foto satellitare (Google Earth) con ubicazione delle indagini

Identificativo	Tipologia	Sito	Coordinate (WGS84)	Quota [m s.l.m.]	Profondità [m]
A2_S1	Sondaggio verticale	Sito 2	Lat: 39.201250° Lon: 16.625997°	1.280,00	var ⁽¹⁾
A2_T1	Trincea	Sito 2	Lat: 39.200775° Lon: 16.625038°	1.275,00	2
A2_T2	Trincea	Sito 2	Lat: 39.200897° Lon: 16.626225°	1.275,00	2
A2_T3	Trincea	Sito 2	Lat: 39.201128° Lon: 16.627788°	1.275,00	2
A2_T4	Trincea	Sito 2	Lat: 39.200544° Lon: 16.626359°	1.273,00	2
A3_S1	Sondaggio verticale	Sito 3	Lat: 39.199222° Lon: 16.618208°	1.280,00	var ⁽¹⁾
A3_T1	Trincea	Sito 3	Lat: 39.198898° Lon: 16.617540°	1.275,00	2
A3_T2	Trincea	Sito 3	Lat: 39.199233° Lon: 16.619084°	1.275,00	2

⁽¹⁾ Fino al raggiungimento del substrato roccioso o comunque inferiore a 10 m.

Tabella 9: siti 2 e 3, sintesi delle indagini

Le quote, la profondità e le coordinate dei sondaggi e delle trincee sono al momento approssimative; l'ubicazione definitiva dovrà essere localmente definita in funzione della morfologia e delle caratteristiche geotecniche delle aree.

Dai sondaggi e dalle trincee dovranno essere inoltre prelevati dei campioni per le prove di laboratorio. Il numero e la tipologia di prove sono descritti nella seguente tabella.

Prova	Sito 2					Sito 3			Tot
	S1	T1	T2	T3	T4	S1	T1	T2	
Analisi granulometrica, inclusive della frazione passante al setaccio ASTM n. 200 (setacciatura e sedimentazione) (ASTM C136, C117, EN 933-1)	3	1	1	1	1	3	1	1	12
Limite liquido, limite plastico	3	1	1	1	1	3	1	1	12

Prova	Sito 2					Sito 3			Tot
	S1	T1	T2	T3	T4	S1	T1	T2	
(ASTM D4318)									
Analisi petrografica (ASTM C295)	1	1		1		1		1	5
Peso specifico and assorbimento d'acqua (ASTM C127/C128, EN 1097-6)	3	1	1	1	1	3	1	1	12
"Elongation index" and "Flakiness index" (BS 812 Part:1, ASTM D4791)	1	1		1		1		1	5
Prova Los Angeles (ASTM C535/C131, EN 1097-2)	1	1		1		1		1	5
Resistenza al solfato di sodio (ASTM C88)	1	1		1		1		1	5
Contenuto di cloruri e solfati solubili, contenuto di materia organica (EN 1744-1)	3	1	1	1	1	3	1	1	12

Tabella 10: tipologia e numero minimo di prove di laboratorio da eseguire sui campioni prelevati dai siti 2 e 3

Il numero e la profondità esatta di prelievo dei campioni per le prove di laboratorio dovranno essere stabiliti dopo l'analisi del materiale prelevato dai sondaggi e dalle trincee.

Ulteriori indagini saranno eseguite per la caratterizzazione chimico-fisica del sedimento presente nei siti di prelievo del tout-venant. Le analisi da effettuare saranno le seguenti:

- analisi sul campione tal quale;
- analisi sull'eluato;
- analisi ecotossicologiche con diversi organismi.

Le analisi dovranno confermare il rispetto dei limiti previsti dalla tab. 1 colonna A dell'allegato 5, Titolo V, parte IV del D.Lgs. 03 aprile 2006, n.152. Verrà inoltre condotta la valutazione della potenziale pericolosità in base al Regolamento 1272/2008.

5 Attività previste

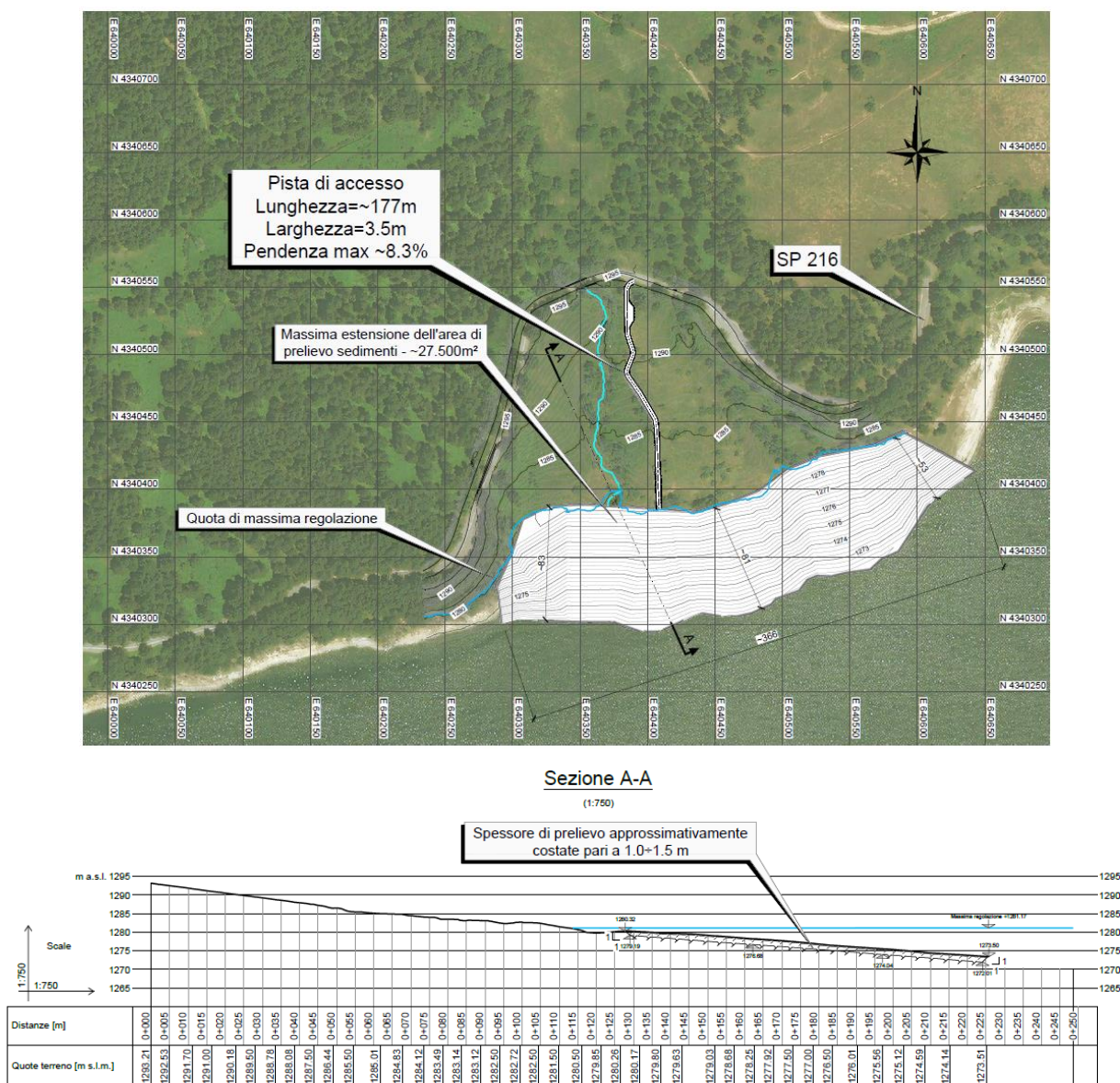
5.1 Modalità di prelievo del tout-venant

Per la costruzione del nuovo rilevato in materiale sciolto si prevede l'utilizzo di sedimento fluviale già presente nel bacino nella fascia di regolazione dell'invaso, per l'approvvigionamento parziale o totale del tout-venant (materiale volumetricamente più rilevante). Gli altri materiali (dreno, filtri, rockfill) saranno reperiti da siti di produzione già esistenti.

Massimo volume lordo previsto [m ³]	34'500
Massimo scotico (volume di scarto) previsto [m ³]	8'500
Massimo volume netto previsto [m³]	26'000

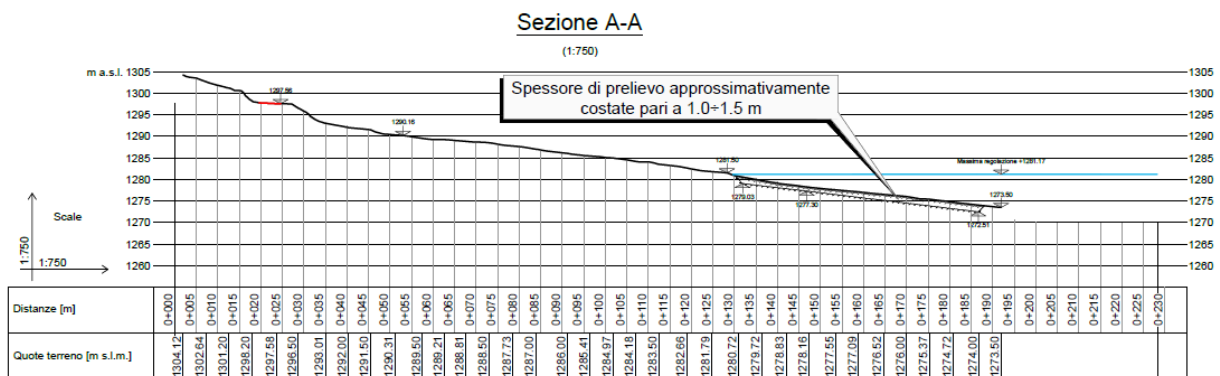
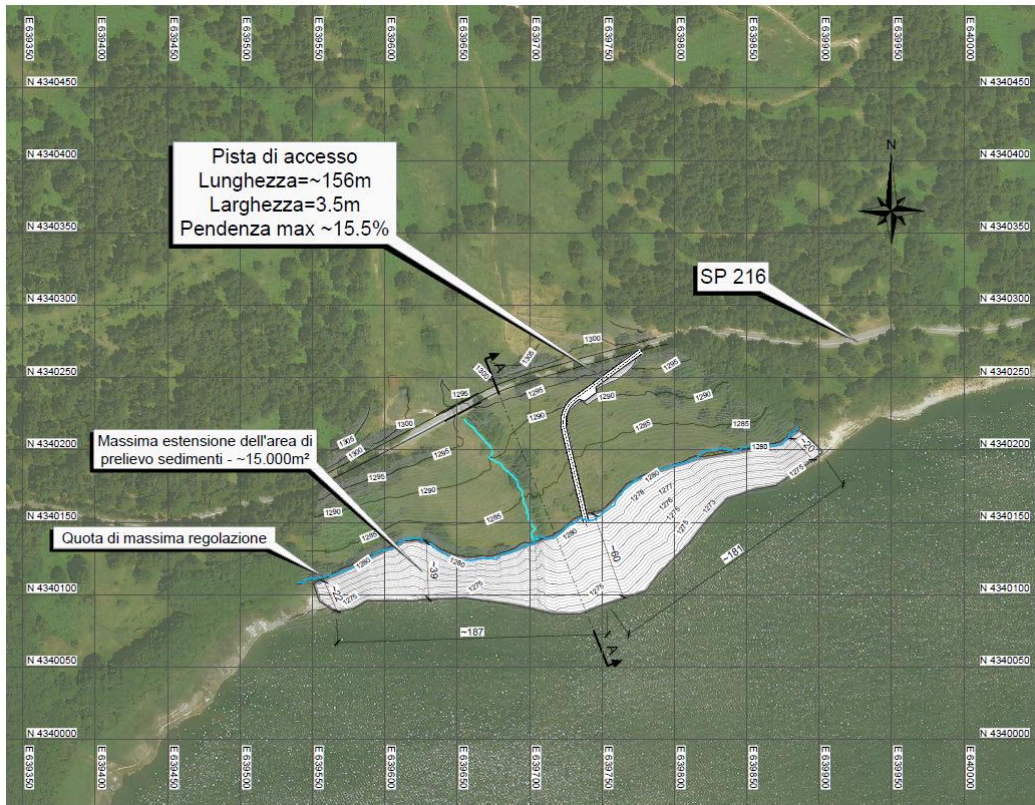
I volumi stimati sono stati calcolati considerando l'intera superficie di prelievo, pari a circa 27'500 m².
 Il massimo volume utile potenzialmente disponibile dai due siti (38'700 m³) copre ampiamente la necessità (circa 23'000 m³), pertanto in fase di Progetto Esecutivo si ottimizzeranno opportunamente le aree di prelievo.

Figura 32 e la Figura 33 illustrano la planimetria e le sezioni con indicate le massime aree e i massimi volumi potenzialmente interessati dalle attività di prelievo che consentirebbero di sopperire ampiamente alle necessità; per tale ragione a valle delle indagini di cui sopra saranno ottimizzate le aree di prelievo per minimizzare gli effetti sul territorio. Non è infatti da escludere la possibilità di reperire il materiale unicamente da uno dei due siti proposti.



Massimo volume lordo previsto [m ³]	34'500
Massimo scotico (volume di scarto) previsto [m ³]	8'500
Massimo volume netto previsto [m ³]	26'000
<small>I volumi stimati sono stati calcolati considerando l'intera superficie di prelievo, pari a circa 27'500 m². Il massimo volume utile potenzialmente disponibile dai due siti (38'700 m³) copre ampiamente la necessità (circa 23'000 m³), pertanto in fase di Progetto Esecutivo si ottimizzeranno opportunamente le aree di prelievo.</small>	

Figura 32: sito di prelievo Tout-Venant (CV), sito 2 (estratto dall'elaborato 10320-C-OR-DTR-C-DS-267-0 – Cantierizzazione, Siti di prelievo del Tout-Venant - Sito 2)



Massimo volume lordo previsto [m ³]	17'200
Massimo scotico (volume di scarto) previsto [m ³]	4'500
Massimo volume netto previsto [m ³]	12'700
<small>I volumi stimati sono stati calcolati considerando l'intera superficie di prelievo, pari a circa 15'000 m². Il massimo volume utile potenzialmente disponibile dai due siti (38'700 m³) copre ampiamente la necessità (circa 23'000 m³), pertanto in fase di Progetto Esecutivo si ottimizzeranno opportunamente le aree di prelievo.</small>	

Figura 33: sito di prelievo Tout-Venant (CV), sito 2 (estratto dall'elaborato 10320-C-OR-DTR-C-DS-268-0 – Cantierizzazione, Siti di prelievo del Tout-Venant - Sito 3)

Come descritto di seguito nel capitolo dedicato alle fasi costruttive, si prevede di trasportare il materiale prelevato direttamente in sito diga per lo stendimento. Nelle aree selezionate potranno essere predisposti dei limitati e temporanei cumuli di materiale prelevato, sempre comunque a quote inferiori alla massima regolazione, solo per consentire di ottimizzare la gestione del carico degli automezzi adibiti al trasporto a valle diga. L'accessibilità alle zone di prelievo spondale sarà garantita da piste di accesso temporaneo che si collegano alla viabilità esistente (SP216).

L'accessibilità all'area di prelievo sarà garantita da piste di accesso temporaneo che si collegano alla viabilità esistente (SP216). Al termine dei lavori si procederà con il completo ripristino dei luoghi attraverso la posa del terreno di scotico, precedentemente rimosso dal tracciato delle piste e accantonato, e la semina di essenze erbacee autoctone.

6 Piano di monitoraggio delle attività di svaso

Nei Piani Operativi di gestione dei sedimenti nei bacini artificiali che prevedono il rilascio dei sedimenti a valle della diga, con possibile alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque (in particolare con incremento dei Solidi Sospesi Totali e riduzione dell'ossigeno disciolto), viene prevista una specifica attività di monitoraggio distinta per fasi (ante, corso e post operam) sia verso i citati parametri delle acque sia relativamente alle principali comunità biologiche animali e vegetali presenti nei copri idrici recettori.

In questo caso la movimentazione del sedimento avviene "via terra" senza coinvolgimento diretto di ambienti acquatici lacustri (si opera con il livello idrico a quote inferiori) o fluviali (il sedimento verrà posizionato con il fine di realizzare il manufatto in progetto). Pertanto, l'assenza di coinvolgimento diretto di ambienti acquatici naturali con possibile alterazione delle acque, comporta la non proposizione di limiti specifici in tal senso.

Peraltro occorre ricordare che l'intero intervento è accompagnato da attività di monitoraggio delle diverse fasi realizzative descritti nel PMA a cui si rimanda per i dettagli.

7 Mitigazioni e compensazioni

Le operazioni saranno condotte in modo tale da garantire una riprofilatura finale delle sponde che ne assicuri la stabilità e consenta il conseguimento di una morfologia coerente con il contesto circostante e lo stato ante operam. Inoltre, è previsto il ripristino delle piste di accesso ai siti attraverso la posa del terreno di scotico, precedentemente rimosso dal tracciato e accantonato, e la semina di piante erbacee autoctone.

8 Adempimenti e avvisi/comunicazioni

Secondo quanto prescritto dal DM 205/2022, all'atto di eseguire una delle attività descritte nel progetto di gestione che prevedono la predisposizione di un Piano Operativo tenendo conto del necessario preavviso di sei mesi di cui art. 4 comma 5 del DM 205/2022, il gestore dell'impianto ne darà comunicazione:

- all'Amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, ai sensi del D.Lgs. 112/98;
- al Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica;
- al Dipartimento nazionale della Protezione Civile;
- all'Autorità di Bacino;
- alla Regione e agli Enti Locali interessati;

fornendo il presente piano delle attività previste.

Il gestore provvederà, inoltre, a informare la popolazione e tutti i soggetti interessati della prevista esecuzione delle manovre e delle eventuali cautele da adottare, con avvisi affissi agli albi pretori dei comuni interessati nonché pubblicati per estratto su un quotidiano a diffusione locale.

I comuni interessati sono San Giovanni in Fiore e Cotronei.

Al termine delle attività verrà redatto il rapporto finale riepilogativo delle operazioni svolte e dei risultati ottenuti.