

“FAVAZZINA”

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio
ad alta flessibilità

Comune di Scilla (RC)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE

STRATEGIES FOR WATER



Progettisti: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

Relazione di cantiere generale



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	28/04/2023	E. Marchesi	P. Macchi	L. Papetti
1	REVISIONE 1	11/03/2024	E. Marchesi	L. Papetti	L. Papetti
Codice commessa: 1422		Codifica documento: 1422-A-FN-R-02-1			

INDICE

1	PREMESSA	4
2	GENERALITÀ	4
2.1	Criteri per l'individuazione delle aree di cantiere	4
2.2	Caratteristiche generali delle aree di cantiere	5
2.3	Orario di lavoro	6
2.4	Aree di cantiere	6
2.5	Viabilità	7
2.6	Trattamento acque	8
3	CANTIERE CAMPO BASE	9
3.1	Premessa	9
3.2	Componenti principali del campo base	9
3.3	Parco macchine	11
3.4	Aree di servizio ed area tecnica	11
3.5	Area per il deposito di materiale sciolto	11
3.6	Macchine operatrici	11
4	CANTIERE BACINO DI MONTE	13
4.1	Premessa	13
4.2	Opere da realizzare	13
4.2.1	Bacino di monte	13
4.2.2	Movimenti di terra	14
4.2.3	Opera di presa di monte	15
4.2.4	Sottostazione elettrica	16
4.2.5	Pozzo sbarre	16
4.2.6	Cunicolo sbarre	16
4.2.7	Galleria d'accesso alla volta della centrale in caverna	17
4.2.8	Centrale in caverna	17
5	CANTIERE FABBRICA VIROLE E OFFICINA	19
6	CANTIERE IMPIANTO BETONAGGIO	20
7	CANTIERE DEPOSITO 1	22
8	CANTIERE DEPOSITO 2	23
9	CANTIERE GALLERIA ACCESSO	24
9.1	Premessa	24
9.2	Fabbrica conci TBM	24
9.3	Opere da realizzare	25
9.3.1	Imbocco della galleria d'accesso alla centrale	25
9.3.2	Galleria d'accesso alla centrale	25
9.3.3	Galleria d'accesso alla sommità del pozzo piezometrico	25
9.3.4	Pozzo piezometrico	25

9.3.5	Pozzo paratoie	26
9.3.6	Galleria di aspirazione/scarico	27
10	CANTIERE OPERA DI PRESA DI VALLE	28
10.1	Premessa	28
10.2	Opera di presa di valle	28

1 PREMESSA

La presente relazione descrive nel dettaglio le fasi di cantierizzazione delle opere costituenti l'impianto in progetto così come riportato nella *Relazione tecnica particolareggiata* (elaborato 1422-A-FN-R-01-0).

L'organizzazione e le tempistiche di esecuzione dei lavori saranno definite in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

In fase di avvio dei lavori, dopo l'aggiudicazione del contratto, l'impresa dovrà fornire il proprio cronoprogramma ed il *layout* dettagliato dell'impianto cantiere, nonché la sua organizzazione.

Questo piano di gestione dei lavori dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori (DL), che si occuperà di verificare che esso sia congruo con le disposizioni di capitolato e che sia in ogni caso ragionevole, definito adeguatamente e rispettoso dei requisiti ambientali, intesi nel senso più vasto, includendo gli impatti sulla natura e sull'ambiente antropico, temporanei e permanenti.

Il capitolato riporterà esattamente come cronoprogramma e piano di cantierizzazione debbano essere redatti, con quale dettaglio e con quali supporti documentali, incluso il piano di qualità e di monitoraggio sia ambientale che di avanzamento lavori.

La presente valutazione è preliminare ed indicativa, finalizzata a configurare una ipotesi ragionevole di tempistica e modalità di realizzazione dell'opera per consentirne l'identificazione e le approvazioni preliminari.

2 GENERALITÀ

2.1 CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE

Il piano di cantierizzazione per realizzare la complessa opera in progetto viene sviluppato al fine di garantire la migliore soluzione tecnica ed ambientale nelle condizioni, modalità e tempi previsti. Per ottimizzare l'esecuzione dei lavori e allo stesso tempo minimizzare gli impatti negativi sia sul territorio sia sulla viabilità esistente, il Programma dei Lavori ed il Sistema di Cantierizzazione si basano sull'ipotesi di affrontare le lavorazioni su più fronti operativi.

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni cantiere si basa sulla tipologia d'opera/e che ognuno di esso dovrà servire, sui caratteri geometrici delle stesse opere nonché sulle scelte progettuali e di costruzione.

Nell'individuare le aree da adibire a cantiere, si è tenuto conto dei seguenti requisiti:

- dimensioni areali sufficientemente ampie;
- prossimità a vie di comunicazioni importanti o strade adeguate al transito dei mezzi pesanti;
- lontananza da zone residenziali e da recettori sensibili (scuole, ospedali, etc.);
- adiacenza alle opere da realizzare;
- vincoli e prescrizioni limitative dell'uso del territorio (e.g., P.R.G., Piano Paesistico, vincoli archeologici, naturalistici, idrogeologici, etc.);

- morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- esclusione di aree di rilevante interesse ambientale;
- possibilità di deposito e riutilizzo dei materiali di scavo.

2.2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE AREE DI CANTIERE

In fase di costruzione è necessario prevedere strutture operative adeguate la cui entità varia in relazione al tipo ed alle dimensioni delle opere da realizzare. Nel caso in esame, in particolare per i cantieri dedicati alla gestione degli scavi in sotterraneo, predominanti nell'opera in oggetto, l'allestimento di cantiere prevede:

- attrezzature a cielo aperto;
- attrezzature sotterranee.

Le attrezzature a cielo aperto consistono in strutture generiche ed installazioni tecniche esterne, quali:

- Uffici tecnici amministrativi per la conduzione e la direzione lavori.
- Mensa/refettori, spogliatoi e servizi igienici.
- Officina: essa deve essere adeguata al complesso parco mezzi necessario (e.g., *jumbo*, perforatori, *dumper*, macchine per la messa in opera di *spritz beton*, martelloni, etc.).
- Stazione di rifornimento per automezzi con motore diesel.
- Alimentazione (aria compressa, acqua, energia elettrica).
- Impianto di betonaggio.
- Depositi per materiali di consumo (e.g., gasolio, lubrificanti, ricambi, etc.), e da costruzione (e.g., cemento, inerti, centine, armature, barre, etc.).
- Cassoni per la raccolta dei rifiuti (e.g., legno, ferro, imballaggi misti, etc.).
- Gru per carico/scarico materiale.
- Impianto di lavaggio delle attrezzature.
- Impianti di separazione e depurazione delle acque di deflusso provenienti dalle gallerie, dagli impianti di betonaggio e di lavaggio mezzi.
- Ventilatori d'aerazione del cantiere di scavo.
- Impianto di alimentazione energia elettrica, aria compressa ed acqua di processo.
- Pompaggio (pompe sommerse e tubazioni fisse per l'allontanamento delle acque di percolazione delle gallerie).
- etc.

Le attrezzature suddette saranno organizzate in:

- campo base;
- cantieri industriali.

Il campo base conterrà i baraccamenti per l'alloggiamento delle maestranze, le mense, gli uffici e tutti i servizi logistici necessari per il funzionamento del cantiere. Esso è normalmente ubicato in zone facilmente accessibili dalla rete viaria ordinaria e nelle vicinanze dei cantieri industriali che devono supportare.

I cantieri industriali contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere. Essi sono ubicati in prossimità degli imbocchi per le tratte in galleria, ed in vicinanza delle opere d'arte di maggiore impegno da realizzare.

Le attrezzature sotterranee, relative alla realizzazione delle gallerie naturali ed artificiali, sono:

- le installazioni tecniche relative allo scavo in avanzamento, quali TBM, perforatrici a roto-percussione (*jumbo*), chiodatrici, *dumper*, escavatori; le installazioni tecniche relative all'alimentazione di energia elettrica, acqua, aria compressa ed aerazione del cantiere di scavo;
- i sistemi di trasporto per materiale di scavo, calcestruzzo, betoncino proiettato, materiale da costruzione, etc.;
- le installazioni tecniche per il rivestimento quali casseri, armature, macchine per la messa in opera di betoncino proiettato.

Secondo le fasi esecutive previste e secondo il cronoprogramma (doc. ref. 1422-A-FN-A-02-0), per realizzare le opere in progetto, è previsto l'impianto di un solo campo base, nelle vicinanze del bacino di monte.

Le aree che saranno interessate dai cantieri, al termine dei lavori in oggetto, dovranno essere ripristinate e riportate alle loro condizioni originali mediante lo smontaggio e la rimozione dei prefabbricati, la demolizione delle opere in cemento armato e dell'eventuale asfaltatura, la rimozione delle reti interrato e la stesa di terreno vegetale.

2.3 ORARIO DI LAVORO

A seconda del tipo di lavorazione, l'orario di lavoro previste può variare:

- lo scavo delle gallerie/caverne sarà interrotto, questo sia per ragioni tecniche che di sicurezza (i.e., stabilità degli scavi);
- i lavori per i rimanenti cantieri (e.g., lavori di movimentazione terra, opere di ingegneria civile, montaggi elettromeccanici, etc.) saranno effettuati normalmente, in ritmi settimanali.

2.4 AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere previste attualmente sono otto:

- A. Cantiere campo base
- B. Cantiere bacino di monte
- C. Cantiere fabbrica virole e officina
- D. Cantiere impianto betonaggio
- E. Cantiere deposito 1
- F. Cantiere deposito 2

G. Cantiere galleria accesso

H. Cantiere opera di presa di valle

Come riportato nel precedente paragrafo 2.2, il sistema generale di gestione della cantieristica comporta la presenza di un solo campo base in corrispondenza del cantiere di monte. La planimetria generale delle aree di cantiere è mostrata in un'apposita tavola, inserita nella documentazione di progetto (doc. ref. 1422-A-FN-D-03-0).

2.5 VIABILITÀ

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di una rete di viabilità di servizio: alcuni tratti si rendono necessari sia per la fase di cantiere che per la fase di normale esercizio dell'impianto, mentre altri tratti solo per la fase di cantiere.

Le opere costituenti l'impianto saranno raggiungibili attraverso la viabilità attualmente esistente (viabilità secondaria, strade sterrate), ma alcune di esse dovranno essere adeguate per consentire il transito dei mezzi di cantiere in piena sicurezza. Per i tratti interessati dagli adeguamenti, si prevede il miglioramento del fondo stradale ed eventuale creazione di allargamenti localizzati e/o ampliamenti. È utile sottolineare che durante l'operazione di selezione delle componenti dell'impianto si è tenuto conto della vicinanza alla viabilità esistente e dell'estensione dei tratti da adeguare, in modo da limitare sia l'impatto ambientale sia i costi di realizzazione di nuove strade e di adeguamento delle esistenti.

Nella planimetria delle aree di cantiere e delle viabilità (doc. ref. 1422-A-FN-D-03-0) sono indicati i tratti di strada di cui si prevede l'adeguamento o la creazione, che consistono in:

- Viabilità 1 (L ~ 60 m): creazione di un attraversamento di una canalizzazione esistente in calcestruzzo (fiumara che scarica acqua a mare) per collegare la SS18 al piazzale d'imbocco della galleria d'accesso alla centrale.
- Viabilità 2 (L ~ 420 m): adeguamento di una strada esistente in modo da consentire il transito dei mezzi di cantiere (accesso secondario all'area del bacino di monte) e da consentire l'accesso alla rampa del bacino di monte che consente di raggiungere il coronamento.
- Viabilità 3 (L ~ 1.000 m): adeguamento di una strada esistente in modo da consentire il transito dei mezzi di cantiere (per accedere all'ara di cantiere individuata per ubicare un impianto di betonaggio).

Una planimetria con le aree di cantiere e delle viabilità da adeguare e creare è riportata in Figura 1.

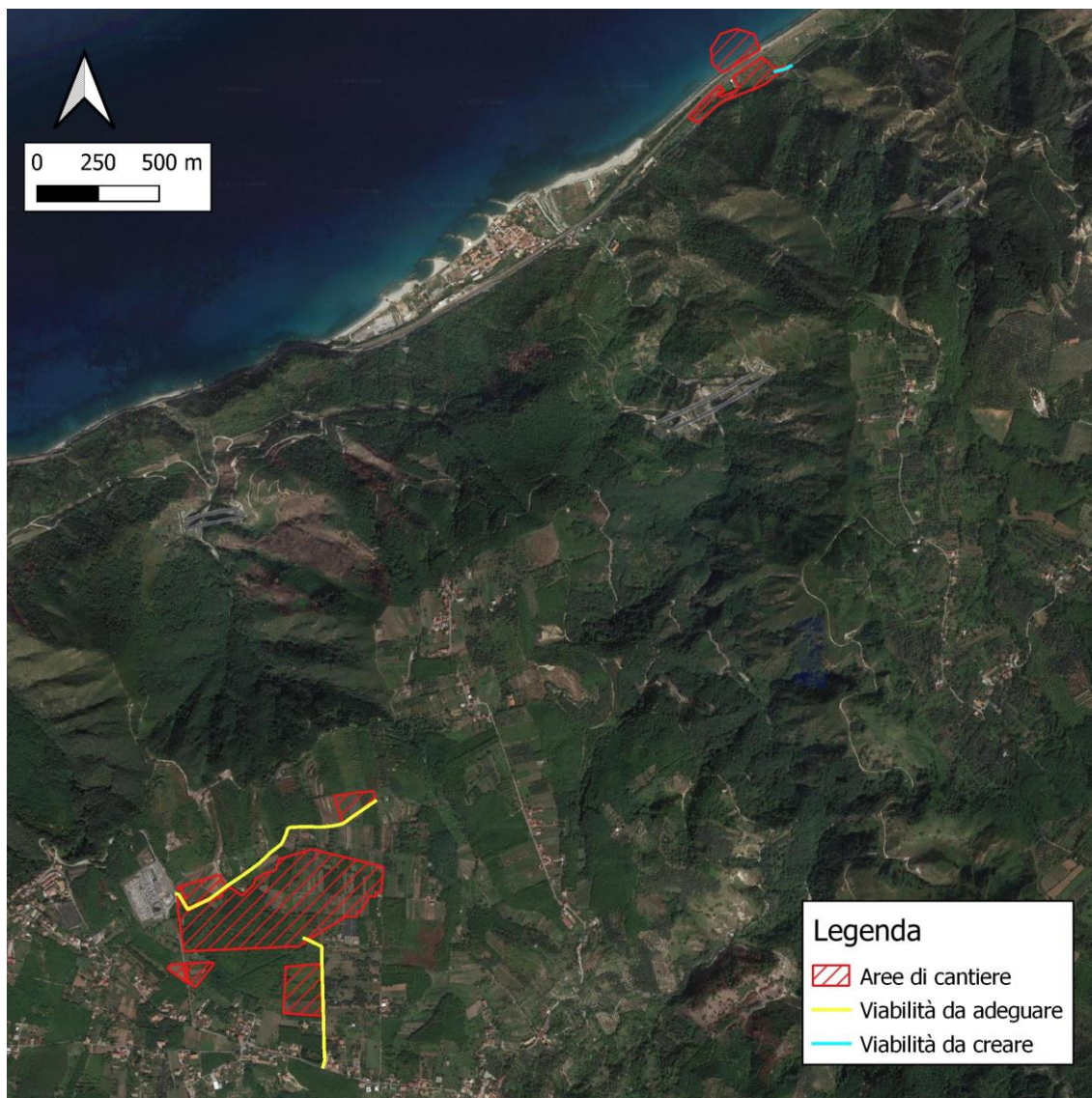


Figura 1 - Planimetria con indicazione delle aree di cantiere e delle viabilità da adeguare e da creare

2.6 TRATTAMENTO ACQUE

In ogni fase di lavoro le acque provenienti dagli scavi delle gallerie verranno captate ed evacuate mediate tubazioni fino ad apposito impianto di trattamento ubicato nel cantiere all'aperto antistante l'imbocco della galleria d'accesso, eventualmente con l'ausilio di stazioni intermedie di rilancio.

Per le acque reflue di lavorazione, ogni fronte di scavo o getto verrà attrezzato con apposito pozzetto di raccolta e tramite pompa di aggotamento verranno evacuate come descritto in precedenza.

Sia nel primo caso che nel secondo, le acque opportunamente trattate, una volta verificata la conformità ai limiti di cui all'Allegato 5 della Parte III del D.lgs. 152/2006, previa autorizzazione rilasciata dagli Enti competenti, saranno recapitate su corpo idrico superficiale.

3 CANTIERE CAMPO BASE

3.1 PREMESSA

L'area di cantiere è ubicata nell'area a nord-ovest del comune di Scilla, frazione Melia (Figura 2), in prossimità del confine con il comune di San Roberto. Vi si potrà accedere tramite l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 2". L'estensione complessiva è pari a circa 31.000 m².

Quest'area di cantiere conterrà al suo interno il campo base.

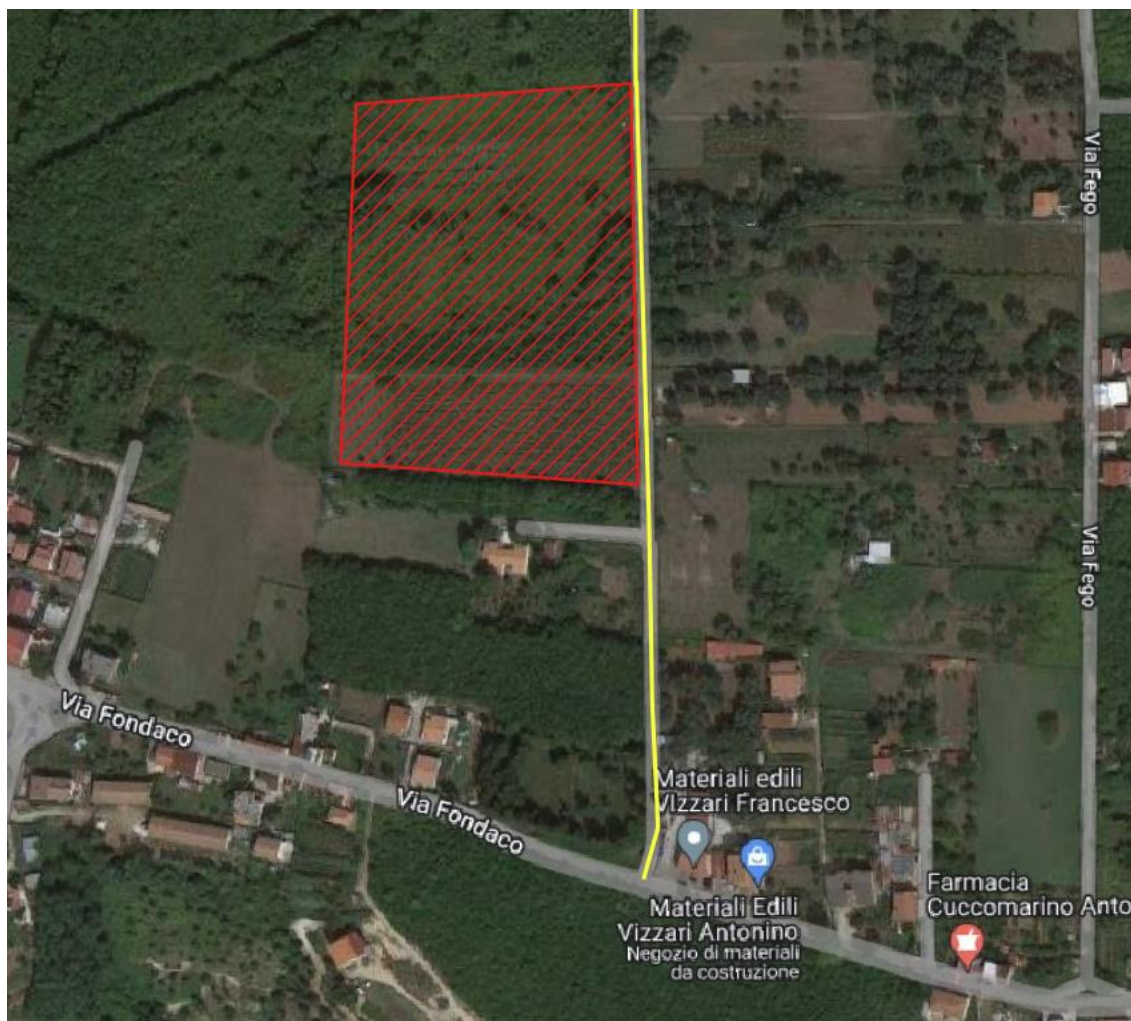


Figura 2 – Area cantiere campo base (in giallo la viabilità 2 da adeguare)

3.2 COMPONENTI PRINCIPALI DEL CAMPO BASE

Le componenti previste sono:

- Recinzione
- Edificio guardiania e servizi di sicurezza
- Parcheggio e parco macchine di servizio
- Zona di servizio
 - Uffici della DL e della Committenza
 - Uffici dell'impresa
 - Servizi igienici, spogliatoi e docce degli uffici

- Zona di ristoro
- Mensa
- Area tecnica
 - Deposito e ufficio topografia
 - Laboratorio terre
 - Laboratorio calcestruzzi
 - Deposito carote e campioni delle matrici ambientali
 - Magazzini equipaggiamenti e materiali diversi
 - Deposito casseforme
 - Serbatoio acqua per usi civili
 - Cassoni rifiuti
- Manutenzione macchine operatrici
 - Officina
 - Deposito pezzi di ricambio
 - Serbatoio carburante
 - Parcheggio mezzi d'opera
- Impianti
 - Impianto di trattamento dei materiali provenienti dagli scavi
 - Deposito materiali da scavi da trattare
 - Deposito materiali da scavi trattati da mettere in opera
 - Silo acqua lavaggi materiali da costruzione
 - Impianto di betonaggio
 - Impianto di frantumazione
 - Silo cemento
 - Deposito inerti
 - Silo acqua per impasti
 - Area di deposito e lavorazione dei ferri di armatura
 - Impianto di produzione dei conglomerati bituminosi
 - Deposito bitumi
 - Deposito inerti e additivi per conglomerato bituminoso
- Sistemi e servizi generali
 - Comunicazione
 - Illuminazione, impianti elettrici e di messa a terra
 - Generatore di emergenza
 - Serbatoio carburante del generatore
 - Potabilizzazione idrica
 - Trattamento liquami
 - Raccolta differenziata dei rifiuti
- Depositi ed aree di prestito
 - Deposito rifiuti
 - Deposito materiali provenienti dagli scavi da riutilizzare

- Deposito del terreno vegetale da riutilizzare

3.3 PARCO MACCHINE

Le auto di servizio saranno dei fuoristrada utili per raggiungere i vari punti del cantiere.

Si prevede:

- Servizio infermieristico
- Vetture fuoristrada
- Mezzi di lavoro

3.4 AREE DI SERVIZIO ED AREA TECNICA

Gli uffici della DL indicativamente comprenderanno le postazioni di lavoro per tecnici ed amministrativi di cantiere, archivio, sale riunioni, servizi igienici, etc.

Analoghi spazi saranno previsti per l'impresa, che si dovrà attrezzare per il controllo di produzione e per la preparazione degli *as-built*.

La zona ristoro consentirà l'incontro, il relax ed eventualmente servizi di mensa o spaccio.

Il laboratorio terre e calcestruzzi avrà una superficie complessiva di circa 250 m², compresi il deposito campioni e carote, e sarà gestito dall'impresa con la sorveglianza di un geotecnico della DL che disporrà di un proprio ufficio nel complesso.

Il magazzino occuperà un'area a sé ed è recintato. Esso sarà dotato di uno spazio chiuso e di uno all'aperto, ma coperto. Il magazzino verrà gestito dall'impresa.

3.5 AREA PER IL DEPOSITO DI MATERIALE SCIOLTO

All'interno dell'area di cantiere è da prevedere un'area per il deposito dei materiali sciolti derivanti dagli scavi; su quest'area sarà steso un geotessile (tessuto non tessuto); al termine dei lavori questo sarà rimosso e tutta l'area verrà completamente ripristinata.

3.6 MACCHINE OPERATRICI

Il parco delle macchine operatrici è importante al fine di poter eseguire le attività in progetto. Esso comprende:

- Macchine per la realizzazione di strade provvisorie e permanenti e per la loro manutenzione (i.e., *dozer* apripista, *dozer* pesanti, pale gommate e *dumper*, *grader* e rulli compattatori, autobotti con dispositivi di innaffiamento).
- Macchine per gli scavi in terra e in sezione obbligata, principalmente retroescavatori e pale gommate per il carico dei mezzi di trasporto, *dozer* medi per rappare e movimentare il materiale, *dumper*, retroescavatori leggeri per gli scavi di modeste dimensioni.
- Mezzi per realizzare pali, micropali e diaframmi (essenziali per la realizzazione di portali e per il sostegno degli scavi), macchine per la perforazione e la messa in opera di tiranti e ancoraggi.
- Macchine per il movimento terra, pale gommate da un metro cubo almeno, *dumppers* da 10-20 m³.

- Macchine per la stesa dei materiali da diga ed i riempimenti in genere, pale gommate, rulli lisci ed a piede di pecora per i materiali fini, rulli pesanti vibranti per materiali calcarei, rulli vibranti di piccole dimensioni per i filtri, retroescavatori con cucchiaio da 0,6 m³ e sbraccio da 6 m per le profilature.
- Compressori e vibratori per la stesa del calcestruzzo. Benne, pompe carrate da calcestruzzo.
- Macchine finitrici e rulli lisci per la stesa dei conglomerati bituminosi, mezzi di stesa dei conglomerati bituminosi nelle aree marginali e per la finitura.
- Gru e mezzi di sollevamento. Pompe di aggettamento, compressori, martelli demolitori, tirfor.
- Macchine per la perforazione ed il carotaggio di terre, roccia e conglomerati.
- Equipaggiamenti per la produzione e la manipolazione di materiale metallico, macchine da officina per il taglio, tornitura e fresatura, macchine per la produzione e la trasformazione di casseri in legno e metallo, macchine per il taglio e la piegatura dei ferri d'armatura.

4 CANTIERE BACINO DI MONTE

4.1 PREMESSA

L'area di cantiere è ubicata nell'area a nord-ovest del comune di Scilla, frazione Melia, in prossimità del confine con il comune di San Roberto (Figura 3). Vi si potrà accedere tramite l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 2" e la creazione della sopra citata "Viabilità 3". L'estensione complessiva è pari a circa 215.000 m².



Figura 3 – Area cantiere bacino di monte (in giallo le viabilità da adeguare: a nord viabilità 2 e a sud la viabilità 3)

4.2 OPERE DA REALIZZARE

4.2.1 BACINO DI MONTE

Il bacino è delimitato da un rilevato arginale da classificare come grande diga per via sia della sua altezza che del volume da esso invasato. Il bacino sarà impermeabilizzato internamente mediante un rivestimento in geocomposito. Esso sarà dotato di uno sfioratore di emergenza, di un sistema di raccolta e controllo dei drenaggi e da una strada di accesso all'interno del bacino.

I volumi principali dei movimenti terra, che costituiscono la lavorazione dominante, sono indicativamente:

- Scavi complessivi: circa 970.000 m³ (volume *in situ*, prima del rigonfiamento), di cui:
 - Circa 70.000 m³ di terreno vegetale (scotico)
 - Circa 800.000 m³ di depositi alluvionali e colluviali terrazzati

- Circa 100.000 m³ di sabbie di Vinco
- Riporti complessivi: Circa 1,000,000 m³ (volume *in situ*, considerando la compat-
tazione), di cui:
 - Terreno vegetale per rinverdimento sponde (derivante dallo scotico): circa
70,000 m³
 - Corpo diga, costituito da materiale derivante dallo scavo delle opere sotter-
ranee dell'impianto, opportunamente selezionato e pretrattato: circa
700,000 m³
 - Materiale ghiaioso per strato drenante e di protezione: circa 110,000 m³
 - Riporto sul la zona ovest del rilevato (costituito materiali provenienti dagli
scavi del bacino), in cui sarà ubicata la sottostazione elettrica: circa
120.000 m³

4.2.2 MOVIMENTI DI TERRA

Inizialmente, si prevede di eseguire lo scotico dell'area interessata dalla realizzazione del bacino, procedendo da Ovest verso Est. Si prevede che la totalità del terreno vege-
tale derivante da questa attività di scotico venga depositata temporaneamente nel can-
tiere stesso per poi essere riutilizzata per ricoprire i paramenti esterni del rilevato.

Contemporaneamente alla fase di scotico, si può procedere con lo scavo delle fonda-
zioni del rilevato, con le relative regolarizzazioni del fondo, sempre da Ovest verso Est.
Per la formazione del rilevato, si prevede di utilizzare i volumi di scavo derivanti dalla
realizzazione delle opere sotterranee (gneiss e paragneiss, scavati sia dal cantiere ba-
cino di monte che provenienti dal cantiere galleria accesso), ed eventualmente volumi di
scavo derivanti dallo scavo del bacino di monte ritenuti dotati di caratteristiche geoteci-
che simili a quelle dei sopra citati litotipi attraversati dalle opere sotterranee.

Contemporaneamente allo scavo delle fondazioni dovrà essere realizzato il sistema dre-
nante. Questo sistema di tubazioni e cunicoli dovrà essere progressivamente completato
procedendo con gli scavi in direzione Est. Sarà anche realizzato il cunicolo di scarico e
il canale di scarico dei drenaggi per consentire l'evacuazione delle portate che eventual-
mente defluiranno con l'approfondimento degli scavi (orientato verso un impluvio natu-
rale posto in zona nord-ovest dell'area di cantiere).

A seguito del completamento degli scavi di fondazione per ciascuna tratta, si procederà
all'erezione del rilevato, eseguita tramite riporto e compattazione successiva di strati di
30 cm. La stesa si può effettuare anche con condizioni meteo avverse (comunque non
estreme).

Contestualmente all'erezione del rilevato del bacino di monte, e compatibilmente con la
disponibilità dei volumi di scavo derivanti dagli altri cantieri, sul paramento esterno del
rilevato saranno riportati e compattati strati di 20 cm di materiale proveniente dagli scavi
del bacino di monte e delle opere in sotterraneo. Questi materiali (aventi minori qualità
geomeccaniche rispetto ai materiali che costituiscono il corpo del rilevato) dovranno es-
sere separati dal rilevato stesso tramite uno strato di sottofondo drenante da 25 cm.

Procedendo, dovranno essere realizzati i calcestruzzi dello sfioratore e degli accessi al cunicolo di ispezione e drenaggio, avvalendosi dell'impianto di betonaggio previsto in un'apposita area di cantiere (§ 6).

Sulle aree del fondo del bacino in cui gli scavi sono conclusi, sarà possibile eseguire la stesa del geocomposito (conforme al bollettino ICOLD 135) e di uno strato di pietrisco privo di fini di 25 cm.

Dopo aver terminato i movimenti terra, saranno ultimati i completamenti della stesa di geocomposito sulle sponde interne del bacino di monte, del conglomerato bituminoso sul coronamento (pista asfaltata che corre lungo il coronamento), del terreno vegetale sul paramento esterno del rilevato e saranno realizzate le opere di finitura finali (tra cui la rampa di accesso ubicate sul lato sud-est del bacino).

Dal lato nord-ovest del bacino di monte, presso cui si trova lo sfioratore di superficie, è prevista la realizzazione di una tubazione volta a convogliare gli eventi meteorici straordinari associati alla pioggia con tempo di ritorno di 3.000 anni (in caso estremo) ed i drenaggi interni del bacino di monte verso il pozzo delle sbarre (§ 4.2.5). Per questa condotta (interrata), si prevede lo scavo di una trincea, in cui sarà posata e ritombata una condotta avente diametro nominale di circa 350 mm.

Dal lato nord-ovest del bacino di monte, si prevede di realizzare un cunicolo d'accesso per poter raggiungere il cunicolo di ispezione e drenaggio del bacino di monte.

4.2.3 OPERA DI PRESA DI MONTE

Terminato lo scavo localizzato per l'opera di presa di monte presso l'area ad Ovest del bacino, si prevede la realizzazione di un pozzo verticale avente diametro interno di 4,2 m e profondità di circa 670 m. Questo pozzo ha lo scopo di raccordare l'opera di presa (realizzata tramite un calice in calcestruzzo armato) alla biforcazione posta a monte della centrale in caverna.

Si prevede di realizzare l'opera con il metodo del *raise boring*, scavando dunque il pozzo dal basso verso l'alto. Dopo aver posizionato l'attrezzatura di scavo RBM (*Raise Borer Machine*), il primo passaggio è la realizzazione di un foro pilota di piccolo diametro, fino al raggiungimento del livello inferiore; qui l'utensile di perforazione precedentemente utilizzato viene sostituito da una testa fresante avente le dimensioni del diametro di scavo da realizzare: con verso opposto alla prima fase di perforazione, la testa viene tirata verso l'attrezzatura RBM e si realizza il pozzo vero e proprio. Lo scavo tramite *raise boring* sarà possibile una volta terminato lo scavo della centrale in caverna e delle vie d'acqua a monte della stessa. Prima dello scavo tramite *raise boring*, si procederà ad un consolidamento del terreno tramite trattamenti colonnari in *jet grouting* per una profondità di circa 50 m (in cui ci si attende di incontrare sabbie di Vinco).

Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato tramite la caverna posta alla base del pozzo e la galleria d'accesso alla centrale in caverna (§ 9.3.2), e caricato su autocarri che lo trasporteranno ad un'apposita area di deposito all'interno del cantiere galleria d'accesso.

Il pozzo così ottenuto ospiterà una condotta metallica (costituita da virole saldate) avente diametro interno di 4,2 m e spessore variabile. Ogni virola (di cui si ipotizza una lunghezza di 12 m) sarà realizzata nella relativa officina (fabbrica virole), trasportata verso il pozzo, sollevata tramite un apposito castello, saldata alla virola precedente ed infine calata nel pozzo per 12 m. Il processo viene poi ripetuto con le virole successive. Le saldature saranno pertanto eseguite all'aperto, così come le verifiche sulle stesse.

Data la lunghezza della condotta (circa 670 m), è stata prevista la suddivisione di questo processo in due fasi: i) dopo aver calato la prima metà della condotta metallica (circa 300 m), si procede al completo riempimento (inghisaggio) dell'anello che si creerà tra la condotta metallica ed il pozzo scavato nella roccia. Il getto verrà eseguito con speciale pompa stazionaria con tubi di getto; ii) Dopo aver realizzato la seconda metà della condotta, questa sarà calata e saldata alla metà sottostante internamente al pozzo. Seguirà anche in questo caso l'inghisaggio della stessa.

Al termine delle suddette fasi, sarà eseguito il getto del calice in calcestruzzo armato, che costituisce la parte sommitale dell'opera di presa di monte.

4.2.4 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

Ad ovest rispetto al bacino di monte, si prevede l'esecuzione di un piazzale adibito ad ospitare la sottostazione elettrica di alta tensione.

4.2.5 POZZO SBARRE

Nella zona nord-est del piazzale della sottostazione elettrica, si prevede lo scavo di un pozzo verticale avente diametro interno di 7 m e profondità di circa 650 m. Questo pozzo ha lo scopo di ospitare le sbarre in media tensione che collegano i trasformatori della sottostazione elettrica ai motori-generatori della centrale in caverna.

Si prevede di realizzare l'opera con metodo tradizionale (centine, *spritz beton* e chiodatura), scavando dunque il pozzo a fondo cieco. Il diametro di scavo sarà di circa 8,5 m. Si prevede un rivestimento iniziale del pozzo con spessore variabile tra i 15 ed i 30 cm. Nella fase iniziale si prevede la realizzazione di pali concatenati aventi profondità di circa 60 m (in cui ci si attende di incontrare depositi alluvionali e colluviali terrazzati e sabbie di Vinco).

Raggiunta la base del pozzo, si procede con lo scavo di una caverna avente dimensioni in pianta di circa 13 x 27 m ed una altezza al colmo della volta di 12 m. Per lo scavo della camera si prevede l'utilizzo di un metodo *drill & blasting*.

Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato dall'alto tramite carroponete, depositato in tramogge e caricato su autocarri che lo condurranno ad un'apposita area di deposito all'interno del cantiere.

4.2.6 CUNICOLO SBARRE

Per lo scavo ed il consolidamento di questa galleria, data la prevista serie geologica (gneiss occhiadini, paragneiss e scisti biotitici), si prevede di avanzare in tradizionale garantendo quindi un controllo della geometria e degli eventuali extra-scavi e con fronte

irrorato da ugelli per abbattimento polveri o con escavatore idraulico attrezzato con martellone idraulico/benna dentata.

Lo smarino derivante dagli scavi di questa galleria sarà evacuato tramite il pozzo sbarre.

4.2.7 GALLERIA D'ACCESSO ALLA VOLTA DELLA CENTRALE IN CAVERNA

Per lo scavo ed il consolidamento di questa galleria, data serie geologica sopra descritta, si prevede di avanzare in tradizionale garantendo quindi un controllo della geometria, degli eventuali extra-scavi e con fronte irrorato da ugelli per abbattimento polveri o con escavatore idraulico attrezzato con martellone idraulico/benna dentata.

Lo smarino derivante dagli scavi di questa galleria sarà evacuato tramite il pozzo sbarre.

4.2.8 CENTRALE IN CAVERNA

Raggiunta la volta della centrale tramite un'apposita galleria (citata al § 4.2.7 e riportata in Figura 4), si procederà allo scavo completo della volta (tramite scavo di n. 2 cunicoli laterali e successivo scavo del nucleo centrale). Terminata la volta, si procederà allo scavo in ribasso del corpo della centrale, in fasi consecutive di scavo e consolidamenti mediante bulloni e *spritz beton*. I ribassi proseguiranno fino a giungere a quota della base della centrale. Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato inizialmente tramite la galleria che raggiunge la volta della caverna (§ 4.2.7), il cunicolo sbarre (§ 4.2.6) e successivamente tramite la galleria d'accesso alla centrale in caverna (§ 9.3.2, che raggiunge la quota del piano di lavoro, pari a -61 m s.l.m.).

Sul piano della sala macchine si imposteranno quindi le compartimentazioni per l'alloggiamento dei gruppi idroelettrici e dei componenti ausiliari.

Al completamento delle opere di sostegno della caverna, ed una volta terminato lo scavo ed il consolidamento della galleria d'accesso alla centrale (§ 9.3.2), verranno installate ed inghisate le macchine idrauliche, montate le componenti elettriche, e realizzati i locali tecnici e quanto necessario per consentire il corretto funzionamento dell'impianto.

A partire dalla centrale, saranno scavate tramite metodo tradizionale le gallerie poste a monte ed a valle della stessa che costituiscono le diramazioni e le biforcazioni delle vie d'acqua.

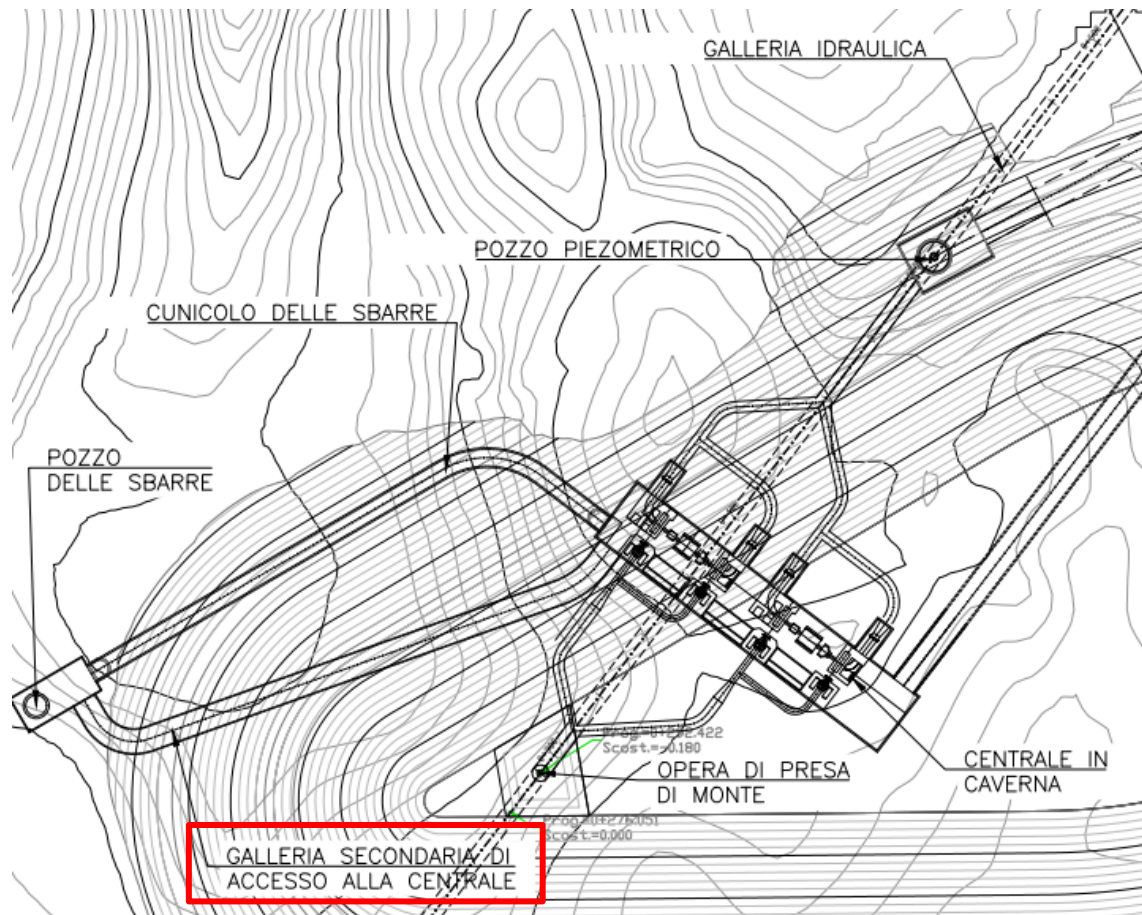


Figura 4 - Planimetria con indicazione (riquadro rosso) della galleria d'accesso alla volta della centrale in caverna

5 CANTIERE FABBRICA VIROLE E OFFICINA

Questo cantiere verrà ubicato nell'area a nord-ovest del comune di Scilla, frazione Melia, in prossimità del confine con il comune di San Roberto (Figura 5). Vi si potrà accedere tramite l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 2". L'estensione complessiva è pari a circa 14.000 m².

L'area di cantiere conterrà la fabbrica virole e l'officina.



Figura 5 – Area cantiere fabbrica virole e officina (in giallo la viabilità 3 da adeguare)

Per la fabbricazione delle virole l'area verrà attrezzata con capannoni adibiti alle attività di calandratura, sabbiatura e verniciatura. All'interno del cantiere si prevedono aree per lo stoccaggio temporaneo delle virole e dei pezzi speciali in acciaio (i.e., raccordi e spicchi di biforcazioni).

Per la spianatura dell'area si prevede lo scotico del terreno superficiale e una pavimentazione con stabilizzato e successiva pavimentazione in cementato, dove necessario.

Si prevede inoltre di dedicare una porzione di questa area di cantiere per la realizzazione di un'officina per i mezzi di cantiere.

6 CANTIERE IMPIANTO BETONAGGIO

L'area di cantiere è ubicata nell'area a nord-ovest del comune di Scilla, in prossimità del confine con il comune di San Roberto (Figura 2). Vi si potrà accedere tramite l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 3". L'estensione complessiva è pari a circa 12.500 m². Quest'area di cantiere conterrà al suo interno un impianto di betonaggio, un impianto di frantumazione e vagliatura.



Figura 6 – Area cantiere impianto betonaggio (in giallo la viabilità 3 da adeguare)

Nell'area di cantiere, prossima alla viabilità da adeguare, è prevista la creazione di un impianto di betonaggio di medie dimensioni temporaneo per il confezionamento del calcestruzzo e del calcestruzzo proiettato (*spritz beton*), costruito secondo le più moderne tecniche, nel modo più compatto e protetto possibile, così da evitare al massimo la dispersione nell'ambiente circostante di rumori e polveri. L'impianto sarà schermato da opportune barriere con funzione di protezione dell'ambiente circostante (i.e., polveri, rumore).

Presso il cantiere saranno previsti anche l'impianto di vagliatura e di frantumazione di piccole dimensioni.

Nel caso in cui a seguito di prove di laboratorio (e.g., Los Angeles, gelività, determinazione della silice amorfa, etc.), il materiale proveniente dagli scavi risultasse di buona qualità, esso potrebbe essere reimpiegato, tramite opportuni trattamenti, come materiale inerte per il confezionamento del calcestruzzo: per questo scopo, presso il cantiere in

questione si prevede l'installazione di impianti di frantumazione e vagliatura. Questa gestione dello smarino minimizza l'impatto del trasporto dei materiali dalle cave, ma richiede che siano installati degli impianti e siano effettuati dei controlli di qualità direttamente in sito. Ad ogni modo, qualora ne sorgesse la necessità, ed a seconda delle scelte dell'impresa esecutrice, sarà possibile far trasportare direttamente presso il cantiere inerti prodotti e selezionati in cava nelle granulometrie e con i controlli di qualità previsti assicurati all'origine. .

Nell'area di cantiere devono essere previsti depositi minimi di inerti per calcestruzzi e per i conglomerati bituminosi, in modo da non avere le lavorazioni di stesa condizionate dai trasporti esterni.

I sili per inerti da calcestruzzi e conglomerati bituminosi in sito sono anche necessari per preservare la qualità dell'inerte dalla pioggia e dalla polvere e per l'alimentazione automatica delle bilance.

Nell'area interessata dal deposito sarà steso un geotessile (tessuto non tessuto); al termine dei lavori questo sarà rimosso e tutta l'area sarà completamente ripristinata.

Una porzione di quest'area di cantiere dovrà essere impermeabilizzata e sarà attrezzata con:

- Aree di deposito per materiali (centine, bulloni, etc.) e terre e rocce da scavo (TRS).
- Aree deposito rifiuti.
- Serbatoi di gasolio.
- etc.

7 CANTIERE DEPOSITO 1

L'area di cantiere è ubicata nell'area a nord-ovest del comune di Scilla, frazione Melia, in prossimità del confine con il comune di San Roberto (Figura 7). Si prevede di dedicare questa area al deposito dei materiali sciolti derivanti dalle opere sotterranee (scavate dal cantiere bacino di valle) e dal cantiere del bacino di monte. Si prevedono piccole movimentazioni di terreno in modo da facilitare l'accesso all'area da parte dei mezzi di cantiere. Nell'area interessata dal deposito sarà steso un geotessile (tessuto non tessuto); al termine dei lavori questo sarà rimosso e tutta l'area sarà completamente ripristinata. Tale area è accessibile tramite la strada "Via Provinciale", ed ha un'estensione complessiva pari a circa 3.000 m².



Figura 7 – Area cantiere deposito 1

8 CANTIERE DEPOSITO 2

L'area di cantiere è ubicata nell'area a nord-ovest del comune di Scilla, frazione Melia, in prossimità del confine con il comune di San Roberto (Figura 8). Si prevede di dedicare questa area al deposito dei materiali sciolti derivanti dalle opere sotterranee (scavate dal cantiere bacino di valle) e dal cantiere del bacino di monte. Si prevedono piccole movimentazioni di terreno in modo da facilitare l'accesso all'area da parte dei mezzi di cantiere. Nell'area interessata dal deposito sarà steso un geotessile (tessuto non tessuto); al termine dei lavori questo sarà rimosso e tutta l'area sarà completamente ripristinata. Tale area è accessibile tramite la strada "Via Provinciale", ed ha un'estensione complessiva pari a circa 7.000 m².

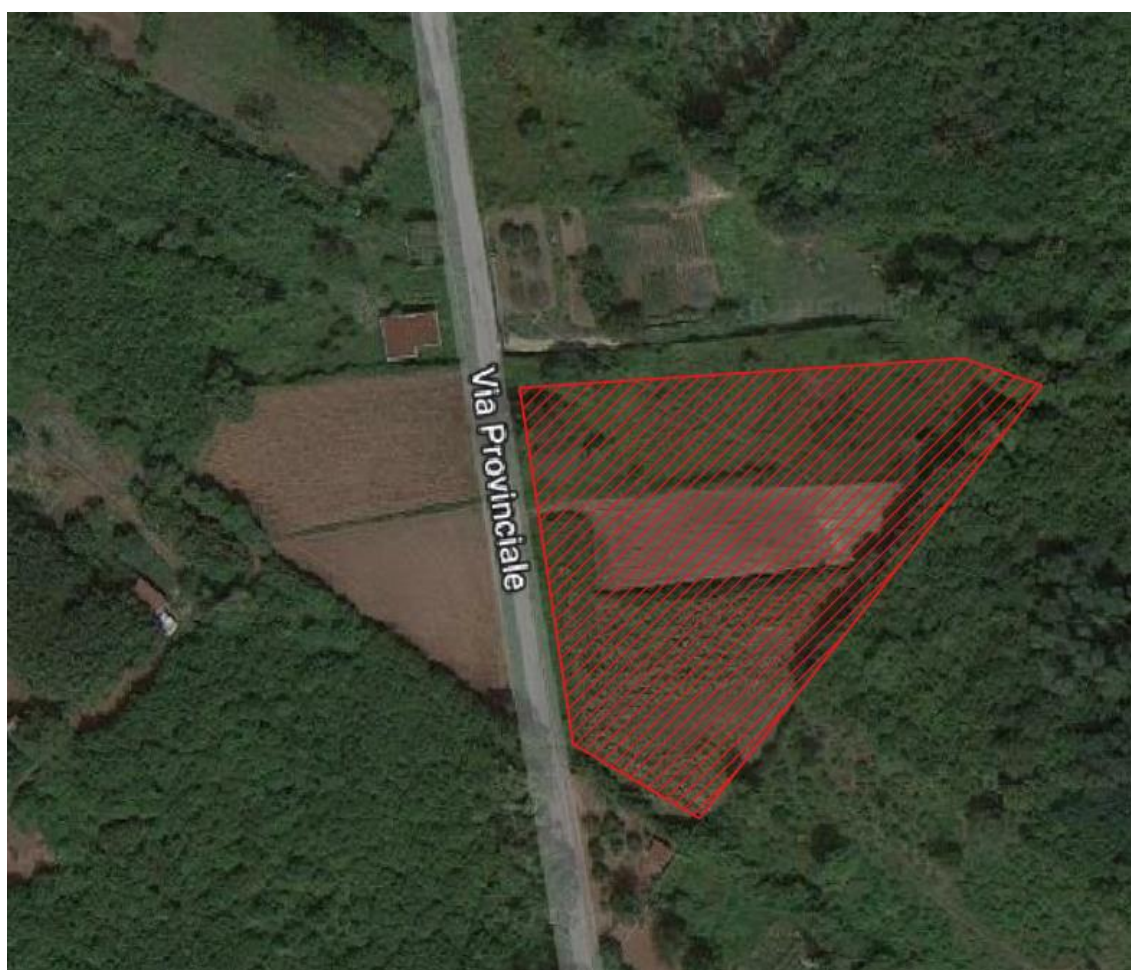


Figura 8 – Area cantiere deposito 2

9 CANTIERE GALLERIA ACCESSO

9.1 PREMESSA

L'area di cantiere (Figura 9) è ubicata nell'area centro-nord del comune di Scilla, e ricade anche parzialmente nel territorio del comune di Bagnara Calabria (limitatamente alla nuova viabilità da realizzare). Vi si potrà accedere tramite la creazione della sopra citata "Viabilità 1". L'estensione complessiva è pari a circa 25.000 m².

Quest'area di cantiere conterrà al suo interno la fabbrica dei conci della TBM, un impianto di frantumazione e vagliatura ed un impianto di betonaggio.

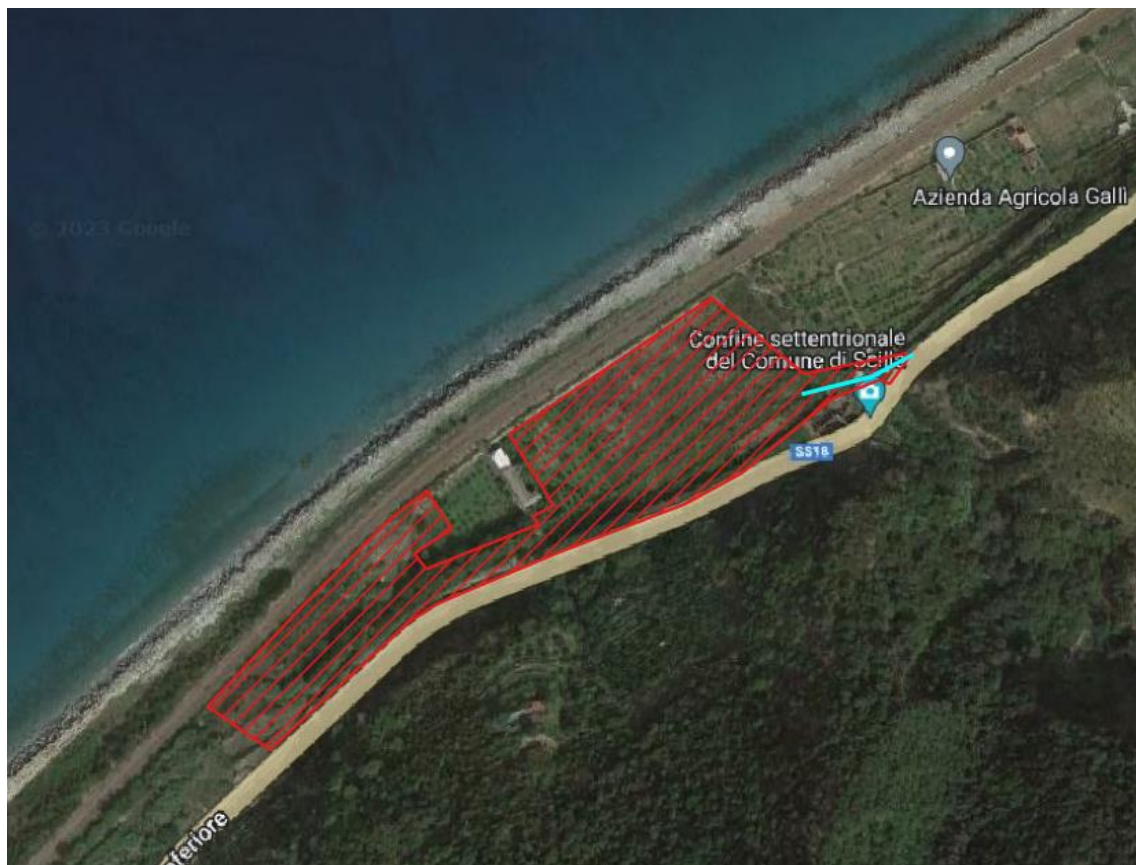


Figura 9 – Area cantiere galleria accesso (viabilità da creare 1 in ciano)

Il materiale di scavo derivante dalle opere sotterranee sarà trasportato e depositato sia nella medesima area di cantiere, nel cantiere deposito 1 e 2 (§ 7 e § 8), e nel cantiere bacino di monte (§ 4) e comunque verrà diviso a seconda delle sue caratteristiche geomeccaniche. Il trasporto sarà effettuato tramite autocarri.

9.2 FABBRICA CONCI TBM

Nell'area di cantiere sarà allestita una fabbrica adibita alla fabbricazione di conci in calcestruzzo armato, necessari per il consolidamento della galleria di aspirazione/scarico (§ 9.3.6), nonché un'area di stoccaggio dei conci, un impianto di betonaggio di calcestruzzo e *spritz beton*, un impianto di frantumazione ed un'officina a servizio della TBM. Al termine dei lavori tutti gli impianti provvisori saranno rimossi e tutta l'area sarà completamente ripristinata.

9.3 OPERE DA REALIZZARE

9.3.1 IMBOCCO DELLA GALLERIA D'ACCESSO ALLA CENTRALE

Presso l'imbocco della galleria d'accesso alla centrale, l'area sarà pavimentata ed attrezzata con:

- Ventilatori silenziati (con emissioni entro i parametri di legge) sulla finestra di imbocco.
- Cabina elettrica di trasformazione da utenza in loco in MT o BT.
- Gruppo di elettrocompressori silenziati per fornitura d'aria compressa ai fronti di scavo e getto.
- Impianto di trattamento acque reflue provenienti dagli scavi con recapito in corpo idrico recettore nelle vicinanze (previa autorizzazione rilasciata dagli enti).
- Tramogge per deposito provvisorio materiale di scavo.
- Servizi igienici per il personale di cantiere.
- etc.

9.3.2 GALLERIA D'ACCESSO ALLA CENTRALE

Per lo scavo ed il consolidamento di questa galleria, data la prevista serie geologica descritta in precedenza, si prevede di avanzare in tradizionale garantendo quindi un controllo della geometria e degli eventuali extra-scavi e con fronte irrorato da ugelli per abbattimento polveri o con escavatore idraulico attrezzato con martellone idraulico/benna dentata.

Lo smarino derivante dagli scavi di questa galleria sarà evacuato tramite la medesima galleria.

9.3.3 GALLERIA D'ACCESSO ALLA SOMMITÀ DEL POZZO PIEZOMETRICO

Per lo scavo ed il consolidamento di questa galleria, data la prevista serie geologica, si prevede di avanzare in tradizionale garantendo quindi un controllo della geometria e degli eventuali extra-scavi e con fronte irrorato da ugelli per abbattimento polveri o con escavatore idraulico attrezzato con martellone idraulico/benna dentata.

Questa galleria si dirama dalla galleria d'accesso alla centrale in caverna, e termina presso la caverna ubicata presso la sommità del pozzo piezometrico.

Una volta che lo scavo della galleria d'accesso alla centrale raggiunge il punto che fungerà da bivio con la galleria d'accesso al pozzo piezometrico, i fronti di scavo di queste due gallerie possono procedere contemporaneamente.

Lo smarino derivante dagli scavi di questa galleria sarà evacuato tramite la galleria d'accesso alla centrale.

9.3.4 POZZO PIEZOMETRICO

Terminata la galleria d'accesso alla sommità del pozzo piezometrico citata al § 9.3.2, si procede con lo scavo di una caverna avente una dimensioni in pianta pari a 17,6 x 26,3 m ed un'altezza di circa 13 m. Per lo scavo della camera si prevede l'utilizzo di un metodo *drill & blasting*.

Per la realizzazione del pozzo piezometrico è previsto uno scavo di un pozzo verticale suddiviso in due sezioni: un tratto profondo 70 m avente un diametro interno di 10 m, ed un tratto profondo circa 25 m avente un diametro interno di 1,8 m.

Si prevede di realizzare l'opera in due fasi distinte: in prima fase, è previsto l'utilizzo della tecnica del *raise boring* raggiungendo il diametro di perforazione previsto per il tratto inferiore del pozzo piezometrico. Successivamente, si procederà dall'alto verso il basso con l'alesaggio del foro nel tratto superiore fino a raggiungere il diametro finale di scavo previsto dal progetto.

Dopo aver posizionato l'attrezzatura di scavo RBM (*Raise Borer Machine*) presso la caverna posta alla sommità del pozzo piezometrico, si eseguirà un primo passaggio realizzando un foro pilota di piccolo diametro, fino al raggiungimento del livello inferiore; qui l'utensile di perforazione precedentemente utilizzato viene sostituito da una testa frestante avente le dimensioni del diametro di scavo da realizzare: con verso opposto alla prima fase di perforazione (dal basso verso l'alto), la testa viene tirata verso l'attrezzatura RBM e si realizza il cunicolo vero e proprio.

Attraverso il pozzo piezometrico verranno calate ed inghisate con calcestruzzo le virole metalliche aventi diametro di 1,8 m relative alla strozzatura; a tal fine, è prevista la presenza di un monotrave.

9.3.5 POZZO PARATOIE

L'area in cui ricade il pozzo paratoie costituisce il punto di attacco per lo scavo delle vie d'acqua che, nel tratto iniziale, saranno realizzate tramite scavo di tipo tradizionale. All'interno di queste ultime sarà collocata la TBM, per avviare lo scavo meccanizzato della galleria di aspirazione scarico verso monte.

Pertanto, nell'area del pozzo paratoie, sarà realizzato uno scavo avente pianta rettangolare di dimensioni pari a circa 20 x 8 m e profondo circa 18 m (dimensioni necessarie per calare le componenti della TBM alla quota delle vie d'acqua).

Una volta completato lo scavo della galleria d' aspirazione e scarico, potrà essere realizzata la struttura definitiva del pozzo paratoie; quest'ultimo avrà un diametro interno di 7 m, e pertanto si procederà ad un ritombamento del volume residuo tra il pozzo e lo scavo a pianta rettangolare necessario per la TBM.

Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato tramite una autogrù stazionante nel piazzale previsto esternamente al pozzo paratoie, depositato in tramogge e caricato su autocarri che lo condurranno alla destinazione finale.

Il getto del pozzo avverrà dal basso verso l'alto, alimentato da pompa di calcestruzzo autocarrata posizionata nell'area di cantiere del pozzo stesso.

Una volta terminato il consolidamento del pozzo ed il getto della galleria idraulica compreso tra il pozzo paratoie e l'opera di presa, si procederà ai getti di prima fase per le carpenterie delle paratoie e quindi al montaggio delle paratoie medesime.

9.3.6 GALLERIA DI ASPIRAZIONE/SCARICO

Per il tratto di vie d'acqua della galleria di aspirazione/scarico tra il pozzo paratoie e la centrale in caverna, si prevede di eseguire lo scavo tramite TBM (*Tunnel Boring Machine*) di tipo chiuso che consente una velocità di esecuzione adeguata alla realizzazione di questo lungo tratto di galleria. Il diametro di scavo della TBM è pari a 5,2 m.

Per il consolidamento della galleria scavata con TBM, si prevede la posa di conci prefabbricati in calcestruzzo, i quali vengono realizzati presso l'area di cantiere.

Lo scavo della TBM terminerà in corrispondenza della centrale in caverna, da cui avverrà il recupero della TBM.

Solo un breve tratto iniziale della galleria idraulica a partire dal pozzo paratoie e procedendo verso la centrale verrà realizzato con tecnica di scavo in tradizionale al fine di consentire il sottopasso stradale, dopodiché superata la sede stradale verrà montata la fresa che consentirà lo scavo meccanizzato della galleria idraulica.

Analogamente, anche il tratto della galleria idraulica che dal pozzo paratoie si connette con l'opera di presa a mare verrà realizzato con tecnica di scavo in tradizionale al fine di consentire il sottopasso ferroviario (in cui si prevede di eseguire, oltre ad interventi di pre-consolidamento e sostegno degli scavi, anche la predisposizione di interventi aggiuntivi a sostegno dei binari, come ponti Essen o interventi similari). Lo scavo di questo tratto sarà preceduto da una serie di interventi dall'alto (colonne di *jet grouting* compenetrante eseguite dalla superficie) eseguiti lungo il tracciato della galleria in modo da impermeabilizzare gli scavi.

Il materiale di scavo sarà trasportato all'esterno e diviso per tipologia di materiale, a seconda delle sue caratteristiche geomeccaniche. Tale divisione permetterà di inviare alle diverse destinazioni il materiale stesso mediante appositi autocarri.

10 CANTIERE OPERA DI PRESA DI VALLE

10.1 PREMESSA

L'area di cantiere è ubicata in mare, in prossimità del confine comunale tra i comuni di Scilla e di Bagnara Calabria, e dall'altro lato della ferrovia rispetto al cantiere galleria d'accesso (Figura 2). L'estensione complessiva è pari a circa 23.000 m².

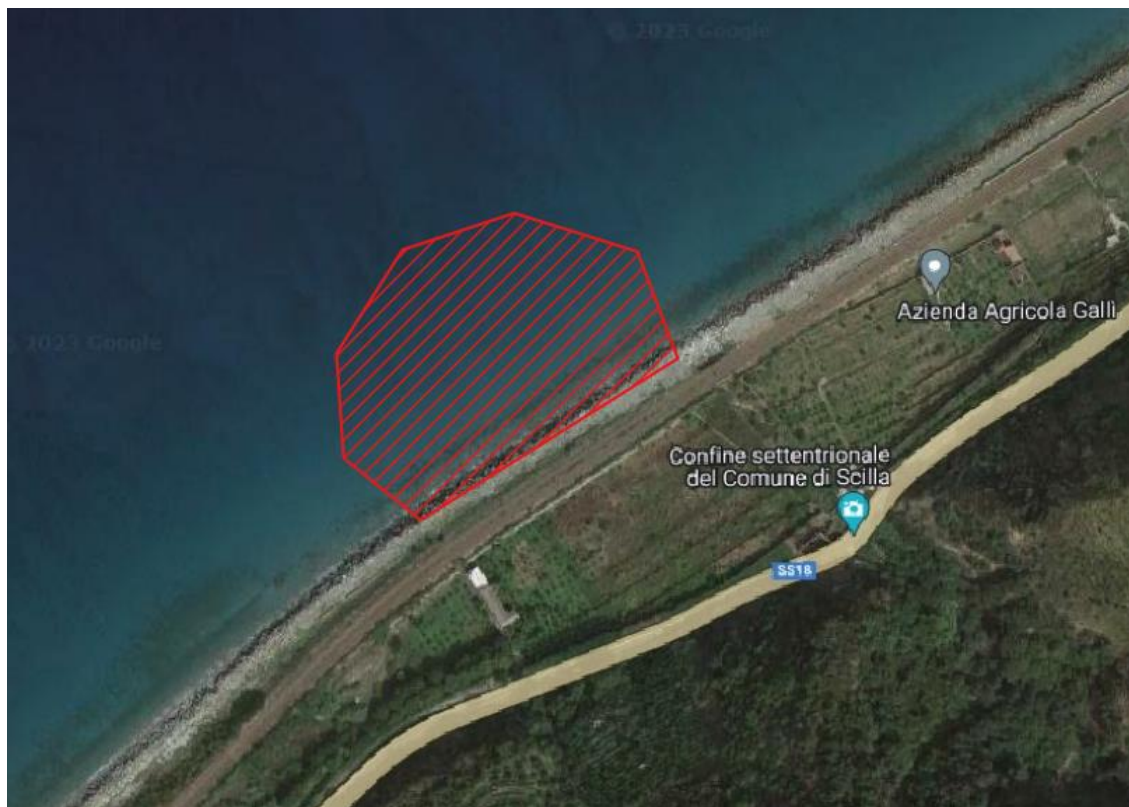


Figura 10 – Area cantiere opera di presa di valle

10.2 OPERA DI PRESA DI VALLE

La realizzazione dell'opera di presa di valle costituisce uno degli elementi di maggior complessità dell'opera in progetto.

In questa fase si è quindi ipotizzato una gestione del cantiere che tenga conto dello scenario più sfavorevole, ovvero quello della presenza di fratturazioni della roccia e presenza di sedimento in corrispondenza delle parti a mare.

In merito a quest'ultimo aspetto si è eseguita una specifica attività di rilievo geosismico a mare attraverso sub bottom profiler che ha evidenziato in corrispondenza dell'opera a mare uno strato di sedime incoerente della potenza di circa 2-3 metri.

Questi due fattori hanno suggerito una metodologia che garantisca una sostanziale impermeabilità del sito di escavo attraverso la costruzione di una barriera impermeabilizzante attraverso dei pali/micropali (vedi Figura 11) integrata a mare dall'infissione di pali battuti dotati di gargami di collegamento (vedi esempio in Figura 12). In tal modo sarà assicurata sia l'impermeabilità dell'area di escavo (ovvero la gestione di venute d'acqua controllabili con aggettamenti standard) sia il contenimento del sedimento a mare.

Si è ipotizzato di suddividere la realizzazione dell'opera in 6 fasi:

- Fase 1: Realizzazione parziale dell'opera frangiflutti esterna a protezione del cantiere dell'opera di presa (Figura 13)
- Fase 2: Realizzazione delle opere di sostegno e contenimento temporanee dell'area di cantiere dell'opera di presa (Figura 14)
- Fase 3: Realizzazione dell'opera di presa (Figura 15)
- Fase 4: Realizzazione opera a gettata a protezione dell'opera di presa (Figura 16)
- Fase 5: Rimozione delle opere di sostegno e contenimento (Figura 17)
- Fase 6: Completamento dell'opera frangiflutti a gettata (Figura 18)

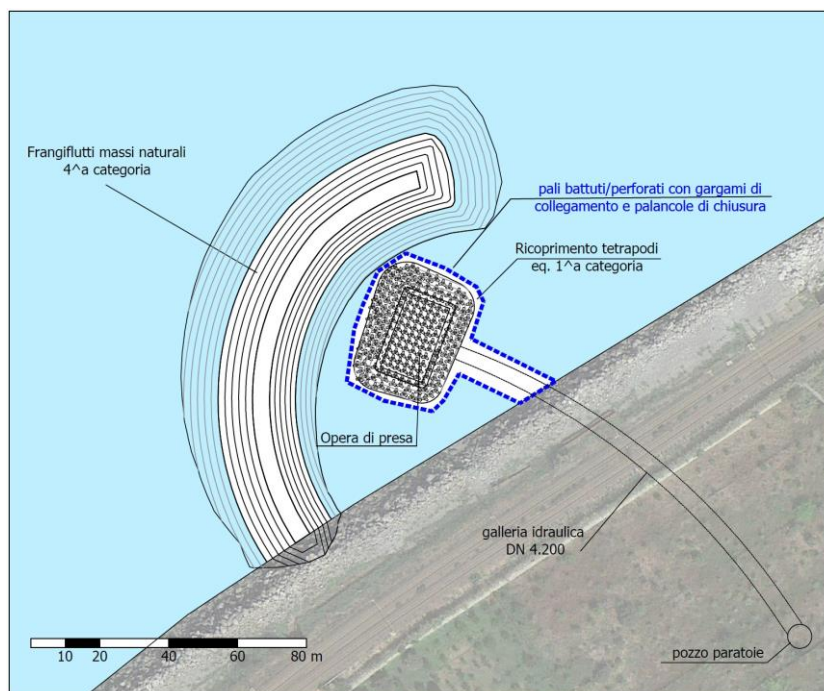


Figura 11 – schematizzazione soluzione adottata per garantire le fasi di escavo della galleria di a-provvigionamento e l'inserimento dell'opera di presa a mare



Figura 12 – Esempio di palo battuto con gargame di collegamento

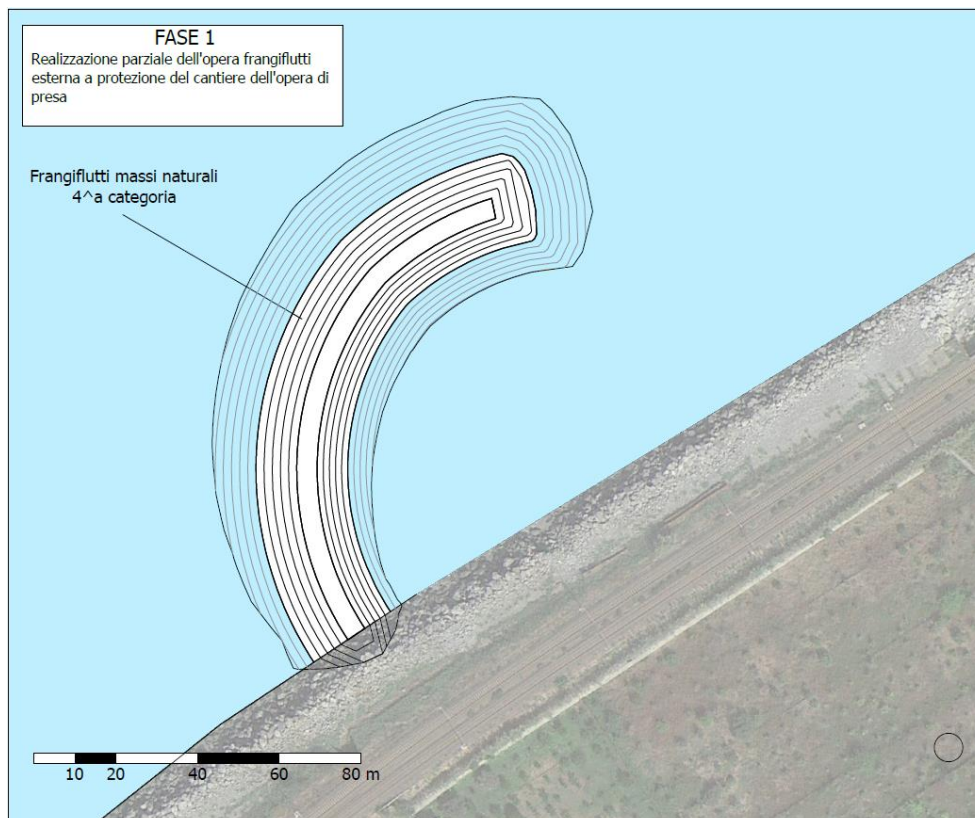


Figura 13 – Fase 1: Realizzazione parziale dell'opera frangiflutti esterna a protezione del cantiere dell'opera di presa

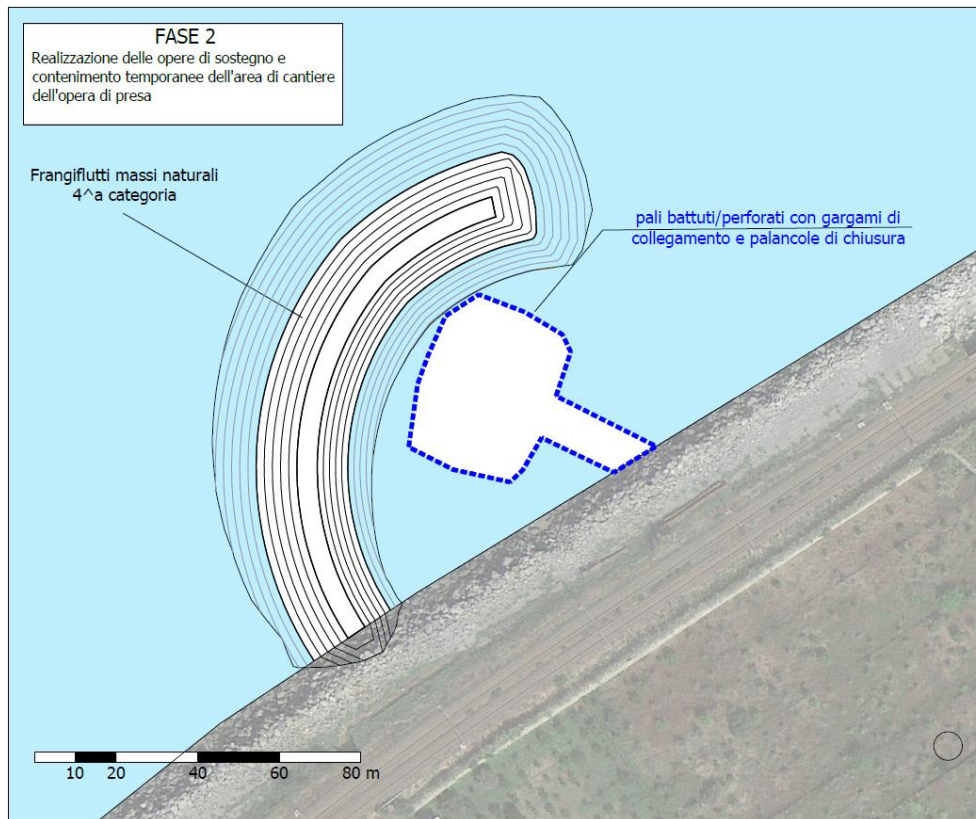


Figura 14 – Fase 2: Realizzazione delle opere di sostegno e contenimento temporanee dell'area di cantiere dell'opera di presa

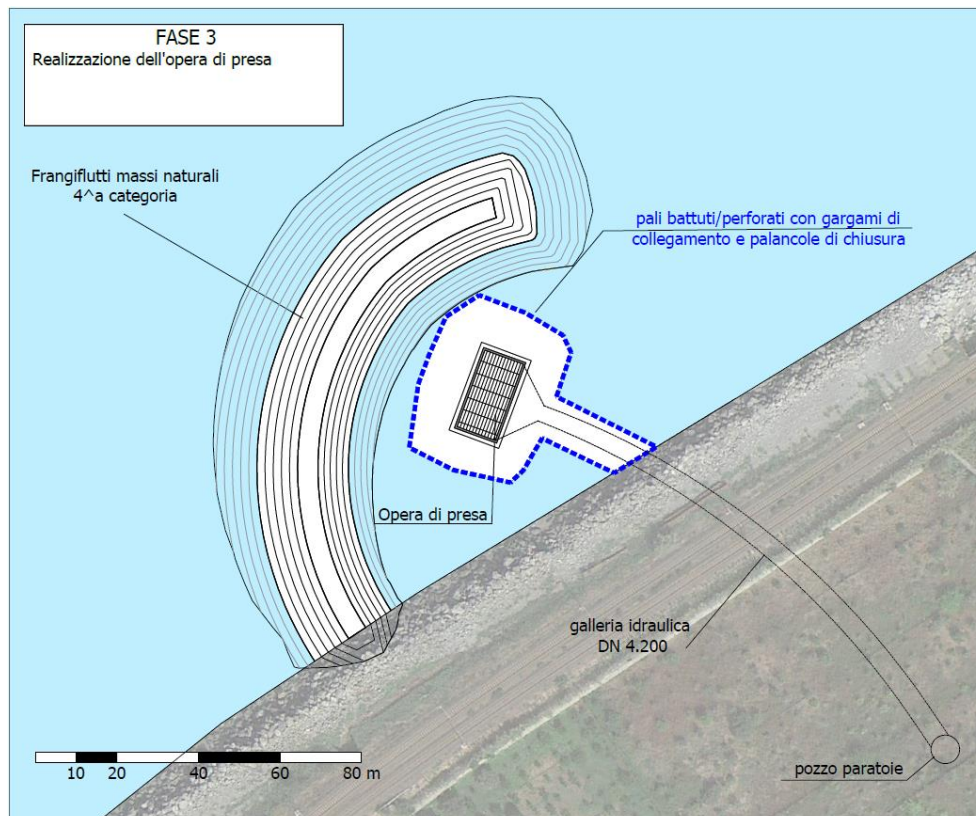


Figura 15 – Fase 3: Realizzazione dell'opera di presa

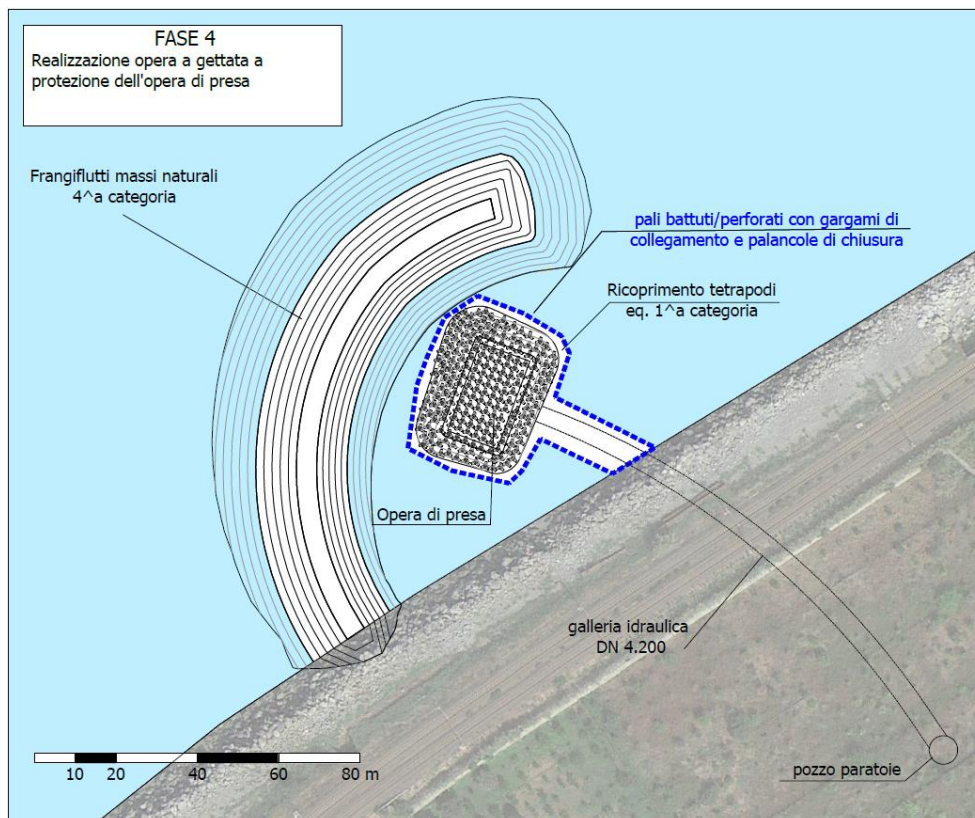


Figura 16 – Fase 4: Realizzazione opera a gettata a protezione dell'opera di presa

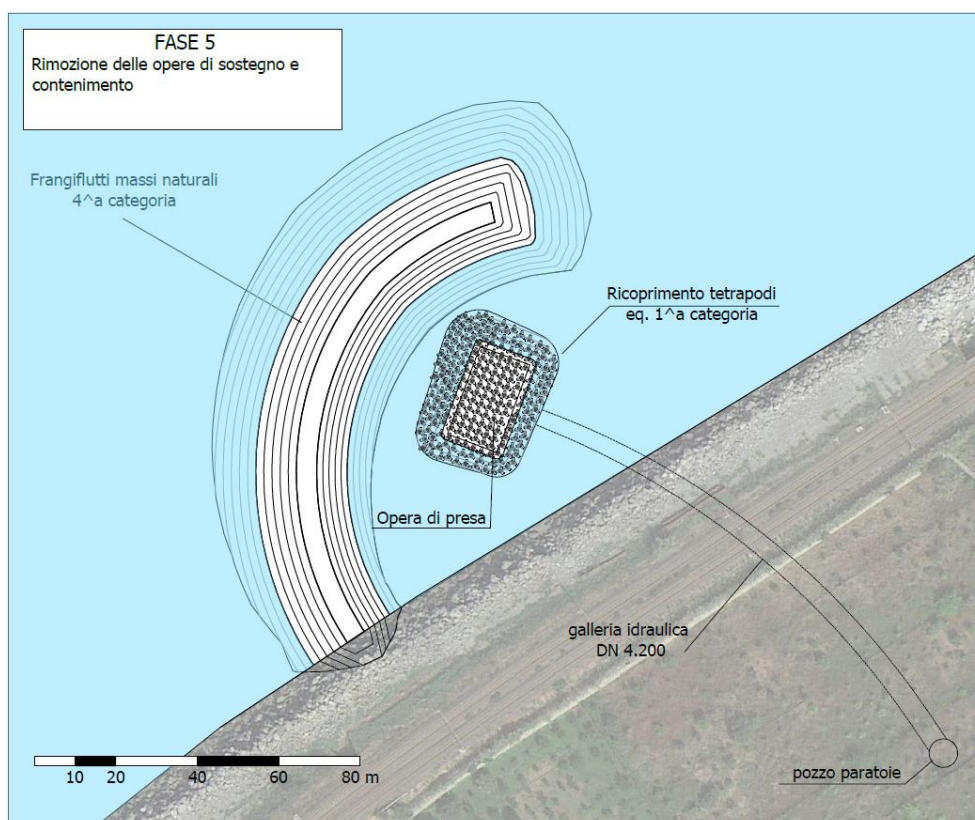


Figura 17 – Fase 5: Rimozione delle opere di sostegno e contenimento

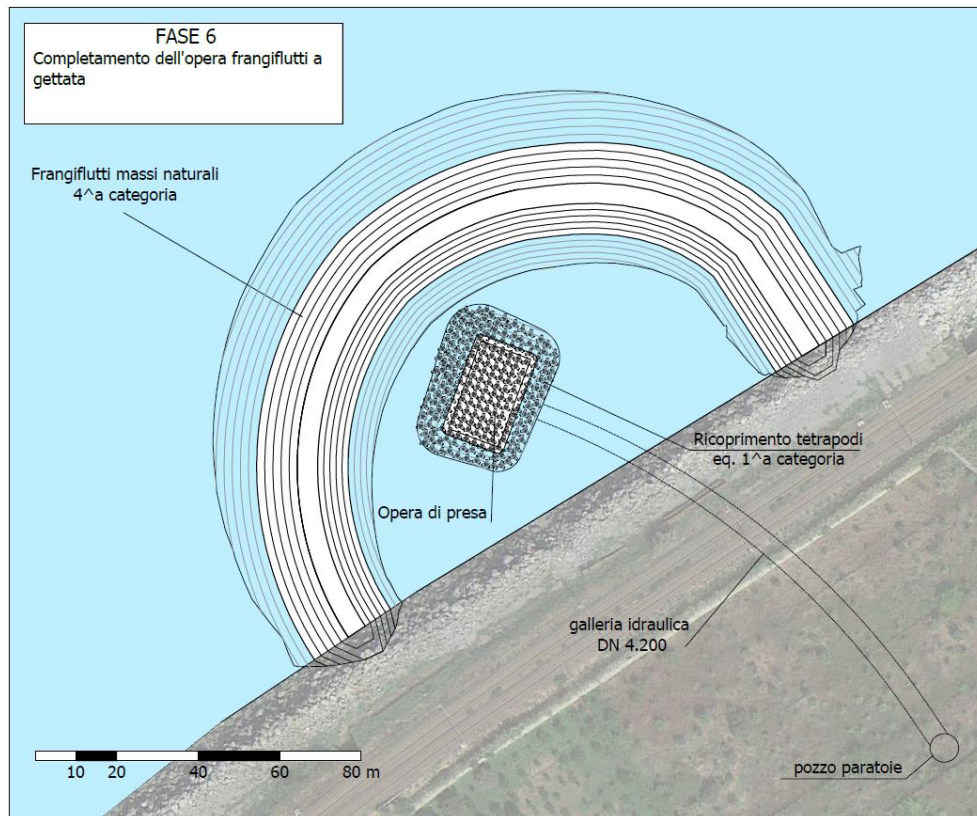


Figura 18 – Fase 6: Completamento dell'opera frangiflutti a gettata



Tel: +39 030 3702371 – Mail: info@frosionext.com - Sito: www.frosionext.com
Via Corfù 71 - Brescia (BS), CAP 25124
P.Iva e Codice fiscale: 03228960179