



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: <b>10320</b>	<b>Intervento di miglioramento sismico della diga di Trepidò</b>
Documento:	<b>10320-C-OR-DTR-C-RT-218-1</b>
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  
RELAZIONE DI CANTIERIZZAZIONE**

CONSULENTE:



**Il progettista:**  
*Dott. Ing. Marco Braghini*

CONCESSIONARIO:



Visto  
**L'ingegnere Responsabile:**  
*Dott. Ing. Paolo Valgoi*

Visto  
**Il Legale Rappresentante:**  
*Roberto Scottoni*

TIPO DOCUMENTO:

**RELAZIONE TECNICA**

			LOMBARDI			A2A		
2								
1	27/10/2023	Prima emissione	C. Rossini	C. Crémer	M. Braghini	-	P. Valgoi	R. Castellano
0	31/07/2023	Emissione per commenti	C. Rossini	C. Crémer	M. Braghini	-	P. Valgoi	R. Castellano
REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

# IMPIANTI IDROELETTRICI DELLA SILA DIGA DI TREPIDÒ

## PROGETTO DEFINITIVO INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO



### RELAZIONE DI CANTIERIZZAZIONE

1	27.10.2023	Ros	Cr
0	31.07.2023	Ros	Cr
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

**Lombardi SA** Ingegneri Consulenti  
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco  
Telefono +41(0)91 735 31 00  
www.lombardi.group, info@lombardi.group

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Struttura della relazione	2
1.2	Elaborati grafici di riferimento per la presente relazione	2
2.	INTERVENTI PREVISTI	3
3.	ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE	6
3.1	Generalità	6
3.2	Campo base (CB)	7
3.3	Cantiere operativo della diga (COD)	7
3.3.1	Generalità	7
3.3.2	Cantiere operativo in cresta diga (CODa)	8
3.3.3	Cantiere operativo al piede di valle della diga (CODb)	10
3.3.4	Cantiere operativo a valle della diga (CODc)	11
3.3.5	Cantiere operativo sul paramento di monte (CODd)	12
3.3.6	Cantiere operativo dello scarico di fondo (CODe)	12
3.3.7	Cantiere operativo dello scarico di alleggerimento (CODf)	13
3.4	Cantiere operativo della strada di accesso (COS)	14
3.5	Sito di prelievo Tout-Venant (CV);	14
3.6	Sito di stoccaggio temporaneo dei materiali (ST).	16
3.7	Restituzione delle aree di cantiere	18
4.	GESTIONE DELLE MATERIE	19
4.1	Generalità	19
4.2	Fabbisogno dei materiali per la realizzazione delle opere	19
4.3	Volumetrie e movimentazione delle materie di scavo	19
4.4	Fabbisogno di materiali da approvvigionare da cava	20
4.5	Bilancio delle materie	21
4.5.1	Volumetrie, gestione e smaltimento delle materie in esubero	22
5.	FASI DI LAVORO	25
5.1	Generalità	25

---

5.2	Macrofase 1	26
5.3	Macrofase 2	28
5.4	Macrofase 3	28
5.5	Macrofase 4	29
5.6	Macrofase 5	30
5.7	Macrofase 6	32
6.	CONCLUSIONI	34

## 1. INTRODUZIONE

La diga di Trepidò (n. di archivio 85 – RID 39) si trova sul confine tra i comuni di San Giovanni in Fiore (CS) e Cotronei (KR), ed è uno sbarramento a gravità in muratura di pietrame con fondazioni in calcestruzzo, di altezza massima di circa 32.50 m, formato da un corpo principale ad asse leggermente arcuato, collegato ad uno sbarramento secondario in calcestruzzo mediante un pilone di forma poligonale presente in sponda sinistra. 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 proprietaria 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 (DM 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.

Nel presente documento, che è parte integrante del Progetto definitivo degli interventi di miglioramento sismico della diga di Trepidò, si descrivono i principali aspetti cantieristici funzionali alla realizzazione degli interventi previsti in progetto.

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.

Si precisa che l'utilizzo della casa di guardia sarà sempre garantito durante i lavori, non essendo interessata da interventi oltre a non essere compresa all'interno delle aree di cantiere.

### 1.1 Struttura della relazione

La relazione è articolata nei seguenti capitoli:

- **Capitolo 2 – Interventi previsti**  
Elenca brevemente gli interventi di miglioramento previsti in progetto.
- **Capitolo 3 – Organizzazione del cantiere**  
Descrive le aree logistiche di cantiere e i principali impianti funzionali alla realizzazione degli interventi di miglioramento previsti in progetto.
- **Capitolo 4 – Gestione delle materie**  
Descrive la gestione delle materie all'interno degli interventi previsti in progetto.
- **Capitolo 5 – Fasi di lavoro**  
Descrive sinteticamente il cronoprogramma dei lavori.
- **Capitolo 6 – Conclusioni**  
Contiene una sintesi e le conclusioni.

### 1.2 Elaborati grafici di riferimento per la presente relazione

Si riporta di seguito l'elenco dei principali elaborati grafici che costituiscono utile riferimento alla presente relazione.

- 10320-C-OR-DTR-C-RT-261, Cantierizzazione – Localizzazione delle aree di cantiere;
- 10320-C-OR-DTR-C-RT-262, Cantierizzazione – Cantieri operativi della diga e della strada di accesso, planimetria;
- 10320-C-OR-DTR-C-RT-263, Cantierizzazione – Siti di prelievo del Tout – Venant, Sito 2;
- 10320-C-OR-DTR-C-RT-264, Cantierizzazione – Siti di prelievo del Tout – Venant, Sito 3;
- 10320-C-OR-DTR-C-RT-265, Cantierizzazione – Campo base e sito di stoccaggio temporaneo dei materiali;
- 10320-C-OR-DTR-C-RT-266, Cantierizzazione – Fasi di realizzazione 1 di 2;
- 10320-C-OR-DTR-C-RT-266, Cantierizzazione – Fasi di realizzazione 2 di 2.

## 2. INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi di miglioramento sismico proposti per l'opera di sbarramento sono descritti in dettaglio nella relazione generale e brevemente elencati di seguito:

- Consolidamento tramite iniezioni cementizie del corpo diga, del contatto diga-fondazione e dei primi metri della fondazione dello sbarramento principale;
- Consolidamento tramite iniezioni cementizie della parte sommitale dello sbarramento secondario;
- Consolidamento/cucitura della parte sommitale degli sbarramenti principale e secondario tramite installazione di barre passive;
- Ripristino del manto superficiale del paramento di monte degli sbarramenti principale e secondario;
- Realizzazione di nuovo sistema di drenaggio del corpo diga e della fondazione dello sbarramento principale;
- Messa fuori servizio dell'attuale sistema di drenaggio;
- Realizzazione di un rilevato in materiale sciolto a ridosso del paramento di valle;
- Realizzazione di un nuovo cunicolo di ispezione/drenaggio al piede della diga esistente;
- Realizzazione di un cunicolo con andamento monte-valle con la duplice funzionalità di accesso e di prolungamento dello scarico di fondo e relative opere di dissipazione/protezione allo sbocco;
- Realizzazione di una nuova camera paratoie dello scarico di fondo;
- Realizzazione di una nuova cabina di controllo dei nuovi organi di controllo dello scarico di fondo;
- Manutenzione e pulizia dei cunicoli di drenaggio esistenti ( drenaggio del taglione dello sbarramento secondario e drenaggio in spalla sinistra).
- Realizzazione di una strada di accesso a valle del rilevato in materiali sciolti e alla berma superiore del rilevato stesso;
- Adeguamento e integrazione degli organi idromeccanici dello scarico di fondo;
- Adeguamento e integrazione degli organi idromeccanici dello scarico alleggerimento;
- Integrazione del sistema di monitoraggio della diga.



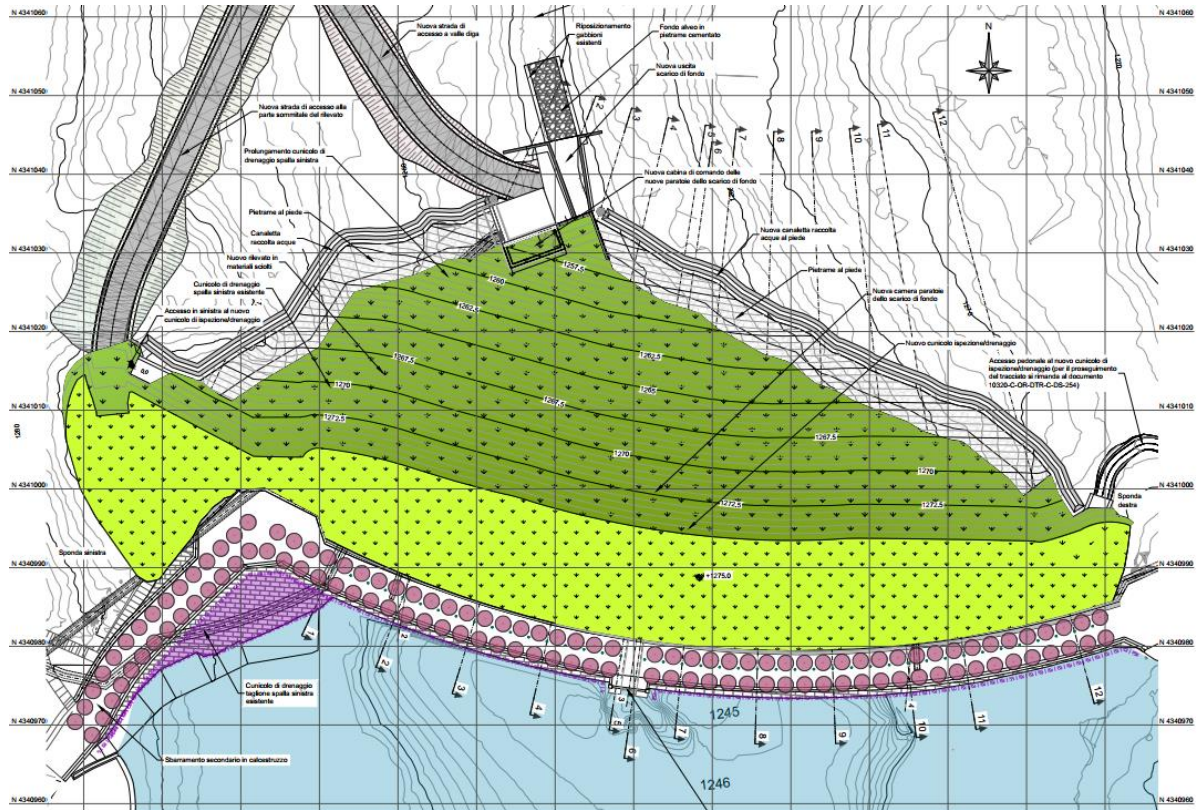


Figura 1 – Planimetria con indicazione degli interventi di miglioramento

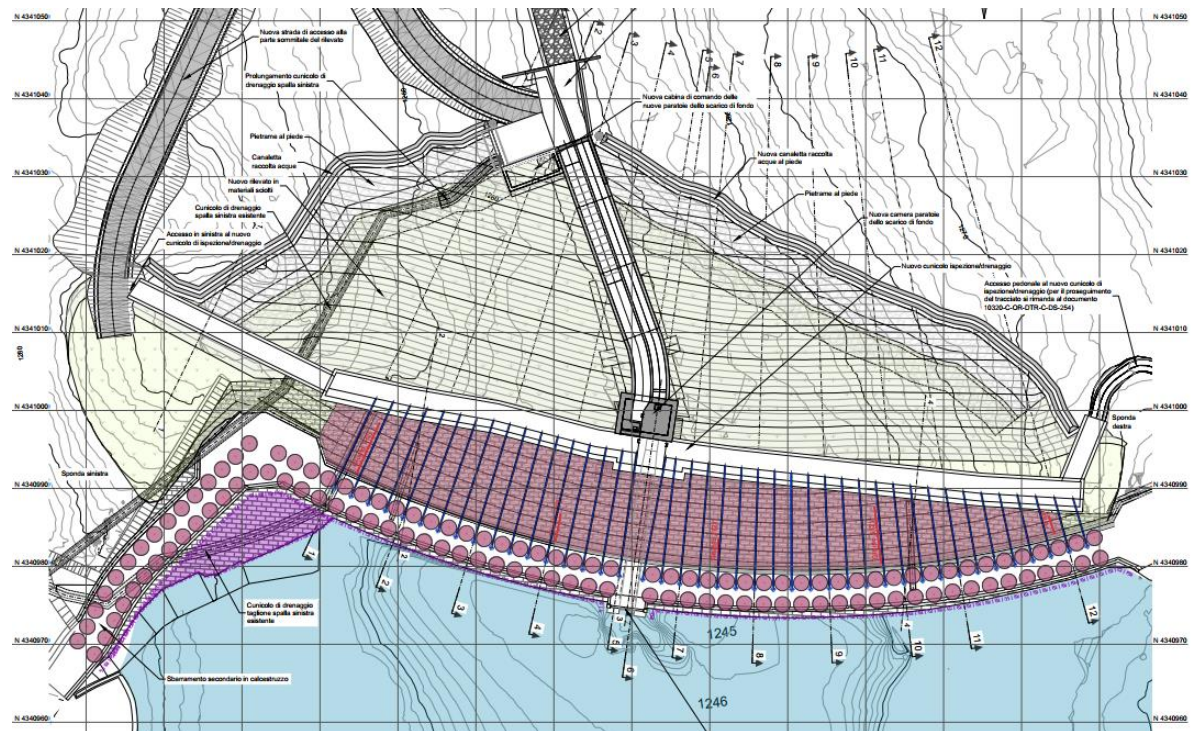


Figura 2 – Sezione orizzontale con indicazione degli interventi di miglioramento

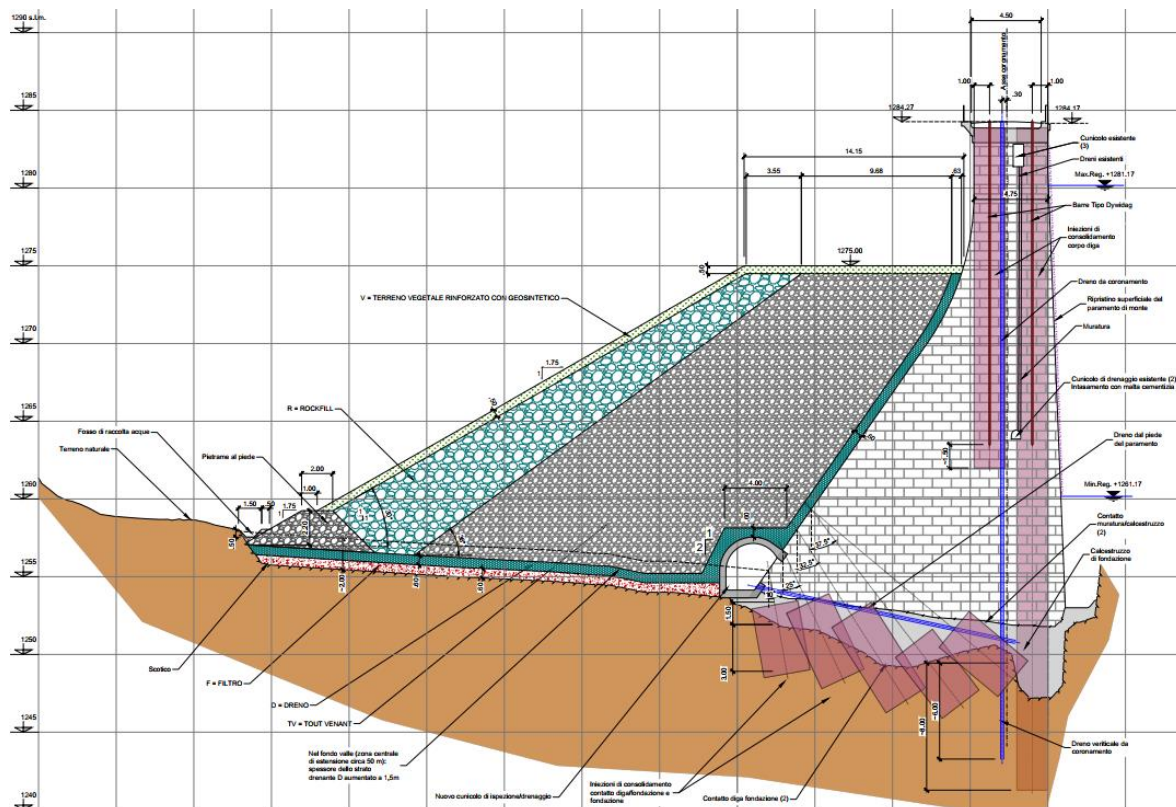


Figura 3 – Sezione tipologica dello sbarramento principale con indicazione degli interventi di miglioramento

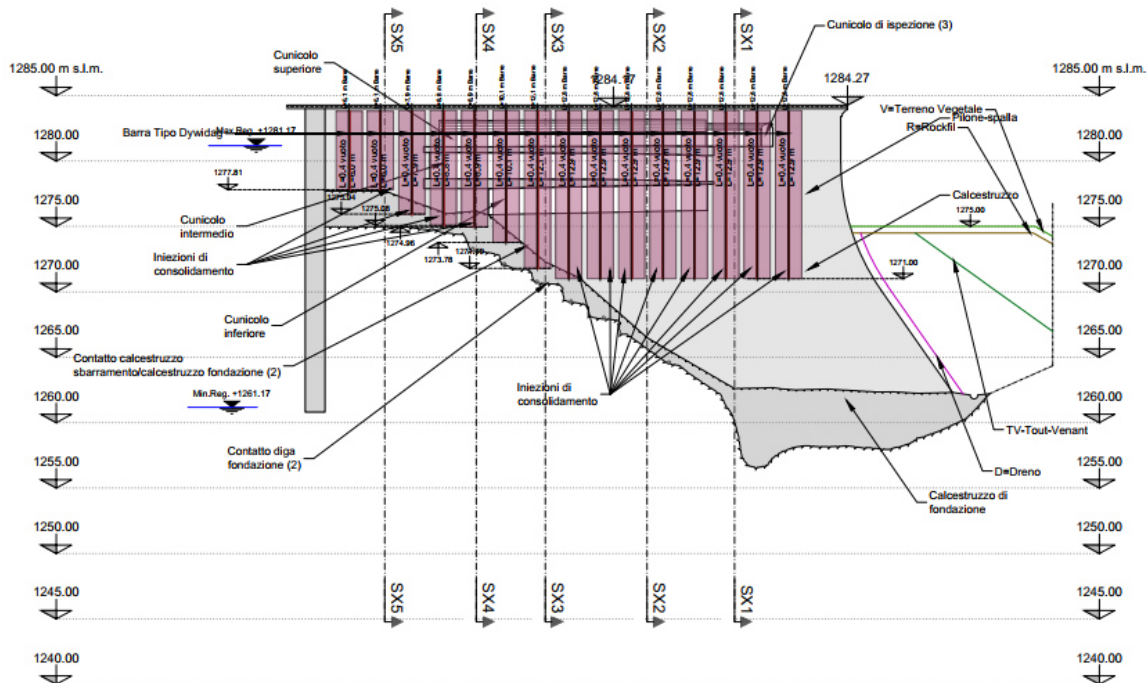


Figura 4 – Sezione longitudinale dello sbarramento secondario, interventi di miglioramento

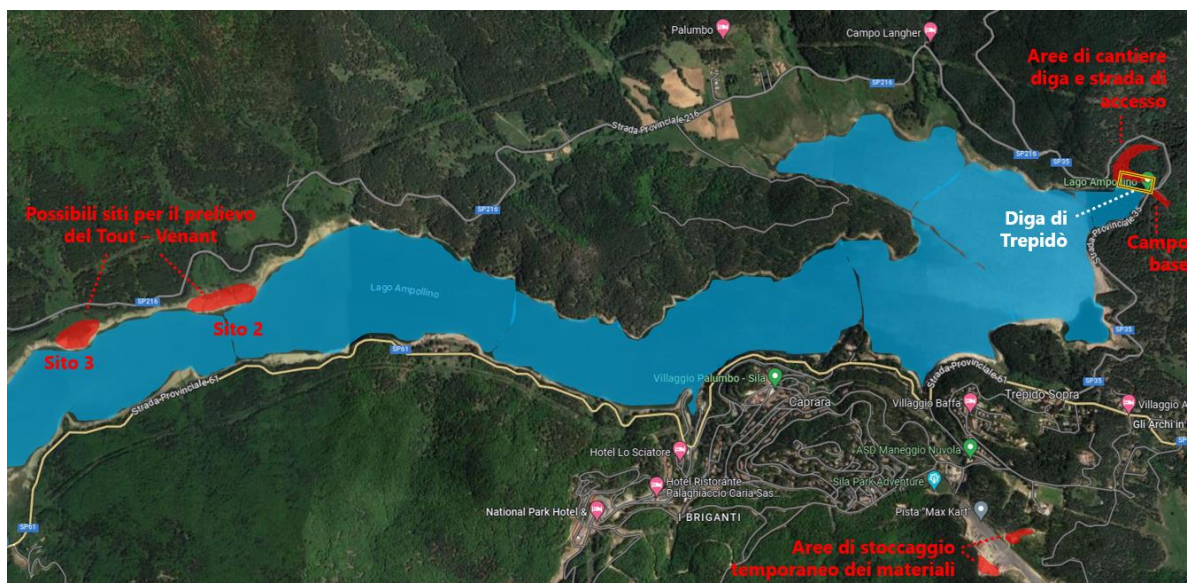
## 3. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

### 3.1 Generalità

Questa sezione descrive le aree logistiche di cantiere e i principali impianti funzionali alla realizzazione degli interventi di miglioramento previsti in progetto.

Come illustrato nella **Figura 5**, sono previste le seguenti n. 5 aree principali adibite a cantiere:

1. Campo base (CB);
2. Cantiere operativo della diga (COD)
3. Cantiere operativo strada di accesso (COS);
4. Sito di prelievo Tout-Venant (CV);
5. Sito di stoccaggio temporaneo dei materiali (ST).



**Figura 5** – Localizzazione di massima delle principali aree interessate dai lavori.

Le aree logistiche sopra elencate sono state individuate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere A2A o rese disponibili alla stessa;
- vicinanza con lo sbarramento per minimizzare i disagi dovuti al passaggio di mezzi operativi di cantiere;
- collegamento con la viabilità esistente;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- dimensione areale strettamente necessaria;
- interferenze con la regolare gestione ed esercizio dello sbarramento, legate al mantenimento dell'operatività degli impianti della diga;

- disponibilità idrica ed energetica;
- morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi e conseguenti sbancamenti o riporti di elevata entità);
- limitare l'occupazione di aree di interesse paesaggistico ed ambientale.

### 3.2 Campo base (CB)

Il Campo Base (CB) verrà allestito in sponda destra nelle vicinanze della casa di guardia in un'area già a disposizione di A2A, accessibile dalla strada provinciale SP35.

Lo schema planimetrico del campo base è illustrato nella Figura 6. Tale area ha un'estensione approssimativa di 400 mq e all'interno è prevista l'installazione delle seguenti principali strutture:

- Uffici per la direzione di cantiere (adattamento edificio esistente)
- Uffici per la Direzione Lavori (adattamento edificio esistente);
- Servizi igienici/Spogliatoi/Presidi pronto soccorso (nuovo container);
- Magazzino/rimessa (adattamento edificio esistente);
- Parcheggi.

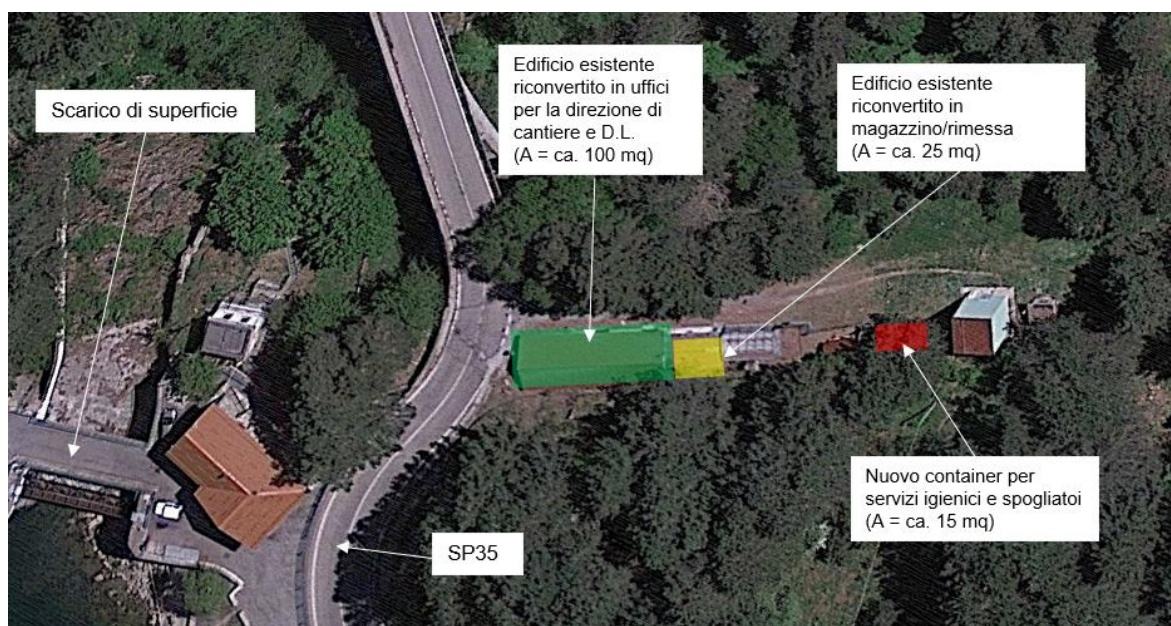


Figura 6 – Immagine satellitare del campo base

### 3.3 Cantiere operativo della diga (COD)

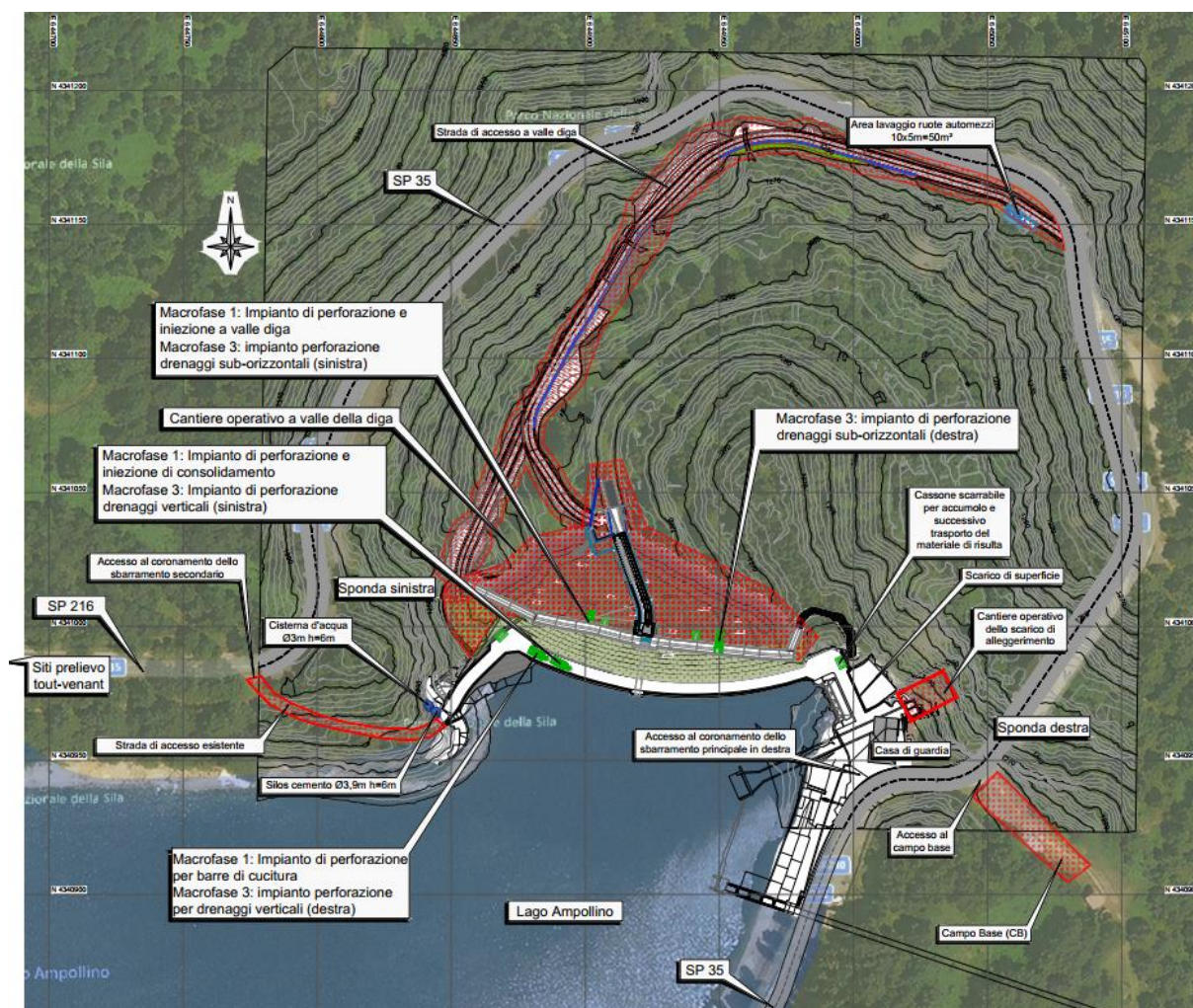
#### 3.3.1 Generalità

Il cantiere operativo della diga (COD) comprende approssimativamente lo sbarramento esistente e l'area a valle dello stesso dove saranno realizzati il rilevato e le nuove opere in calcestruzzo.

Questa area comprende al suo interno le seguenti n. 6 aree operative principali per la realizzazione dei diversi interventi previsti in progetto:

- CODa: Cantiere operativo in cresta diga;
- CODb: Cantiere operativo al piede di valle della diga;
- CODc: Cantiere operativo a valle dello sbarramento.
- CODd: Cantiere operativo sul paramento di monte
- CODe: Cantiere operativo dello scarico di fondo.
- CODf: Cantiere operativo dello scarico di alleggerimento.

La planimetria del cantiere operativo della diga con indicazione delle principali aree operative e degli impianti è illustrata nella Figura 7.



**Figura 7** – Cantiere operativo della diga (COD), planimetria con indicazione delle principali aree operative e degli impianti.

### 3.3.2 Cantiere operativo in cresta diga (CODa)

L'area operativa occuperà l'intera estensione del coronamento degli sbarramenti principale e secondario. Le principali lavorazioni previste dal coronamento comprendono:

- iniezioni di intasamento delle canne di drenaggio esistenti;
- esecuzione delle iniezioni di consolidamento;

- installazione delle barre di cucitura;
- realizzazione delle nuove canne di drenaggio verticali.

Nel dettaglio le principali lavorazioni previste consistono in:

- iniezioni di intasamento delle canne di drenaggio esistenti  
Esecuzioni di iniezioni di intasamento delle canne di drenaggio sub-verticali esistenti tramite miscela acqua-cemento ed eventuali additivi. Tali iniezioni saranno eseguite dal cunicolo longitudinale superiore a seguito dell'intasamento dei cunicoli di drenaggio (cunicolo longitudinale inferiore e cunicoli trasversali) tramite miscela acqua-cemento-aggregati ed eventuali additivi effettuato sia dal medesimo cunicolo longitudinale sia dal paramento di valle in corrispondenza dell'uscita dei cunicoli trasversali monte-valle. Prima di eseguire l'intasamento dei cunicoli di drenaggio è da verificare/indagare ove termina da ambo le parti il cunicolo longitudinale inferiore e che lo stesso non sia collegato (tramite pozzo) alla galleria di drenaggio del taglione o alla galleria di drenaggio della spalla sinistra al fine di procedere, nel caso, ad eventuali propedeutiche tamponature per confinare le iniezioni.
  - esecuzione delle iniezioni di consolidamento:
    - attività di perforazione a distruzione o carotaggio (diametro min. 120 mm);
    - lavaggio delle perforazioni;
    - esecuzione delle iniezioni con miscela acqua-cemento ed eventuali additivi
    - esecuzione di perforazioni e prove d'acqua (tipo Lugeon) per controllo e verifica dell'efficacia dell'intervento.
- Considerando la vicinanza al paramento di monte delle file di iniezioni eseguite dal coronamento degli sbarramenti principale e secondario, si evidenzia il potenziale rischio di fuoriuscite di miscela cementizia dal paramento di monte durante l'esecuzione delle lavorazioni che potrebbero riversarsi all'interno dell'invaso. Per tale motivo durante l'esecuzione delle iniezioni dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti necessari a prevenire sversamenti accidentali nell'invaso.
- installazione delle barre di cucitura:
    - riperforazione a distruzione dei fori già eseguiti per l'esecuzione delle iniezioni di consolidamento (diametro di qualche centimetro superiore a quello delle perforazioni effettuate per le iniezioni in modo da eliminare completamente qualsiasi residuo di miscela cementizia);
    - lavaggio delle perforazioni;
    - installazione delle barre di ancoraggio;
    - riempimento dell'intercapedine tra perforazione e barre con miscela cementizia.
  - realizzazione delle nuove canne di drenaggio verticali:
    - attività di perforazione a carotaggio continuo (diametro finale 200 mm)
    - lavaggio delle perforazioni;

- esecuzione di misure e controllo topografici
- eventuali attività di alesaggio delle perforazioni.

Le canne di drenaggio verticali saranno eseguite in parallelo con l'esecuzione dei drenaggi sub-orizzontali eseguiti dal paramento di valle.

Le principali installazioni e i principali impianti funzionali alle lavorazioni sopra descritte comprendono:

- Cisterna d'acqua (capacità 25'000 litri, dimensione indicativa D3,0xH6,0 m): ubicata nelle vicinanze della spalla dello sbarramento secondario in calcestruzzo, in corrispondenza del taglione. L'acqua sarà approvvigionata tramite sistema di pompaggio dal lago Ampollino;
- Silos per lo stoccaggio del cemento per le iniezioni (capacità 25'000 mc, dimensione indicativa D3,9xH6,0 m): ubicato in adiacenza della cisterna d'acqua di cui sopra;
- n. 2 impianti di perforazione comprensivi, oltre che dalle sonde, di un sistema di vasche (primaria e secondaria) per la circolazione dell'acqua di perforazione e la sedimentazione del cutting. Il cutting verrà caricato e smaltito in discarica mentre la parte fluida dovrà essere trattata in modo da renderla idonea allo scarico in alveo a valle diga. Nella macrofase 1 (vedere capitolo 5) gli impianti serviranno le lavorazioni di iniezione e installazione delle barre di cucitura. Nella macrofase 3 gli impianti serviranno per la perforazione dei nuovi drenaggi verticali (lavorazione divisa in due settori: semi-coronamento sinistro e semi-coronamento destro);
- n. 1 impianto di iniezione composto da un miscelatore, un agitatore, una pompa di iniezione, un plc di registrazione delle velocità di iniezioni e delle pressioni;
- cassoni scarrabili per l'accumulo temporaneo del materiale in esubero derivante dalle perforazioni e dalle iniezioni (cutting/fanghi di perforazione, miscela cementizia in esubero, ecc.).

L'accesso al cantiere operativo in cresta diga è garantito dalla viabilità già esistente collegata alla strada provinciale SP35.

### *3.3.3 Cantiere operativo al piede di valle della diga (CODb)*

Le principali lavorazioni previste al piede di valle della diga comprendono:

- riempimento dei cunicoli di drenaggio esistenti nel corpo diga;
- esecuzione delle iniezioni di consolidamento;
- realizzazione delle nuove canne di drenaggio sub-orizzontali;
- esecuzione delle perforazioni necessarie all'installazione dei nuovi strumenti di monitoraggio localizzati all'interno del cunicolo di ispezione e drenaggio.
- realizzazione del nuovo cunicolo di ispezione/drenaggio.

Per le iniezioni di consolidamento si prevede un'area operativa che si sviluppa per l'intera estensione del piede di valle della diga per una larghezza indicativa di 10-20 m. In quest'area saranno realizzate delle piazzole e delle rampe temporanee per l'esecuzione delle lavorazioni alle diverse quote previste in progetto.

Le perforazioni delle canne di drenaggio sub-orizzontali si svilupperanno sostanzialmente nella stessa fascia operativa prevista per le iniezioni. Le attività di perforazione saranno precedute dall'esecuzione degli scavi per il raggiungimento delle quote di progetto e per la realizzazione delle piazzole temporanee di posizionamento delle sonde. Per l'esecuzione dei drenaggi previsti in prossimità della camera di manovra esistente dello scarico di fondo si dovrà valutare in fase più avanzata della progettazione e nella fase esecutiva la necessità o meno di demolire parzialmente o totalmente la camera stessa.

Durante le attività di perforazione è previsto n. 1 impianto di perforazione e iniezione che lavorerà in parallelo alle lavorazioni di iniezione sul coronamento.

Come scritto in precedenza le perforazioni delle canne di drenaggio verticali e orizzontali saranno eseguite nella stessa fase operativa. Per tale motivo saranno presenti due coppie di impianti di perforazione (n. 2 nel settore destro e n. 2 nel settore sinistro) rispettivamente posizionati sul coronamento e al piede di valle della diga.

Al termine della perforazione delle canne di drenaggio saranno eseguite le lavorazioni per la realizzazione del nuovo cunicolo di ispezione/drenaggio (scavi, demolizioni, preparazione dei piani di fondazione, posa delle armature e casseri e getto del calcestruzzo, in alternativa posa di conci prefabbricati, ecc.). Per la realizzazione delle opere in calcestruzzo non sono previsti particolari impianti. Il calcestruzzo sarà approvvigionato già confezionato tramite autobetoniera (circa 1'600 mc).

L'accesso al cantiere operativo al piede di valle della diga esistente sarà garantito dalla realizzazione della nuova strada che si diparte dalla strada provinciale SP35.

Nella fase iniziale, per l'esecuzione delle lavorazioni di preparazione delle aree (rimozione della vegetazione, disboscamento, esecuzioni delle iniezioni di valle, perforazione delle canne di drenaggio, ecc.), l'accesso pedonale è garantito dalla presenza della scalinata esistente che costeggia il paramento di valle della diga in spalla sinistra. I macchinari e i mezzi potranno invece essere calati dal coronamento della diga in corrispondenza del pilone-spalla in sponda sinistra.

#### *3.3.4 Cantiere operativo a valle della diga (CODc)*

Il cantiere operativo occuperà approssimativamente l'area di impronta del rilevato e dalle opere allo sbocco dello scarico di fondo. Una fascia operativa aggiuntiva oltre l'impronta delle opere sarà necessaria per garantire la movimentazione dei materiali e l'accesso tramite rampe alle varie quote di posa del rilevato.

Le principali lavorazioni previste in quest'area sono sintetizzate di seguito:



- rimozione e demolizione delle opere esistenti lungo il canale di restituzione dello scarico di fondo (gabbioni, rivestimento del canale esistente, ecc.);
- disboscamento, esecuzione dello scotico e degli scavi per il raggiungimento del piano di posa per la realizzazione delle opere in calcestruzzo e l'installazione delle tubazioni di drenaggio;
- preparazione del piano di posa delle opere in calcestruzzo;
- realizzazione delle opere in calcestruzzo (camera paratoie, cunicolo di accesso/scarico di fondo, cabina di comando dello scarico di fondo);
- posa dei materiali costituenti il rilevato;
- realizzazione del sistema che consente lo smaltimento delle perdite a valle del rilevato.

Per la realizzazione delle lavorazioni sopra elencate non è prevista l'installazione di particolari impianti. L'accesso al cantiere operativo a valle della diga sarà garantito dalla realizzazione della nuova strada di collegamento con la strada provinciale SP35.

### *3.3.5 Cantiere operativo sul paramento di monte (CODd)*

Il cantiere operativo occuperà il paramento di monte dalla cresta diga fino alla quota di minima regolazione. Le principali lavorazioni previste comprendono:

- demolizione controllata selettiva dello strato di intonaco deteriorato e rimozione delle parti incoerenti;
- ripristino del manto superficiale del paramento di monte con malta strutturale;

Per l'esecuzione delle lavorazioni sarà necessario predisporre sul coronamento dei ponteggi sospesi su fune. Inoltre, sarà necessario prevedere un sistema di raccolta dei detriti derivanti dalla demolizione controllata al fine di evitare che finiscano nell'invaso.

### *3.3.6 Cantiere operativo dello scarico di fondo (CODE)*

L'adeguamento degli organi idro-meccanici dello scarico di fondo comprenderà delle lavorazioni che saranno eseguite direttamente all'interno del condotto che comprenderanno in particolare:

- installazione di una nuova paratoia di monte
- rimozione della tubazione di by-pass esistente;
- lavori di ripristino della verniciatura delle virole;
- rimozione della valvola a farfalla esistente;
- Installazione delle nuove paratoie.

La presa da bacino del by-pass esistente dovrà essere chiusa mediante adeguato tampone; per l'installazione di detto tampone si prevede l'impiego di un sommozzatore. Una volta tamponata la presa del by-pass, la tubazione andrà tagliata e rimossa dal condotto dello scarico di fondo.

Occorrerà poi chiudere mediante tampone anche l'esistente apertura di immissione del tubo di by-pass nella condotta di scarico.

Le operazioni andranno effettuate con quota del lago alla minima regolazione.

### 3.3.7 Cantiere operativo dello scarico di alleggerimento (CODf)

L'adeguamento degli organi idro-meccanici dello scarico di alleggerimento comprenderà delle lavorazioni che saranno eseguite all'interno della condotta e della camera di manovra di valle, in particolare:

1. Smontaggio della valvola a farfalla attuale; demolizione dei relativi basamenti in calcestruzzo senza rimozione dei tirafondi esistenti;
2. Predisposizione degli ammarraggi delle nuove paratoie;
3. Installazione del tronchetto di collegamento tra tubazione esistente e nuove forniture, lato monte;
4. Installazione della nuova paratoia;
5. Installazione del tronchetto di collegamento tra tubazione esistente e nuove forniture, lato valle;
6. Installazione del tronchetto con aeroforo, con sistema di aggiustamento;
7. Rimozione della flangia cieca dalla saracinesca esistente di by-pass; installazione valvola e tubazione di by-pass;
8. Installazione tubazione aeroforo;
9. Realizzazione del getto di inghisaggio in calcestruzzo armato.

Il trasporto dei pezzi fino alla cabina di manovra è un aspetto di notevole importanza, dal momento che non ci sono accessi carrabili disponibili. Una possibilità è rappresentata dall'utilizzo di un autogru sul ponte della statale SP35 del quale però, oltre a non essere nota la capacità portante in relazione al relativo stato di conservazione, sarebbe necessaria un'interruzione parziale del traffico. Una alternativa è quella di installare un piano inclinato lungo il versante che, a partire dal piazzale della casa di guardia, raggiungerebbe la copertura della cabina dello scarico, a lato della cabina (lato monte). Un'altra possibilità consiste nell'installare un blondin tra il piazzale della casa di guardia e la sponda opposta, passante in prossimità del lato di monte della cabina di scarico, per depositare i pezzi in questa area.

Per prelevare i pezzi trasportati (tramite carrello, blondin o gru) e movimentarli fino alla posizione di installazione, è comunque da prevedere un adeguato sistema di sollevamento. Si prevede perciò di installare sulla copertura della cabina, in corrispondenza dei muri verticali, un portico a sostegno di carroponte a singola trave, con scorrimento manuale su vie di corsa perpendicolari all'asse della tubazione di scarico. Sulla trave verrà installato un argano da 3 ton. Lo scorrimento della trave potrà essere manuale, l'argano potrà essere manuale oppure elettrico. In alternativa, può essere prevista una gru a bandiera, installata su un angolo della cabina. Il pezzo più pesante da trasportare sarà di

circa 2.5 ton. Peso e capacità dell'argano di sollevamento dovranno essere confermati dall'appaltatore. Gli aspetti di cui sopra dovranno essere approfonditi in fase di Progetto Esecutivo.

### **3.4 Cantiere operativo della strada di accesso (COS)**

Il cantiere operativo si svilupperà per l'intera estensione della strada di accesso (Figura 7). Le principali lavorazioni previste comprendono:

- rimozione della vegetazione;
- esecuzione di scavi in terre e rocce e stabilizzazione dei fronti di scavo;
- realizzazione di opere di sostegno in gabbioni e terre rinforzate;
- realizzazione di rilevati;
- sistemazione con opere di ingegneria naturalistica;
- realizzazione del manto stradale in misto granulare stabilizzato con relativo sistema di raccolta delle acque;
- realizzazione di attraversamenti idraulici con opere in calcestruzzo.

Per la realizzazione della strada non è prevista l'installazione di particolari impianti. Si prevede solamente la realizzazione di un'area di lavaggio delle ruote degli automezzi, di area approssimativa pari a 50 mq (10x50m) in prossimità dell'innesto nella strada provinciale SP35 (Figura 7).

### **3.5 Sito di prelievo Tout-Venant (CV);**

Per la costruzione del nuovo rilevato in materiale sciolto si prevede l'apertura di un nuovo sito di prelievo per l'approvvigionamento parziale o totale del Tout-venant (materiale volumetricamente più rilevante) in alternativa al trasporto da siti di produzione già esistenti. Il materiale che potrà essere asportato dai siti identificati sulle sponde del lago sarà costituito da sedimenti accumulatisi nel corso del tempo a causa dell'esercizio dell'impianto. Gli altri materiali (dreno, filtri, rockfill) saranno reperiti da cave già esistenti/siti di produzione.

Sulla base dei sopralluoghi e delle indagini eseguite nella fase di progettazione definitiva due siti (denominati sito 2 e sito 3) ubicati lungo le sponde del lago Ampollino sono risultati i più idonei tra quelli investigati sia in termini di potenziale volume estraibile sia in termini di caratteristiche granulometriche.

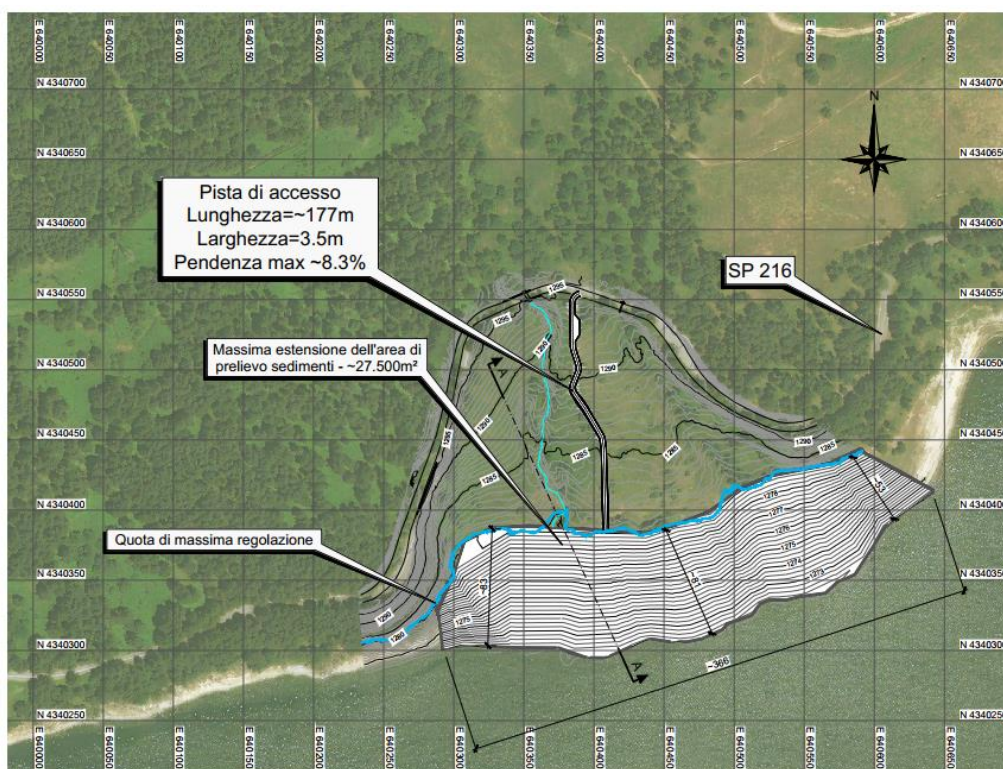
I due siti sono localizzati in conoidi di deposito alluvionale quasi pianeggianti facilmente accessibili dalla strada provinciale 216, rispettivamente a distanze di 6.7 km (sito 2) e 7.7 km (sito 3) dalla diga. Considerando l'estensione delle aree, pari a circa 27'000 mq per il sito 2 e 15'000 mq per il sito 3, e le risultanze delle prime indagini eseguite (trincee e analisi granulometriche) si prevede di realizzare dei prelievi di modesta entità di spessore sostanzialmente costante pari a circa 1-1,5 m.

La Figura 8 e la Figura 9 illustrano la planimetria e le sezioni di scavo previste per i due potenziali siti di prelievo.

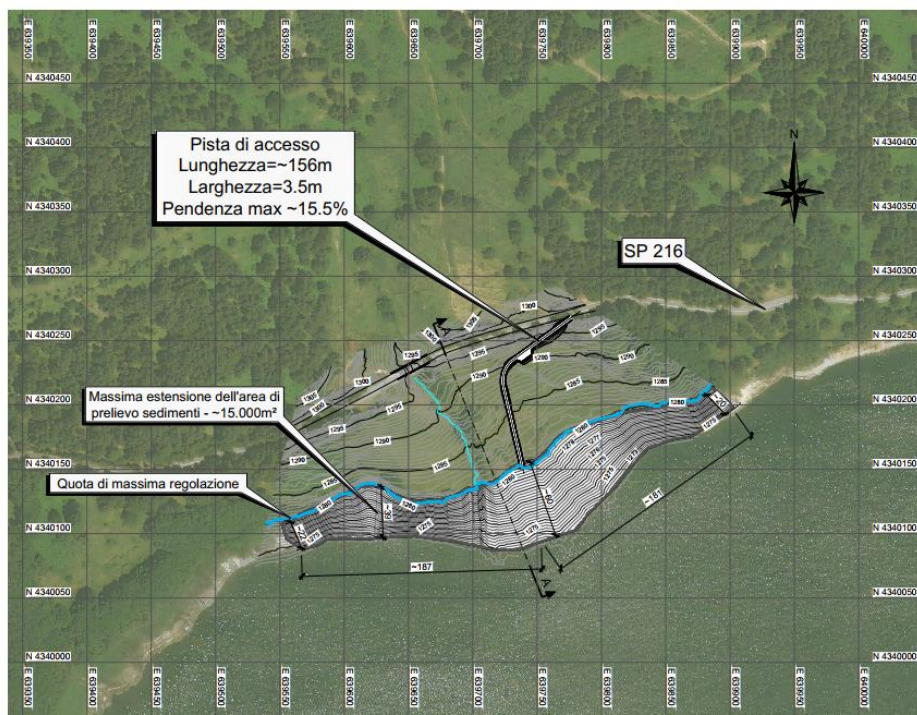
Come descritto di seguito nel capitolo dedicato alle fasi costruttive, si prevede di trasportare il materiale prelevato direttamente in sito diga per lo stendimento. Nelle aree selezionate potranno essere predisposti dei limitati e temporanei cumuli di materiale prelevato, sempre comunque a quote inferiori 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).

Le aree spondali di prelievo del Tout Venant saranno sistemate, rimodellate secondo il profilo naturale del terreno e rinverdite subito al termine delle operazioni di trasporto in diga del materiale.



**Figura 8** – Sito di prelievo Tout-Venant (CV), sito 2, planimetria



**Figura 9** – Sito di prelievo Tout-Venant (CV), sito 3, planimetria

### 3.6 Sito di stoccaggio temporaneo dei materiali (ST).

Il cantiere prevede il deposito temporaneo dei materiali necessari per la realizzazione del rilevato e della strada di acceso al fine di favorire le attività di movimentazione nei tempi programmati di realizzazione.

Al fine di limitare il più possibile le attività di disboscamento e modifica del territorio nell'area a valle della diga si prevede di realizzare il sito di stoccaggio in un'area indipendente ubicata in corrispondenza di un aviostruttura esistente situata a circa 3,5 km dallo sbarramento.

Come illustrato in Figura 10 si prevede di occupare due zone di area rispettivamente pari a circa 7'000 mq (ST1) e 4'000 mq (ST2).

L'area ST1 è sostanzialmente pianeggiante ad eccezione della presenza di uno sperone roccioso che sarà rimosso prima dell'esecuzione delle lavorazioni. L'area ST2 è caratterizzata da pendenze del 10%. Entrambe le aree sono accessibili dalla viabilità già esistente.

Considerando l'area totale a disposizione, dell'ordine dei 10'000-11'000 mq, si prevede di organizzare il sito di stoccaggio in due fasi distinte:

- Fase 1: realizzazione della strada di accesso a valle
  - Stoccaggio temporaneo materiali di scavo della strada per successivo riutilizzo (terreno vegetale, materiale per rilevato, ecc.);
  - Stoccaggio delle forniture necessarie alla realizzazione degli interventi (gabbioni, materiali per terre rinforzate, chiodature, reti in aderenza, ecc.);
- Fase 2: realizzazione del rilevato

- Stoccaggio del terreno vegetale in esubero dagli scavi della strada da riutilizzare per il rilevato;
- Stoccaggio temporaneo del materiale di scavo per la realizzazione del rilevato e delle opere in calcestruzzo (terreno vegetale da riutilizzare, materiale in esubero da portare a discarica);
- Stoccaggio dei materiali selezionati per il rilevato (rockfill, dreno, filtri);

I materiali naturali stoccati dovranno essere disposti in cumuli separati in funzione delle caratteristiche granulometriche degli stessi. Si prevede in prima approssimazione la seguente disposizione, da dettagliare nella fase di progettazione esecutiva):

- Terreno vegetale: altezza massima dei cumuli di 4 m, larghezza in cresta massima di 3-4 m, pendenze laterali massime 3:2. Area approssimativa necessaria in pianta: 800-1'000 mq nella prima fase, 1'500-2'000 mq nella seconda fase.
- Materiale di scavo e rinterro della strada: altezza massima dei cumuli di 6 m, pendenze laterali massime 3:2. Area approssimativa necessaria in pianta (fase 1): 2'000-3'000 mq.
- Rockfill: altezza massima dei cumuli di 6 m, pendenze laterali massime 3:2. Area approssimativa necessaria in pianta (fase 2): 2'500-3'000 mq.
- Filtro: altezza massima dei cumuli di 6 m, pendenze laterali massime 3:2. Area approssimativa necessaria in pianta (fase 2): 1'000-1'500 mq.
- Dreno: altezza massima dei cumuli di 6 m, pendenze laterali massime 3:2. Area approssimativa necessaria in pianta (fase 2): 1'500-2'000 mq.



**Figura 10** – Sito di stoccaggio temporaneo dei materiali (ST), planimetria

Poiché i depositi nell'area di stoccaggio saranno solo temporanei, non sono richieste particolari strutture di protezione, tuttavia l'Impresa esecutrice dei lavori dovrà provvedere delle forme di protezione mobili, come teloni, per evitare la dispersione d'inerti depositati in caso di eventi climatici.

### **3.7 Restituzione delle aree di cantiere**

Al termine delle attività di cantiere, le aree interessate da occupazione temporanea saranno ripristinate nelle condizioni ambientali precedenti all'impianto del cantiere.

In generale, l'attività di ripristino delle aree non coinvolte dalla realizzazione delle opere, prevede le seguenti operazioni:

- rimozione di tutte le strutture installate;
- rimozione e smaltimento di eventuali rifiuti prodotti;
- stesura del terreno vegetale precedentemente accantonato e successiva piantumazione, ove necessaria.

## 4. GESTIONE DELLE MATERIE

### 4.1 Generalità

Questa sezione illustra gli aspetti inerenti alla gestione delle materie e delle terre che verranno movimentate e impiegate per la realizzazione degli interventi previsti in progetto. In particolare, nei seguenti paragrafi sono descritti e quantificati:

- fabbisogno dei materiali per la realizzazione delle opere;
- volumetrie e movimentazione delle materie di scavo;
- fabbisogno dei materiali da approvvigionare da cava;
- bilancio delle materie e volumetrie delle materie in esubero.

Inoltre, il presente documento descrive le modalità di gestione e smaltimento previste per le materie in esubero e individua le cave per l'approvvigionamento delle materie.

### 4.2 Fabbisogno dei materiali per la realizzazione delle opere

La Tabella 1 sintetizza il fabbisogno di materiali per la realizzazione delle opere.

Codice	Opera	Descrizione	Quantità	
			u.m.	valore
<b>RILEVATO E OPERE IN CALCESTRUZZO</b>				
R1	Rilevato	Filtro	m <sup>3</sup>	3'000
R2	Rilevato	Dreno	m <sup>3</sup>	4'000
R3	Rilevato	Tout-venant	m <sup>3</sup>	23'000
R4	Rilevato	Rockfill - corpo del rilevato	m <sup>3</sup>	9'500
		Rockfill - berma di valle	m <sup>3</sup>	1'500
R5	Rilevato	Terreno vegetale	m <sup>3</sup>	3'000
<b>TOTALE</b>			<b>m<sup>3</sup></b>	<b>44'000</b>
<b>STRADA DI ACCESSO</b>				
STR1	Strada di accesso	Terreno vegetale	m <sup>3</sup>	200
STR2	Strada di accesso	Rinterri	m <sup>3</sup>	3'000
STR3	Strada di accesso	Misto granulare per carreggiata	m <sup>3</sup>	450
STR4	Strada di accesso	Pietrame per gabbioni	m <sup>3</sup>	350
<b>TOTALE</b>			<b>m<sup>3</sup></b>	<b>4'000</b>

**Tabella 1:** Fabbisogno dei materiali per la realizzazione delle opere

### 4.3 Volumetrie e movimentazione delle materie di scavo

La Tabella 2 sintetizza le volumetrie e la movimentazione delle materie di scavo.



Codice	Origine	Descrizione	Tipologia di lavorazione	Quantità		Destinazione finale
				u.m.	valore	
<b>RILEVATO E OPERE IN CALCESTRUZZO</b>						
S1	Produzione in cantiere	Rimozione vegetazione e alberi esistenti	Rimozione vegetazione	m <sup>2</sup>	4'000	Discarica/sito di recupero
S2	Produzione in cantiere	Rimozione dello strato superficiale di terreno organico/vegetale (sp ≤ 30 cm)	Scotico	m <sup>3</sup>	1'150	Riutilizzo per lo strato di terreno vegetale del rilevato
S3	Produzione in cantiere	Rimozione dello strato superficiale di terreno vegetale/organico e/o dei materiali non idonei per le fondazioni delle opere in calcestruzzo (sp > 30 cm)	Scotico/scavo	m <sup>3</sup>	4'500	Discarica/sito di recupero
<b>STRADA DI ACCESSO</b>						
S4	Produzione in cantiere	Rimozione dello strato superficiale di terreno organico/vegetale (sp ≤ 30 cm)	Scotico	m <sup>3</sup>	1'150	Riutilizzo per lo strato di terreno vegetale per la strada e per il rilevato
S5	Produzione in cantiere	Scavo per la realizzazione della strada di accesso	Scavo	m <sup>3</sup>	3'300	Riutilizzo per rilevati e rinterri della strada Discarica/sito di recupero

**Tabella 2:** Volumetrie e movimentazione delle materie di scavo

#### 4.4 Fabbisogno di materiali da approvvigionare da cava

La Tabella 3 sintetizza il fabbisogno delle materie da approvvigionare da cava.

Codice	Origine	Descrizione	Quantità	
			u.m.	valore
<b>RILEVATO E OPERE IN CALCESTRUZZO</b>				
R1	Sito di produzione esistente	Filtro	m <sup>3</sup>	3'000
R2	Sito di produzione esistente	Dreno	m <sup>3</sup>	4'000
R3	Prelievo spondale e/o da sito di produzione esistente	Tout-venant	m <sup>3</sup>	23'000
R4	Sito di produzione esistente	Rockfill	m <sup>3</sup>	11'000
R5	Sito di produzione esistente	Terreno vegetale	m <sup>3</sup>	900
<b>STRADA DI ACCESSO</b>				
STR3	Sito di produzione esistente	Misto granulare per carreggiata	m <sup>3</sup>	450
STR4	Sito di produzione esistente	Pietrame per gabbioni	m <sup>3</sup>	350

**Tabella 3:** Fabbisogno di materiali da approvvigionare da cava/sito di produzione

Come illustrato nella tabella sopra riportata si prevede la realizzazione di un nuovo potenziale sito di prelievo per l'approvvigionamento parziale/totale del Tout-venant (materiale volumetricamente più rilevante), mentre gli altri materiali saranno reperiti da cave/siti di produzione già esistenti nel territorio.

#### 4.5 Bilancio delle materie

La Tabella 4 sintetizza come saranno reperite le materie per la realizzazione delle opere previste in progetto.

Codice	Descrizione	Riutilizzo materiale di scavo			Approvvigionamento da cava			Quantità totale	
		origine	u.m.	valore	origine	u.m.	valore	u.m.	valore
<b>RILEVATO E OPERE IN CALCESTRUZZO</b>									
R1	Filtro	-	m <sup>3</sup>	0	Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	3'000	m <sup>3</sup>	3'000
R2	Dreno	-	m <sup>3</sup>	0	Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	4'000	m <sup>3</sup>	4'000
R3	Tout-venant	-	m <sup>3</sup>	0	Prelievo spondale/Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	23'000	m <sup>3</sup>	23'000
R4	Rockfill	-	m <sup>3</sup>	0	Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	11'000	m <sup>3</sup>	11'000
R5	Terreno vegetale	S1, S4	m <sup>3</sup>	2'100	Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	900	m <sup>3</sup>	3'000
<b>STRADA DI ACCESSO</b>									
STR1	Terreno vegetale	S4	m <sup>3</sup>	200	-	m <sup>3</sup>	0	m <sup>3</sup>	200
STR2	Rinterri	S5	m <sup>3</sup>	3'000	-	m <sup>3</sup>	0	m <sup>3</sup>	3'000
STR3	Misto granulare per carreggiata	-	m <sup>3</sup>	0	Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	450	m <sup>3</sup>	450
STR4	Pietrame per gabbioni	-	m <sup>3</sup>	0	Sito di produzione esistente	m <sup>3</sup>	350	m <sup>3</sup>	350

**Tabella 4:** Bilancio delle materie

Come illustrato nella tabella si prevede di riutilizzare parte del materiale scavato per la realizzazione delle opere.

Sotto il profilo normativo ed ambientale la possibilità di riutilizzare quota parte dei materiali scavati nell'ambito dell'appalto dovrebbe necessariamente essere ricondotta ad una gestione in qualità di sottoprodotti e dunque ad una esclusione dall'ambito di applicazione della disciplina dei rifiuti (art. 185 D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e art. 24 D.P.R. 120/2017). In sintesi, per poter attuare una eventuale gestione delle terre e rocce da scavo in qualità di sottoprodotti sarebbe pertanto necessario dimostrare che:

- le terre e rocce da scavo, comprensivi dei riporti, non superino i valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione;
- le matrici materiali di riporto devono comunque essere sottoposte al test di cessione da effettuarsi secondo le metodiche del D.M. 05/02/98 e s.m.i. per i parametri pertinenti ad esclusione del parametro amianto al fine di accertare il rispetto delle Concentrazioni Soglia di

Contaminazione (CSC) delle acque sotterranee di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06.

Le terre e rocce da scavo risultate non conformi alla gestione ex D.P.R. 120/2017 dovranno essere gestite in regime di rifiuto e pertanto il produttore dovrà:

- ottenere la caratterizzazione di base del rifiuto per individuazione codice CER, avvalendosi di laboratori accreditati e preventivamente qualificati;
- stilare opportuna omologa del rifiuto;
- individuare il destinatario opportuno attraverso le risultanze analitiche di cui ai punti precedenti.

Le indagini ambientali per la caratterizzazione del materiale in sito saranno effettuate in sede di progettazione esecutiva. Allo stato attuale si ritiene, considerando l'assenza di attività antropiche nelle vicinanze e che la maggior parte delle aree interessate è inclusa all'interno del Parco della Sila, che la maggior parte di esso non sia stato soggetto a fenomeni di contaminazione e quindi riutilizzabile all'interno dello stesso sito.

#### *4.5.1 Volumetrie, gestione e smaltimento delle materie in esubero*

La Tabella 5 sintetizza le stime delle volumetrie delle materie in esubero derivanti dalle principali lavorazioni previste in progetto che andranno gestiti come rifiuti e inviati a centri di smaltimento e/o recupero.

L'attività di caratterizzazione di base e omologa consiste nell'identificazione di tutte le caratteristiche del rifiuto (tipo ed origine, composizione, consistenza ed altre proprietà che possono eventualmente includere anche informazioni sulle specifiche modalità di gestione da attuare).

Nella caratterizzazione di base, ove necessario, viene applicato un protocollo analitico finalizzato all'accertamento delle eventuali caratteristiche di pericolo del rifiuto, nonché all'acquisizione dei dati necessari all'individuazione della corretta destinazione. Nel caso specifico, il set analitico minimo da implementare sarà:

- caratterizzazione rifiuto con individuazione CER ed eventuali caratteristiche di pericolosità;
- test di cessione per verifica ammissibilità in discarica.

La collocazione dei materiali di risulta potrà avvenire nelle discariche o impianti di recupero autorizzati presenti sul territorio. Nella Figura 11 e nella Tabella 6 si segnalano due dei centri di smaltimento/recupero ubicati nelle vicinanze del sito diga.

Codice	Origine	Descrizione	Tipologia di lavorazione	Quantità		Destinazione finale
				u.m.	valore	
SCAVI						
S1	Produzione in cantiere	Legname, vegetazione	Rimozione vegetazione e alberi esistenti	m <sup>2</sup>	4'000	Discarica/sito di recupero
S3	Produzione in cantiere	Terre e rocce da scavo	Rimozione dello strato superficiale di terreno vegetale/organico e/o dei materiali non idonei per le fondazioni delle opere in calcestruzzo (sp > 30 cm)	m <sup>3</sup>	4'500	Discarica/sito di recupero
S5	Produzione in cantiere	Terre e rocce da scavo	Scavo per la realizzazione della strada di accesso	m <sup>3</sup>	300	Discarica/sito di recupero
DEMOLIZIONI PRINCIPALI						
D1	Produzione in cantiere	Misto calcestruzzo, materiali elastomerici	Ripristino manto superficiale del paramento di monte	m <sup>3</sup>	500	Discarica/sito di recupero
D2	Produzione in cantiere	Muratura, bognini, calcestruzzo	Demolizione paramento di valle per realizzazione nuovo cunicolo	m <sup>3</sup>	60	Discarica/sito di recupero
D3	Produzione in cantiere	Calcestruzzo, materiale di costruzione vario	Demolizione camera paratoie e rivestimento del canale	m <sup>3</sup>	350	Discarica/sito di recupero
D4	Produzione in cantiere	Ferro	Demolizione camera paratoie e rivestimento del canale	t	10	Discarica/sito di recupero
D5	Produzione in cantiere	Ferro	Rimozione paratoie esistente	t		Discarica/sito di recupero
D6	Produzione in cantiere	Ferro	Rimozione valvola a farfalla esistente	t		Discarica/sito di recupero
D7	Produzione in cantiere	Ferro	Rimozione by-pass e virole esistenti	t	1,5	Discarica/sito di recupero
PERFORAZIONI						
P1	Produzione in cantiere	Cutting e fanghi di perforazione	Perforazioni per iniezioni di consolidamento, installazione barre di cucitura, drenaggi, ecc.	m <sup>3</sup>	150	Discarica/sito di recupero

**Tabella 5:** Volumetrie delle materie in esubero



**Figura 11** – Centri di smaltimento e/o recupero nelle vicinanze del sito diga

Impresa	Sede	Tipologia impianto	Autorizzazione	Codici CER	Distanza
laquinta Saverio	San Giovanni in Fiore	UID(1323) Impianto mobile per il recupero rifiuti speciali non pericolosi	09/10/2015 - 08/10/2025	[010413] [010504] [101311] [170101] [170102] [170103] [170107] [170302] [170405] [170504] [170506] [170508] [170604] [170802] [170904]	16,5 km
Impresa Gentile Domenico	Soveria Mannelli	UID(65826) recupero inerti	14/01/2019 - 13/01/2029	[170201] [170202] [170203] [170302] [170401] [170402] [170405] [170407] [170504] [170101] [170107] [170904]	46,6 km

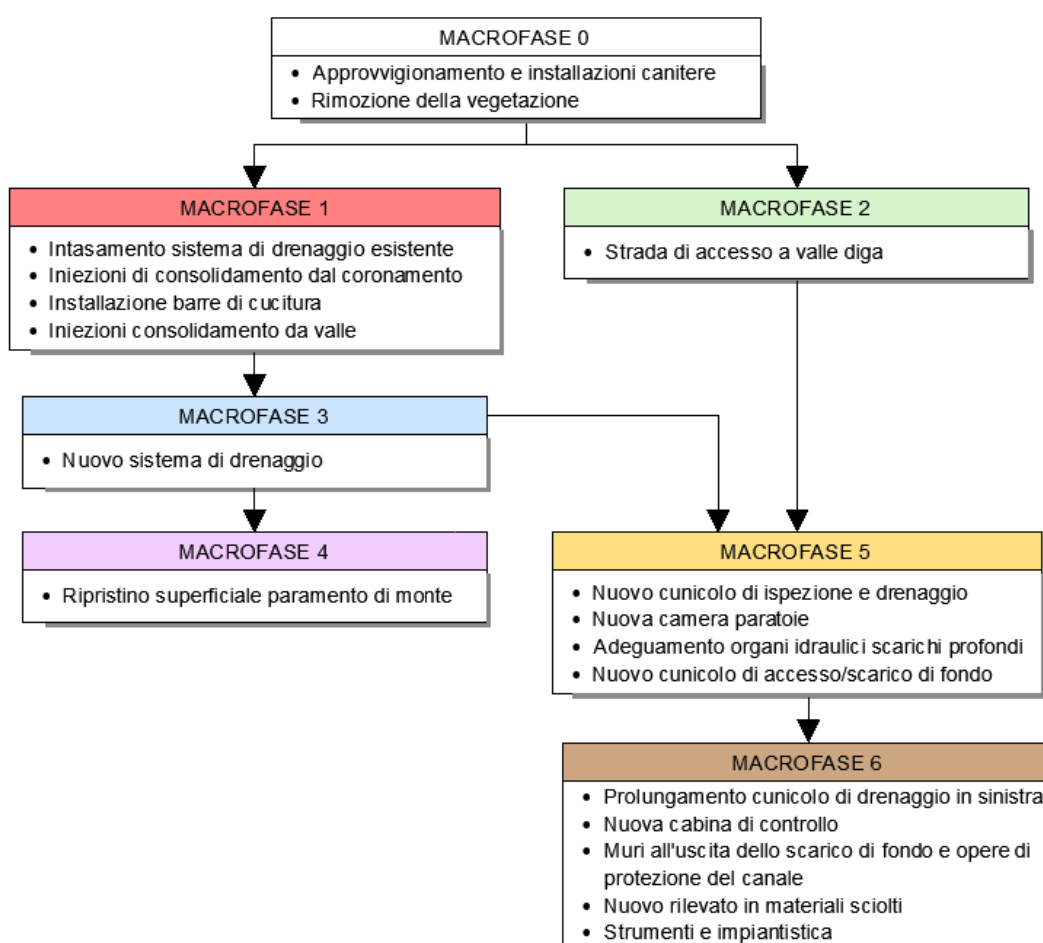
**Tabella 6:** Centri di smaltimento e/o recupero nelle vicinanze del sito diga (ISPRA, Catasto rifiuti).

## 5. FASI DI LAVORO

### 5.1 Generalità

Le fasi di lavoro sono illustrate in dettaglio nel cronoprogramma dei lavori e descritte nei seguenti paragrafi.

La successione delle lavorazioni può intendersi schematicamente suddivisa nelle n. 6 macrofasi principali sintetizzate nella seguente figura.

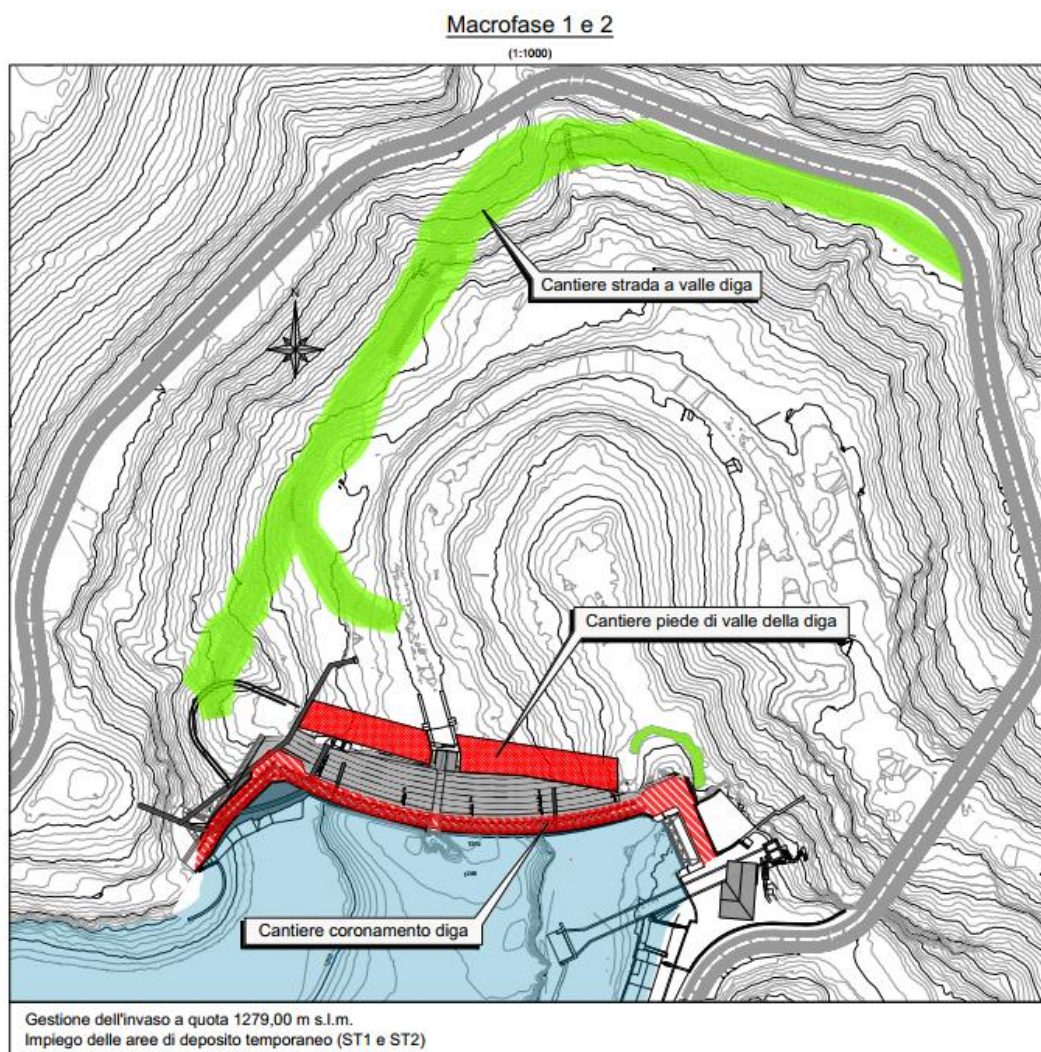


**Figura 12** – Macrofasi delle lavorazioni

Il cronoprogramma delle lavorazioni è stato definito tenendo conto dei seguenti vincoli gestionali:

- possibilità di limitare alla minima regolazione l'invaso solo nei mesi di Ottobre, Novembre e Dicembre sia per ragioni di approvvigionamento e disponibilità della risorsa idrica che per alimentazione delle utenze irriguo-potabili lungo l'asta;
- mantenere sempre e comunque operativo almeno uno degli scarichi profondi presenti nella diga (scarico di fondo o scarico di alleggerimento).





**Figura 13** – Planimetria con indicazione delle principali lavorazioni previste nelle macrofasi 1 e 2.

Per le iniezioni di consolidamento e l'installazione delle barre di cucitura si prevede un tempo di circa **7 mesi solari**. Tale intervallo temporale è stato stimato prevedendo la presenza di tre squadre che lavorano in parallelo:

- Squadra n.1: iniezioni dal coronamento
- Squadra n. 2: riperforazione dei fori eseguiti per le iniezioni e installazione delle barre di cucitura (la riperforazione è prevista dopo un intervallo temporale ridotto in modo che la miscela cementizia non abbia fatto completamente presa);
- Squadra n. 3: iniezioni dal paramento di valle.

Inoltre, all'interno di ogni singola squadra di lavoro, è prevista l'esecuzione in parallelo delle attività di perforazione, lavaggio e iniezione. L'intervallo di tempo considerato comprende anche le attività di controllo del risultato delle iniezioni tramite prove d'acqua. Il tempo previsto per l'esecuzione delle iniezioni da valle comprende:



- la realizzazione delle rampe e delle piazzole per l'installazione delle sonde di perforazione alle diverse quote;
- l'attività di perforazione e lavaggio dei fori;
- l'esecuzione delle iniezioni;
- l'esecuzione di prove d'acqua di controllo.

In analogia con le lavorazioni in cresta diga, le attività di perforazione e iniezioni saranno condotte in parallelo.

### 5.3 Macrofase 2

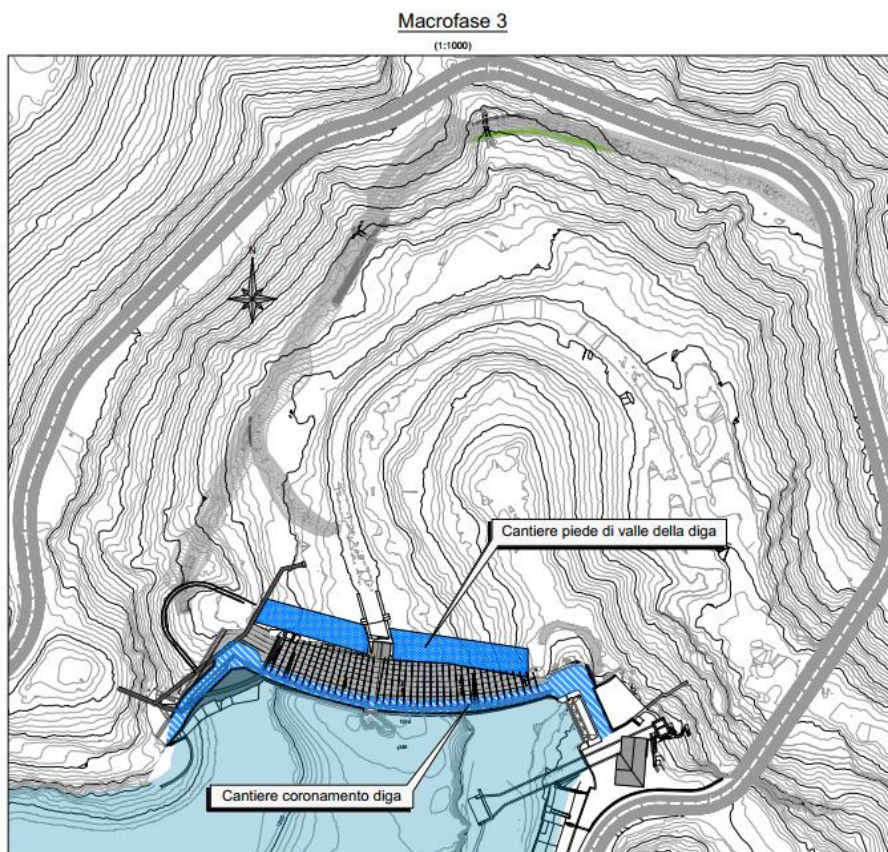
In parallelo alle lavorazioni di consolidamento precedentemente descritte sarà realizzata la strada di accesso a valle diga (Figura 13). Il tempo totale stimato per la realizzazione degli accessi è pari a **105 gg** lavorativi (circa **5 mesi solari**), di cui **80 gg** lavorativi per la realizzazione della strada di accesso al piede diga (lavorazione vincolante per l'inizio della realizzazione delle opere in calcestruzzo).

### 5.4 Macrofase 3

Al termine delle operazioni di iniezione saranno realizzate le nuove canne di drenaggio del corpo diga. Questa attività sempre organizzata in due squadre di lavoro durerà approssimativamente **3 mesi solari** e comprenderà le attività di scavo, perforazione, lavaggio, controllo topografico e verifica.

Il tempo è stato stimato prevedendo due coppie di impianti di perforazione (n. 2 nel settore destro e n. 2 nel settore sinistro) rispettivamente posizionati sul coronamento e al piede di valle della diga.

Al termine delle attività in destra partiranno le perforazioni per l'installazione dei n. 6 piezometri nelle due sezioni strumentate previste in diga.



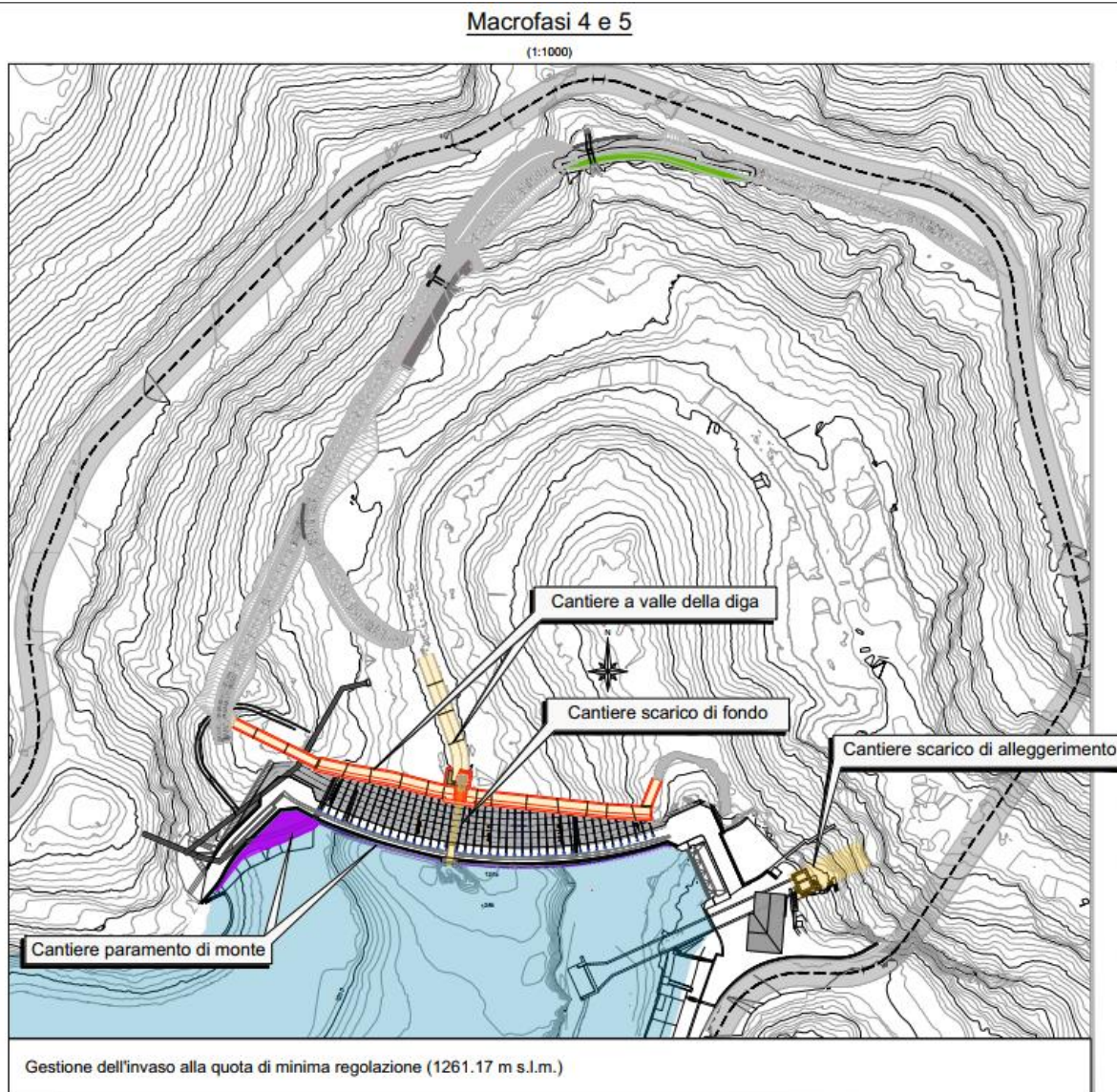
**Figura 14** – Planimetria con indicazione delle principali lavorazioni previste nella terza macrofase.

### 5.5 Macrofase 4

Il ripristino superficiale della parte superiore del paramento di monte (Macrofase 4), al di sopra di quota 1273,5 m s.l.m., inizierà prima della Macrofase 1 e si svilupperà in parallelo ad essa. Le iniezioni di consolidamento dal coronamento dovranno essere via via eseguite sui settori della diga su cui sia stato già stato realizzato il ripristino della parte superiore del paramento di monte. Le lavorazioni sul paramento di monte saranno completate successivamente alla Macrofase 3.

La seconda parte delle lavorazioni richiederà che il livello dell'invaso sia pari alla quota di minima regolazione e per tale motivo è stata programmata parzialmente in parallelo agli interventi di integrazione/sostituzione degli organi idromeccanici dello scarico di fondo e di alleggerimento che richiederanno anch'essi un periodo di limitazione della quota d'invaso alla minima regolazione.

Il tempo stimato per questa attività è di circa **50 gg** lavorativi (circa **2,5 mesi solari**).



**Figura 15** – Planimetria con indicazione delle principali lavorazioni previste nella macrofasi 4 e 5.

## 5.6 Macrofase 5

La quinta macrofase avrà una durata approssimativa di **5 mesi solari** e comprenderà le seguenti lavorazioni principali:

- 5.a – Nuovo cunicolo di ispezione/drenaggio
- 5.b – Nuova camera paratoie
- 5.c – Adeguamento e integrazione degli organi idromeccanici degli scarichi profondi della diga;
- 5.d – Nuovo cunicolo di accesso/scarico di fondo

Al termine delle lavorazioni di perforazioni del nuovo sistema di drenaggio saranno iniziate le attività per la realizzazione delle principali opere in calcestruzzo.

Le prime attività previste sono:

- completamento degli scavi per il raggiungimento del piano di posa del nuovo cunicolo di ispezione e drenaggio (scavi già parzialmente realizzati per l'esecuzione dei drenaggi sub-orizzontali dal paramento di valle)
- demolizione parziale del paramento di valle e della camera paratoie;
- preparazione del piano di fondazione per la realizzazione del nuovo cunicolo di ispezione e drenaggio.

Al termine di queste lavorazioni inizierà la realizzazione delle opere in calcestruzzo del nuovo cunicolo.

In questa fase sarà anche costruita la nuova camera paratoie e saranno realizzate le attività di integrazione degli organi idromeccanici dello scarico di fondo e dello scarico di alleggerimento.

Per lo scarico di fondo si prevede in particolare la seguente sequenza costruttiva:

- sostituzione della paratoia di monte esistente con la nuova, per avere disponibile la funzionalità del nuovo by-pass prima della rimozione dell'attuale;
- tamponatura della presa del by-pass lato bacino (mediante sommozzatore);
- rimozione della valvola a farfalla;
- rimozione del by-pass esistente;
- tamponatura della condotta di by-pass esistente lato condotta;
- rimozione della tubazione a valle della valvola e completamento della demolizione della camera di manovra esistente;
- esecuzione delle opere civili di fondazione per le nuove paratoie;
- installazione delle nuove parti da inghisare (blindaggi, casse paratoie);
- completamento delle opere in calcestruzzo della nuova camera paratoie;
- installazione dei diaframmi delle paratoie e del sistema di rilascio DMV;
- riverniciatura della condotta che non andrà demolita.

L'installazione della nuova paratoia di monte dello scarico di fondo dovrà essere preceduta dalle seguenti attività propedeutiche: 1) rimozione della paratoia esistente all'imbocco del condotto di scarico; 2) costruzione della nuova paratoia su rilievo di quella esistente. Tali operazioni dovranno essere eseguite prima della cantierizzazione dei lavori, in modo da permettere la costruzione e l'approvvigionamento della nuova paratoia.

Durante le operazioni di tamponatura della presa del by-pass esistente dello scarico di fondo l'invaso dovrà essere mantenuto alla quota di minima regolazione (1261,17 m s.l.m.).

Per lo scarico di alleggerimento si prevede in particolare la seguente sequenza costruttiva:

- Manutenzione della paratoia di monte;
- Manutenzione delle superficie interne della tubazione esistente;

- Smontaggio della valvola a farfalla attuale; demolizione dei relativi basamenti in calcestruzzo senza rimozione dei tirafondi esistenti;
- Predisposizione degli ammarraggi delle nuove paratoie;
- Installazione del tronchetto di collegamento tra tubazione esistente e nuove forniture, lato monte;
- Installazione della nuova paratoia;
- Installazione del tronchetto di collegamento tra tubazione esistente e nuove forniture, lato valle;
- Installazione del tronchetto con aeroforo, con sistema di aggiustamento;
- Rimozione della flangia cieca dalla saracinesca esistente di by-pass; installazione valvola e tubazione di by-pass;
- Installazione tubazione aeroforo;
- Realizzazione del getto di inghisaggio in calcestruzzo armato.

Si evidenzia che la manutenzione della paratoie di monte dello scarico di alleggerimento è prevista in concomitanza con l'inizio delle lavorazioni.

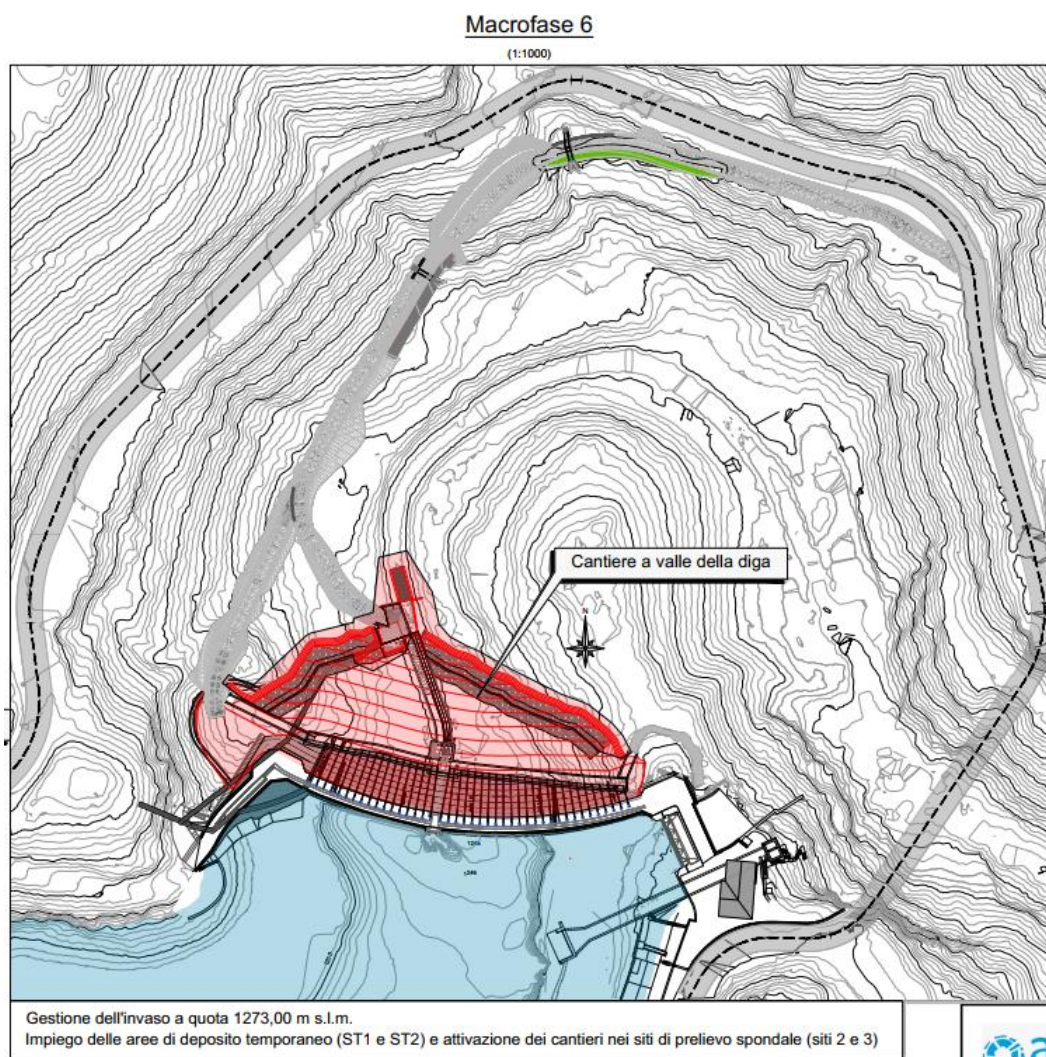
Le attività eseguite all'interno della macrofase 5 sono vincolate dalla realizzazione della strada di accesso al piede diga, opera necessaria per l'approvvigionamento del calcestruzzo con autobetoniera.

## 5.7 Macrofase 6

La sesta macrofase avrà una durata approssimativa di **7 mesi solari** e comprenderà le seguenti lavorazioni principali:

- 6.a – Prolungamento galleria di drenaggio in sinistra
- 6.b – Cabina di controllo
- 6.c – Muri all'uscita dello scarico di fondo e sistemazione finale, opere di protezione del canale
- 6.d – Rilevato
- 6.e – Strumentazione e impianti

Parzialmente in parallelo alle lavorazioni descritte nel paragrafo precedente saranno completate tutte le attività di scavo (scotico per la posa del rilevato, scavo per il raggiungimento del piano di fondazione delle opere in calcestruzzo, preparazione dei piani di fondazione, ecc.).



**Figura 16** – Planimetria con indicazione delle principali lavorazioni previste nella sesta macrofase.

Al termine delle operazioni di scavo saranno avviati in parallelo le seguenti lavorazioni:

- posa del rilevato di valle (durata approssimativa di **120 gg** lavorativi, **5-6 mesi solari**)
- realizzazione del prolungamento della galleria di drenaggio spalla sinistra;
- realizzazione della cabina di controllo;
- realizzazione dei muri all'uscita dello scarico di fondo;
- sistemazione del canale di valle;
- realizzazione del piazzale a valle della cabina di controllo e del cunicolo di accesso.

Come descritto in precedenza si prevede di portare il tout-venant prelevato direttamente in sito diga per lo stendimento. Per tale motivo durante le operazioni di costruzione del rilevato la quota dell'invaso dovrà essere mantenuta al di sotto della quota prevista di prelievo (1273,50 m s.l.m.)

In parallelo alle lavorazioni legate alla posa del rilevato inizieranno le attività legate all'integrazione della strumentazione di monitoraggio e l'installazione degli impianti. Al termine delle lavorazioni si provvederà alla smobilitazione delle aree di cantiere e al ripristino delle aree.

## 6. CONCLUSIONI

La presente relazione contiene la descrizione dei principali aspetti cantieristici funzionali alla realizzazione degli interventi di miglioramento sismico della diga di Trepidò, con particolare riferimento a:

- organizzazione del cantiere;
- gestione dei materiali;
- fasi delle lavorazioni.

### **Organizzazione del cantiere**

Nel capitolo dedicato all'organizzazione del cantiere sono state individuate e descritte le principali aree di lavoro e logistiche. In particolare, per la realizzazione degli interventi sono state individuate n. 5 aree principali:

1. Campo base (CB);
2. Cantiere operativo della diga (COD)
3. Cantiere operativo strada di accesso (COS);
4. Sito di prelievo Tout-Venant (CV);
5. Sito di stoccaggio temporaneo dei materiali (ST).

Per ogni area sono stati affrontati i seguenti aspetti: le lavorazioni previste, gli impianti e le installazioni funzionali alla realizzazione degli interventi, l'accessibilità.

### **Gestione dei materiali**

Nel capitolo dedicato alla gestione dei materiali sono stati descritti e quantificati:

- il fabbisogno dei materiali per la realizzazione delle opere;
- le volumetrie e la relativa movimentazione delle materie di scavo;
- il fabbisogno dei materiali da approvvigionare da siti di produzione esistenti;
- il bilancio dei materiali e le volumetrie degli esuberi.

Inoltre sono state descritte le modalità di gestione e smaltimento previste per i materiali in esubero ed individuati i siti di produzione per l'approvvigionamento degli stessi.

### **Fasi delle lavorazioni**

Nel capitolo in oggetto è descritto in dettaglio il cronoprogramma dei lavori. Per la realizzazione degli interventi sono state individuate n. 6 macrofasi principali. Per ognuna di esse sono state descritte le lavorazioni previste e la relativa durata temporale prevista. Inoltre, sono stati evidenziati i vincoli temporali e le potenziali interferenze tra le diverse lavorazioni. Ipotizzando di iniziare le lavorazioni ad inizio Ottobre, la durata totale prevista per l'esecuzione dei lavori è pari a circa **24 mesi solari**.

Durante il periodo delle lavorazioni sono previste le seguenti limitazioni:

- Limitazione della quota di invaso a 1279,00 m s.l.m. nel periodo compreso tra le attività di intasamento del sistema di drenaggio esistente e la completa realizzazione del nuovo sistema di drenaggio (circa 11 mesi, Ottobre anno 1 - Settembre anno 2);
- Limitazione della quota di invaso a 1273,50 m s.l.m. durante il ripristino superficiale della porzione superiore del paramento di monte (ca. 2 mesi, Ottobre-Novembre anno 1)
- Limitazione alla minima regolazione (1261,17 m s.l.m.) durante le lavorazioni relative al ripristino del manto superficiale del paramento di monte e all'adeguamento degli organi idromeccanici degli scarichi (3 mesi, Ottobre-Dicembre anno 2);
- Limitazione della quota di invaso a 1273,50 m s.l.m. durante la costruzione del rilevato per consentire il prelievo del tout-venant dai siti lungo le sponde del lago Ampollino (ca. 6 mesi, Gennaio-Luglio anno 2);
- Scarico di fondo non utilizzabile (5 mesi, Novembre anno 2 – Marzo anno 3);
- Scarico di alleggerimento non utilizzabile (2 mesi, Settembre-Ottobre anno 2)