

“VILLAROSA”

Progetto di impianto di accumulo idroelettrico

Comuni di Calascibetta, Enna e Villarosa (EN)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE

STRATEGIES FOR WATER



Progettista: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

Relazione di cantiere generale



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	15/07/2022	E. Marchesi	C. Pasqua	L. Papetti
1	REVISIONE 1 - INTEGRAZIONI	26/05/2023	E. Marchesi	P. Macchi	L. Papetti

Codice commessa: 1388

Codifica documento: 1388-A-FN-R-02-1

INDICE

1	PREMESSA	3
2	GENERALITÀ	3
2.1	Criteri per l'individuazione delle aree di cantiere	3
2.2	Caratteristiche generali delle aree di cantiere	4
2.3	Orario di lavoro	5
2.4	Aree di cantiere	5
2.5	Viabilità	6
2.6	Trattamento acque	7
3	CANTIERE DI MONTE	8
3.1	Premessa	8
3.2	Campo base	8
3.2.1	Componenti principali del campo base	8
3.2.2	Parco macchine	10
3.2.3	Aree di servizio ed area tecnica	10
3.2.4	Area per il deposito di materiale sciolto	10
3.2.5	Produzione inerti per cls e conglomerati bituminosi	10
3.2.6	Impianto di betonaggio e aree di stoccaggio	10
3.2.7	Trattamento del materiale preveniente dagli scavi	11
3.2.8	Fabbrica virole	11
3.2.9	Macchine operatrici	11
3.2.10	Fabbrica conci	12
3.3	Opere da realizzare	13
3.3.1	Bacino di monte	13
3.3.2	Movimenti di terra	13
3.3.3	Vie d'acqua	14
4	CANTIERE SBOCCO SCARICHI BACINO MONTE	16
5	CANTIERE OFFICINA E DEPOSITO	17
6	CANTIERE CENTRALE IPOGEA	18
6.1	Premessa	18
6.2	Opere da realizzare	18
6.2.1	Imbocco della galleria d'accesso alla centrale	18
6.2.2	Galleria d'accesso	19
6.2.3	Centrale ipogea e sottostazione ipogea	20
7	CANTIERE DI VALLE	21
7.1	Premessa	21
7.2	Opere da realizzare	21
7.2.1	Opera di presa di valle	21
7.2.2	Pozzo paratoie	22

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 1388-A-FN-R-01-1).

L'organizzazione e delle tempistiche di esecuzione dei lavori, sarà definita in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

In fase di avvio dei lavori, dopo l'assegnazione del contratto di esecuzione, l'impresa dovrà fornire il proprio cronoprogramma e la definizione esatta dell'impianto cantiere, nonché la sua organizzazione.

Questo piano di impostazione 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 riporta 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 del tutto 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 sul territorio e sulla rete stradale 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 o di opere 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 ai cantieri, 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 (da 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

Per realizzare le opere 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 nei cantieri per lavori in sotterraneo, predominanti nell'opera in oggetto, l'allestimento di cantiere previsto si divide in:

- 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 sono organizzate in:

- campi base;
- cantieri industriali.

I campi base contengono i baraccamenti per l'alloggiamento delle maestranze, le mense, gli uffici e tutti i servizi logistici necessari per il funzionamento del cantiere. Essi

sono normalmente ubicati 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. 1388-A-FN-A-05-1), per realizzare le opere in progetto, è previsto l'impianto di un solo campo base, nelle vicinanze del bacino di monte.

Le aree di cantiere, al termine dei lavori in oggetto, dovranno essere ripristinate 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 del terreno vegetale, ripristinando i luoghi.

2.3 ORARIO DI LAVORO

A seconda del tipo di realizzazione le ore lavorative previste possono variare:

- lo scavo delle gallerie/caverne è previsto, sia per ragioni tecniche che di sicurezza, effettuato ininterrottamente;
- 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 cinque:

- A. Cantiere di monte
- B. Cantiere sbocchi scarichi bacino monte
- C. Cantiere officina e deposito
- D. Cantiere centrale ipogea
- E. Cantiere di valle

Il sistema generale di gestione della cantieristica comporta la presenza di un solo campo base in corrispondenza del cantiere di monte. La planimetria delle aree di cantiere è mostrata in un'apposita tavola (doc. ref. 1388-A-FN-D-05-1).

2.5 VIABILITÀ

Al fine di raggiungere le diverse aree di cantiere necessarie per la costruzione dell'impianto, si prevede di realizzare una idonea viabilità che consente sia il transito dei mezzi di cantiere che, una volta terminati i lavori, il raggiungimento delle diverse opere dell'impianto per gli interventi di ispezione e manutenzione.

Per contenere gli impatti sul territorio si è cercato di avvalersi, per quanto possibile, della viabilità esistente (prevedendone l'adeguamento), creando nuovi tratti di viabilità solo dove strettamente necessario.

Nella planimetria delle aree di cantiere e delle viabilità (doc. ref. 1388-A-FN-A-05-1) sono indicati i tratti di strada di cui si prevede l'adeguamento o la creazione, che consistono in:

- Viabilità 1 (L ~ 1,7 km): adeguamento del tratto di strada che dalla SS 290 sale verso Nord consentendo di raggiungere l'area di cantiere relativa al bacino di monte (non si tratta della Contrada S. Antonio, ma della viabilità più a Nord).
- Viabilità 2 (L ~ 0,3 km): creazione di un nuovo tratto di viabilità che dallo svincolo in Contrada S. Antonio consente di raggiungere il bacino di monte.
- Viabilità 3 (L ~ 1 km): adeguamento di un tratto di strada che dalla SS 290 conduce all'area della centrale ipogea.
- Viabilità 4 (L ~ 0,4 km): adeguamento di un tratto di strada che dalla sopra citata Viabilità 3 consente di raggiungere l'imbocco della galleria d'accesso alla centrale in caverna.
- Viabilità 5 (L ~ 0,5 km): creazione di un tratto di strada che collega la Strada Comunale 10 Ferrarelle alla Trazzeria Regia Caltanissetta Calascibetta.
- Viabilità 6 (L ~ 1,4 km): adeguamento di un tratto della Strada Comunale 7 Manca di Leto Cariota e di una strada sterrata esistente; questo tratto parte dalla Trazzeria Regia Caltanissetta Calascibetta e finisce al termine della strada sterrata (da cui partirà la creazione della Viabilità 7).
- Viabilità 7 (L ~ 0,7 km): creazione di un tratto di strada che unisce la Strada Comunale 7 Manca di Leto Cariota alla sommità del pozzo paratoie.

Sia per i tratti di viabilità da adeguare che per quelli da creare *ex novo*, si prevede di realizzare tratti stradali di tipo F (strada urbana). In Figura 1 sono riportate le sezioni tipo che si intendono adottare in caso di sterro e riporto.

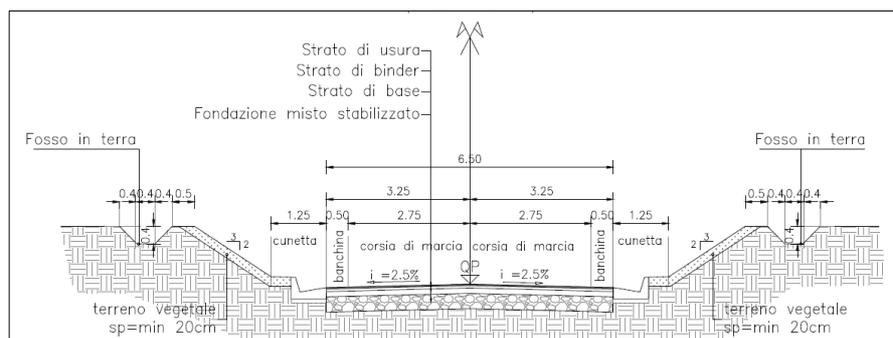


Figura 1 - Sezione tipo viabilità

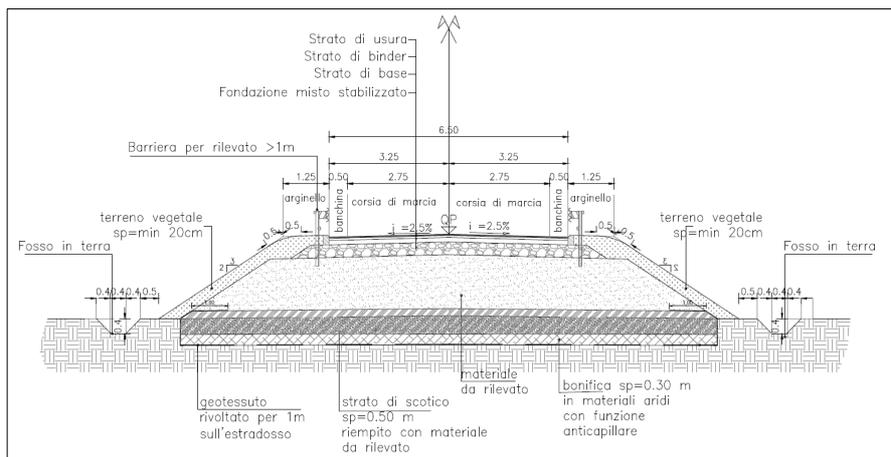


Figura 1 - continua

In fase di progettazione esecutiva, a seguito di una campagna topografica mirata, sarà possibile aggiornare il tracciato della nuova viabilità e gli interventi di messa in sicurezza della stessa.

All'interno delle aree di cantiere saranno anche previste viabilità provvisorie, successivamente riportate allo stato *ante-operam* in fase di dismissione del cantiere.

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 nei cantieri all'aperto antistanti l'imbocco delle gallerie 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 sopra.

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, saranno recapitate su corpo idrico superficiale, previa autorizzazione rilasciata dagli Enti competenti.

3 CANTIERE DI MONTE

3.1 PREMESSA

L'area di cantiere è ubicata a cavallo tra il comune di Villarosa ed il comune di Calascibetta, a nord rispetto alla SS 290 (Figura 2). Vi si potrà accedere tramite l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 1" e la creazione della sopra citata "Viabilità 2". L'estensione complessiva è pari a circa 558.000 m².

Quest'area di cantiere conterrà al suo interno il campo base, un impianto di frantumazione e vagliatura, un impianto di betonaggio, la fabbrica virole, la fabbrica dei conchi e il bacino di monte.

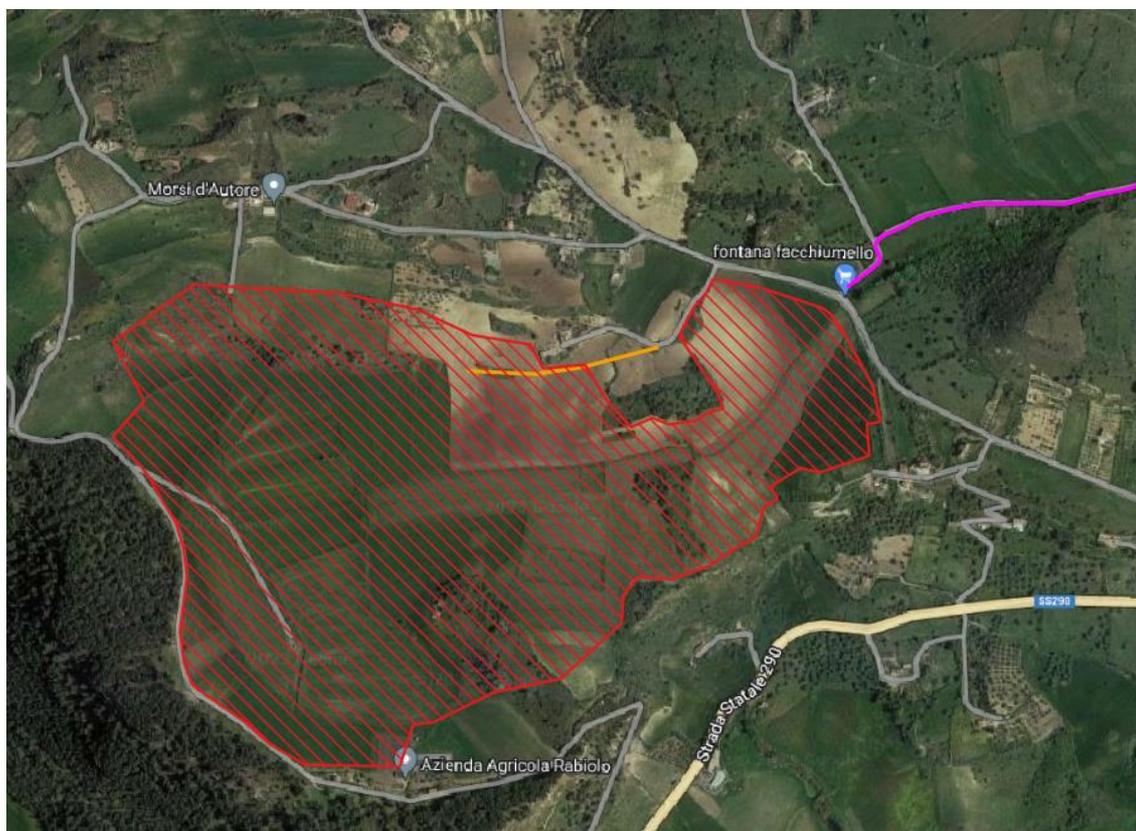


Figura 2 – Area cantiere di monte (viabilità 1 da adeguare in magenta, viabilità 2 da creare in arancio)

3.2 CAMPO BASE

3.2.1 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

3.2.2 PARCO MACCHINE

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

Si prevede:

- Servizio infermieristico
- Vetture fuoristrada
- Mezzi di lavoro

3.2.3 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 occupa 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.

3.2.4 AREA PER IL DEPOSITO DI MATERIALE SCIOLTO

All'interno dell'area di cantiere è da prevedere un'area per il deposito dei materiali derivanti dagli scavi dell'area di cantiere di monte, dell'area di cantiere di valle e della creazione della viabilità che collega il bacino superiore al bacino inferiore; su quest'area sarà steso un geotessile (tessuto non tessuto); al termine dei lavori questo sarà rimosso e tutta l'area verrà completamente ripristinata.

3.2.5 PRODUZIONE INERTI PER CLS E CONGLOMERATI BITUMINOSI

Si suppone che gli inerti siano prodotti e selezionati in cava nelle granulometrie e con i controlli di qualità previsti assicurati all'origine. Questo 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 cava.

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.

3.2.6 IMPIANTO DI BETONAGGIO E AREE DI STOCCAGGIO

In quest'area è anche prevista la creazione di un impianto temporaneo di betonaggio di medie dimensioni per il confezionamento del calcestruzzo e del calcestruzzo proiettato (*spritz beton*). Questo impianto sarà realizzato 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.

3.2.7 TRATTAMENTO DEL MATERIALE PREVENIENTE DAGLI SCAVI

Presso il cantiere di monte saranno previsti impianti di vagliatura ed aree di stesa per l'essiccazione e il controllo dell'umidità, nonché aree di deposito dei materiali trattati pronti per essere impiegati nell'erezione del rilevato.

Gli impianti e depositi occupano vaste aree, che tuttavia devono essere il più vicino possibile alle zone di collocazione e di deposito permanente, per contenere gli oneri e gli impatti del trasporto.

La definizione delle aree dipende da fattori geotecnici ed organizzativi che sono oggetto del progetto esecutivo prima e della pianificazione di dettaglio dell'impresa dopo.

3.2.8 FABBRICA VIROLE

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.

3.2.9 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 inaffiamento).
- 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 rippare e movimentare il materiale, dumpers, 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, dumpers 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 vibrator 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 aggotamento, 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.

3.2.10 FABBRICA CONCI

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, 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.

3.3 OPERE DA REALIZZARE

3.3.1 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 è impermeabilizzato internamente mediante un rivestimento in conglomerato bituminoso. Esso è 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.

3.3.2 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 quasi totalità del terreno vegetale derivante da questa attività di scotico venga venduta, mentre una porzione sarà depositata nel cantiere stesso per poi essere riutilizzata per ricoprire i paramenti esterni del rilevato.

Contemporaneamente, si può procedere con lo scavo delle fondazioni del rilevato, con le relative regolarizzazioni del fondo, da Ovest verso Est. Si prevede di stoccare i volumi di unità sedimentarie derivanti dagli scavi (non ascrivibili a terreno vegetale) presso un'area di deposito interna all'area di cantiere e prossima alle aree di scavo. Una parte di questo volume sarà miscelato con materiale selezionato e pretrattato proveniente dagli scavi delle opere in sotterraneo (i.e., gallerie d'accesso, via d'acqua, pozzo piezometrico, etc.) e da materiale da cava con buone caratteristiche geotecniche; la parte restante di tale volume sarà invece riutilizzata come riporto per sagomare il fondo del bacino nelle aree in cui il terreno attuale si trova ad una quota inferiore a quella del nuovo fondo del bacino, e come riporto sul paramento esterno della diga.

Contemporaneamente allo scavo delle fondazioni dovrà essere realizzato il sistema drenante. Il 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 inevitabilmente defluiranno con l'approfondimento degli scavi.

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

Contestualmente all'erezione del rilevato, sul paramento esterno della diga saranno riportati e compattati strati 20 cm consistenti in materiali provenienti dagli scavi delle opere in superficie ed in sotterraneo. Questi materiali (aventi minori qualità geomeccaniche rispetto ai materiali che costituiscono il corpo della diga) dovranno essere separati dalla diga 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 presente nell'area di cantiere.

Sulle aree del fondo del bacino in cui gli scavi sono conclusi, sarà possibile eseguire la stesa del manto bituminoso. Dopo aver terminato i movimenti terra, saranno ultimati i completamenti della stesa di manto bituminoso sulle sponde interne del rilevato e sul coronamento, e saranno realizzate le finiture finali.

3.3.3 VIE D'ACQUA

Terminato lo scavo localizzato per l'opera di presa di monte presso la porzione meridionale del bacino di monte, si prevede lo scavo di un pozzo verticale che svolge una duplice funzione: inizialmente verrà impiegato come punto di accesso per l'attacco dello scavo della condotta forzata e della galleria idraulica, e successivamente fungerà da raccordo tra l'opera di presa e la galleria idraulica. Si hanno dunque le seguenti fasi realizzative del pozzo di presa di monte:

- Struttura provvisoria - il pozzo di presa di monte, nella sua configurazione iniziale, costituisce il punto di attacco per lo scavo della via d'acqua che, nel tratto iniziale, verrà realizzata tramite scavo di tipo tradizionale. All'interno del tratto di galleria scavata in tradizionale verrà poi collocata la TBM per avviare lo scavo meccanizzato del tunnel. Pertanto, il pozzo di presa di monte inizialmente dovrà essere realizzato con pianta rettangolare di dimensioni nette pari a circa 25 m x 13 m al fine di consentire di calare le componenti della TBM all'interno del tratto della via d'acqua realizzato con scavo tradizionale.
- Struttura definitiva - una volta completato lo scavo della via d'acqua potrà essere realizzata la struttura definitiva del pozzo forzato. Considerando che la struttura provvisoria sopra citata ha una dimensione maggiore rispetto a quanto necessario per la sola esecuzione dell'opera di presa di monte, sarà necessario prevedere il riporto e la compattazione degli scavi in esubero contenuti tra la struttura provvisoria (25 x 13 m) e le opere definitive (condotta forzata e opera di presa), al fine di consentire il completamento dell'invaso di monte.

Gli scavi necessari al raggiungimento della quota di fondo del pozzo forzato, da cui sarà avviato lo scavo della galleria idraulica, saranno sorretti da una paratia di pali.

Per il tratto di vie d'acqua compresa tra il pozzo dell'opera di presa di monte ed il pozzo paratoie (lungo circa 4,7 km), 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 6,9 m.

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

Lo scavo della TBM terminerà in corrispondenza del pozzo paratoie.

Il materiale di scavo sarà trasportato all'interno della galleria tramite nastri trasportatori, e tramite opportuni sistemi di rinvio potrà raggiungere l'area di cantiere di monte o l'area di cantiere della centrale ipogea (una volta realizzate le biforcazioni poste alla base dei pozzi della centrale), a seconda dello stato d'avanzamento del cantiere della centrale ed alle esigenze di cantiere.

Il tratto di condotta forzata (lungo circa 1.700 m, dall'opera di presa fino alla centrale ipogea) prevede l'installazione di una condotta metallica avente diametro interno di 5,9 m e spessore variabile. Ogni virola metallica (di cui si ipotizza una lunghezza di 12 m) sarà realizzata nella fabbrica virole prevista nell'area di cantiere di monte, trasportata verso la struttura temporanea realizzata ad-hoc presso il pozzo dell'opera di presa di monte. Tale struttura (pozzo) avrà una pianta rettangolare avente dimensioni di circa 25 x 13 m, ed una profondità di circa 20 m. In fase di installazione delle virole, tramite un carroponete la virola sarà calata all'interno del pozzo ed opportunamente ruotata in modo tale da poter essere appoggiata su un'apposita struttura che consentirà di eseguire la saldatura con la virola precedente e quindi, per mezzo di un sistema di binari e carrelli, la condotta verrà calata nella galleria idraulica. Tale procedura sarà ripetuta per spezzoni di condotta lunghi 12 m. La condotta verrà fatta scendere man mano lungo la galleria idraulica per mezzo di un argano posizionato sul piano campagna e dotato di appositi rinvii. Le saldature saranno pertanto eseguite all'interno del pozzo, così come le verifiche sulle stesse. Una volta calate le virole metalliche, si procederà al completo riempimento (inghisaggio) dell'anello che si creerà tra la condotta metallica ed il rivestimento in conci prefabbricati.

Al termine delle suddette fasi, sarà eseguito il getto del calice in calcestruzzo armato.

4 CANTIERE SBOCCO SCARICHI BACINO MONTE

L'area di cantiere è ubicata interamente nel comune di Villarosa, a sud est rispetto al "cantiere di monte". Vi si potrà accedere tramite la SS 290. L'estensione complessiva è pari a circa 1.200 m². L'area sarà occupata temporaneamente e ripristinata al termine dei lavori, ad eccezione dell'area associata alle opere in progetto (sbocco delle due condotte aventi diametro nominale di 400 mm), citate nel seguito del capitolo.

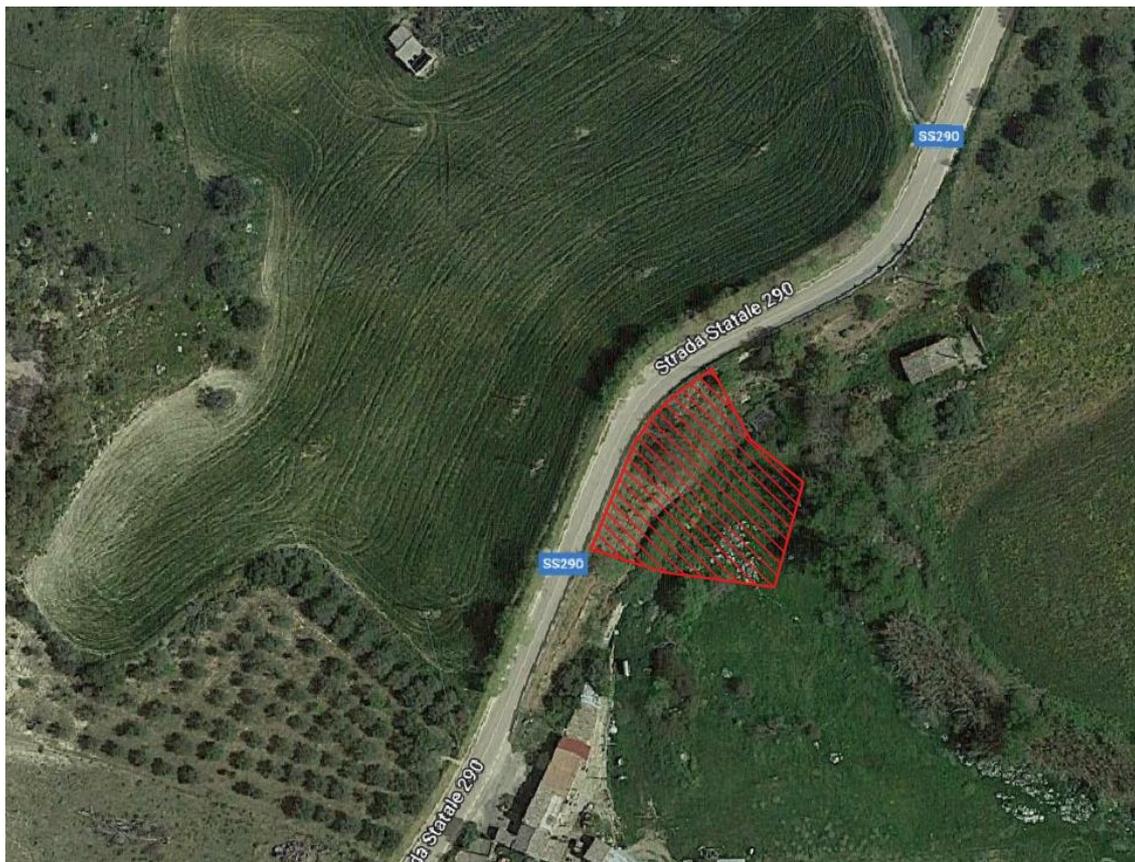


Figura 3 – Area cantiere scarichi drenaggi bacino monte

Presso il lato nord-est del bacino di monte è previsto uno sfioratore di superficie largo 4 m. A valle dello sfioratore di superficie, ha inizio una condotta sotterranea lunga circa 700 m e con una pendenza del 9% circa che scarica presso un impluvio naturale posto nell'area di cantiere in questione, in prossimità della strada SS290. Nella stessa area si prevede anche di recapitare le acque provenienti dai drenaggi della diga: anche in questo caso si prevede la realizzazione di una condotta sotterranea, lunga circa 650 m e con una pendenza del 5% circa.

La realizzazione di queste due condotte avverrà tramite la tecnica della perforazione orizzontale controllata (TOC), che prevede le seguenti fasi: i) esecuzione di un foro pilota (di piccolo diametro) dall'area di cantiere di monte verso l'area di cantiere in questione; ii) alesatura del foro (da valle verso monte); iii) posa del tubo (da valle verso monte). Si prevede di utilizzare tubazioni in PVC-A con diametri di 400 mm.

5 CANTIERE OFFICINA E DEPOSITO

Ad est del “cantiere di monte” si prevede di occupare temporaneamente un’area finalizzata al deposito di materiali sciolti derivanti dagli scavi, ed un’area in cui realizzare un’officina per i mezzi di cantiere (Figura 4). Questa area di cantiere è ubicata interamente nel comune di Calascibetta ed è accessibile tramite il sopra citato tratto di “Viabilità 1”. 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. L’estensione complessiva è pari a circa 22.000 m².

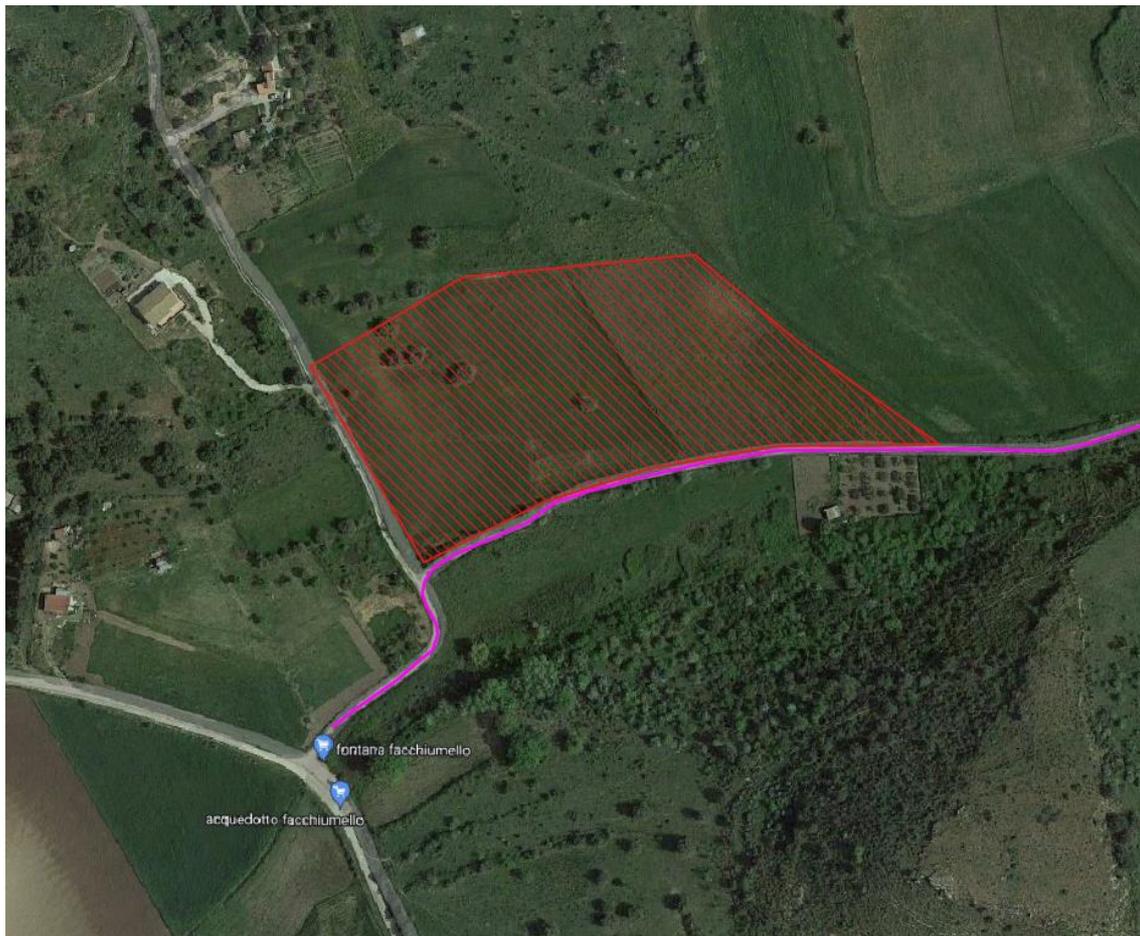


Figura 4 – Area cantiere officina e deposito (in magenta la viabilità 1 da adeguare)

6 CANTIERE CENTRALE IPOGEA

6.1 PREMESSA

L'area di cantiere è ubicata a nord del lago di Villarosa, all'interno del comune di Villarosa (Figura 5), e vi si potrà accedere tramite la creazione del sopracitato tratto di "Viabilità 3" (che parte dalla SS 290 situata a nord rispetto all'area di cantiere) e dal sopracitato tratto di "Viabilità 4". L'estensione complessiva è pari a circa 172.000 m². L'area sarà occupata temporaneamente e ripristinata al termine dei lavori, ad eccezione dell'area associata alle opere in progetto (galleria d'accesso, centrale ipogea), citate nel seguito del capitolo.

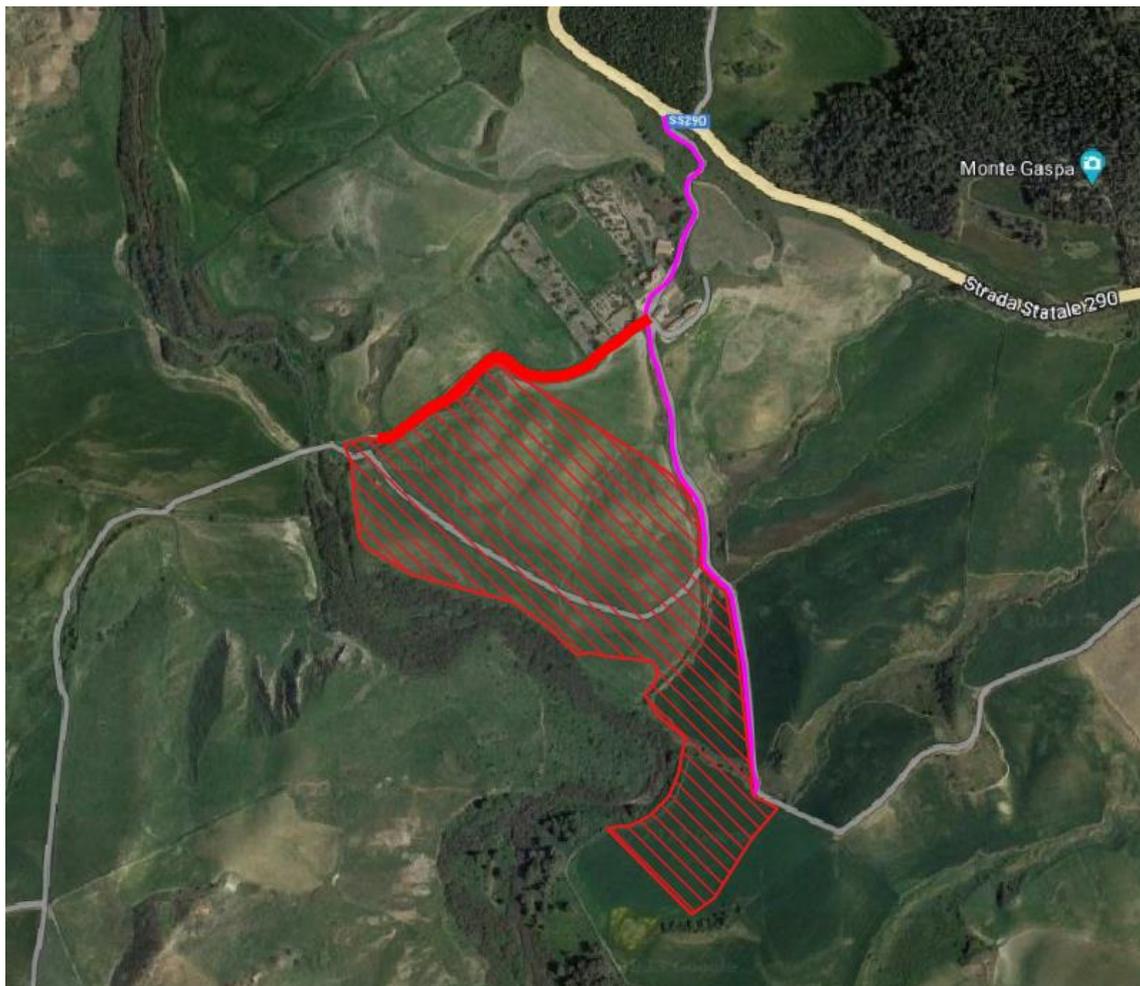


Figura 5 – Area cantiere galleria d'accesso (viabilità 3 da adeguare in magenta, viabilità 4 da adeguare in rosso)

Il materiale di scavo derivante dalle opere sotterranee sarà trasportato e depositato nella medesima area di cantiere. Il trasporto, che si svolgerà sempre all'interno dell'area di progetto, sarà effettuato tramite autocarri.

6.2 OPERE DA REALIZZARE

6.2.1 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.

6.2.2 GALLERIA D'ACCESSO

La via di accesso alla centrale ha origine direttamente dal piano campagna in una zona pianeggiante per cui si prevede di realizzare l'opera di accesso secondo le seguenti modalità:

- nel tratto iniziale del tracciato, per una lunghezza di circa 400 m e fino ad una profondità massima di scavo di circa 10 m, si prevede di realizzare una galleria artificiale che verrà interrata al termine dei lavori. In particolare, per consentire la realizzazione delle opere si procederà secondo i seguenti criteri:
 - per una lunghezza di circa 150 m, si prevede di realizzare uno scavo in trincea; a partire dal fondo scavo verrà realizzata la struttura scatolare della galleria artificiale;
 - superati i 3 m di scavo e fino ad un'altezza massima di 10 m le scarpate saranno invece sostenute da paratie di sostegno; la struttura scatolare risulterà fondata direttamente sui diaframmi di sostegno degli scavi;
- superati i 10 m di scavo la sezione risulterà completamente al di sotto del piano campagna per cui sarà possibile procedere alla realizzazione della galleria di accesso con metodo cut & cover per circa 70 m, fino a raggiungere una copertura di almeno 5 metri
- superati i 15 m di scavo, corrispondenti dunque ad una copertura di circa 5 m al di sopra della galleria cut & cover lo scavo procederà con una galleria naturale fino al raggiungimento del piano di lavoro della centrale.

Per una lunghezza di circa 500 m, a partire dall'imbocco della galleria d'accesso ed in direzione della centrale ipogea, verrà realizzato un mascheramento morfologico di raccordo con la topografia esistente al fine di ridurre gli impatti paesaggistici dell'opera. Senza tale mascheramento, infatti, sarebbe necessario eseguire una trincea larga circa 12 m, lunga circa 500 m e con profondità variabile fino ad un massimo di 15 m circa. Con il mascheramento in questione, viene ricoperta tale viabilità in modo tale da raccordare la topografia presente ai due lati della viabilità. Tale mascheramento sarà realizzato reimpiegando il materiale derivante dagli scavi della galleria stessa e della centrale ipogea e sarà esteso a mitigazione degli impianti relativi al sistema di ventilazione e

raffreddamento della centrale ipogea che saranno installate presso il piazzale di accesso alla galleria (in particolare, *chiller* e unità di trattamento aria).

6.2.3 CENTRALE IPOGEA E SOTTOSTAZIONE IPOGEA

La struttura presenta una pianta a forma di "T", in cui il lato orizzontale (planimetricamente) sommitale ospita i due gruppi di produzione e pompaggio (chiamata nel seguito "sala macchine"), mentre il tratto verticale perpendicolare al primo ospita la sottostazione elettrica d'utenza (chiamata "sottostazione elettrica").

L'area della sala macchine ha dimensione in pianta di circa 100 x 35 m, mentre l'area della sottostazione elettrica ha dimensione in pianta di circa 80 x 35 m.

Di seguito vengono illustrate le principali fasi realizzative per lo scavo ed il consolidamento della centrale ipogea:

- 1- Realizzazione dei diaframmi di sostegno lungo il perimetro della centrale ipogea (forma a "T")
- 2- Scavo dall'alto della sala macchine e della sottostazione
- 3- Posa in opera di una soletta puntone
- 4- Completamento dello scavo della centrale ipogea fino alla quota di 388,5 m s.l.m. (fondazione)
- 5- Realizzazione dei diaframmi di sostegno dei due pozzi della sala macchine
- 6- Approfondimento degli scavi nell'area compresa tra i due pozzi (area che fungerà da *erection bay*); questa zona ribassata (con piano di lavoro posto a 382,5 m s.l.m.) sarà raccordata con la galleria d'accesso descritta al § 6.2.2
- 7- Scavo dall'alto all'interno due pozzi
- 8- Posa di terreno vegetale sulla sommità della centrale ipogea e raccordo con la morfologia esistente

All'interno dei pozzi e sul piano di lavoro a quota 382,50 m s.l.m. si imposteranno quindi le compartimentazioni per l'alloggiamento dei gruppi idroelettrici e dei componenti ausiliari.

Al completamento delle opere di sostegno della centrale ipogea 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. Contemporaneamente, saranno installati tutti gli elementi previsti all'interno della sottostazione elettrica (e.g., trasformatori, GIS, quadri elettrici, locale comandi e servizi ausiliari, sbarre, etc.).

7 CANTIERE DI VALLE

7.1 PREMESSA

L'area di cantiere è ubicata sulla sinistra idrografica del lago di Villarosa (Figura 6), e ricade all'interno di tre comuni: Enna (prevalentemente), Villarosa e Calascibetta. L'accesso è consentito tramite la creazione della sopracitata "Viabilità 4" e l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 5". L'estensione complessiva è pari a circa 91.000 m². L'area sarà occupata temporaneamente e ripristinata al termine dei lavori, ad eccezione dell'area associata alle opere in progetto (opera di presa, pozzo paratoie) citate nel seguito del capitolo, ed alla sopra citata "Viabilità 4".



Figura 6 – Area cantiere di valle (in arancio la viabilità 4 da creare ed in magenta la viabilità 5 da adeguare).

7.2 OPERE DA REALIZZARE

7.2.1 OPERA DI PRESA DI VALLE

La costruzione dell'opera di presa avverrà secondo le seguenti fasi di lavoro, previa realizzazione di un'apposita viabilità:

1. Abbassamento della quota acqua del bacino di Villarosa fino a quota 380 m s.l.m.
2. Esecuzione della pista di accesso dalla viabilità circumlacuale all'area interessata dalla realizzazione dell'opera di presa.
3. Realizzazione di paratie di diaframmi con esecuzione di un poligono chiuso: sul fianco del lago le paratie coincidono con quelle messe a protezione

dell'abbassamento localizzato; si eseguono paratie di diaframmi parallele alla galleria di derivazione fino a dove si prevede di passare da scavo a cielo aperto a scavo in sotterraneo.

4. Innalzamento di muri temporanei fino alla quota di 384 m s.l.m. in modo da consentire il riempimento dell'invaso fino alla quota di 382,5 m s.l.m.
5. Scavi all'interno del poligono delimitato dalle paratie, dal lago verso l'esterno.
6. Realizzazione opere in c.a. (galleria, raccordi, imbocchi).
7. Demolizione parziale della paratia di diaframmi dal lato del pozzo paratoie, in modo da consentire il collegamento con la galleria proveniente dal pozzo paratoie.
8. Abbassamento quota acqua bacino di Villarosa fino a 380 m s.l.m.
9. Demolizione dei muri temporanei di innalzamento e sistemazione del profilo del terreno vicino alla presa con scogliera.

Lo scavo all'interno dei diaframmi verrà effettuato con escavatore, procedendo dall'opera di presa verso il pozzo paratoie.

Il materiale di scavo, che verrà depositato provvisoriamente man mano a tergo dell'opera, verrà evacuato mediante benna sollevata da autogrù e collocata in un deposito intermedio nell'area di cantiere. Successivamente, tali volumi verranno trasportati presso l'area del cantiere di monte o l'area di cantiere della centrale ipogea (in caso siano già state realizzate le biforcazioni poste alla base dei pozzi della centrale, e comunque a seconda dello stato d'avanzamento ed alle esigenze di cantiere), mediante i nastri trasportatori previsti all'interno della galleria idraulica scavata tramite TBM (come descritto al § 3.3.3).

Lo scavo avverrà per campioni, a seconda della verifica di stabilità dello scavo e verrà seguito da un getto del solettone di fondo.

I getti verranno eseguiti da pompa autocarrata stazionante sulla circumlacuale.

7.2.2 POZZO PARATOIE

Lo scavo del pozzo (avente diametro interno di 12 m e profondità di circa 35 m) verrà realizzato con metodo tradizionale. In particolare, si prevede di eseguire una cortina di pali trivellati di grande diametro compenetrati; a completamento avvenuto della cortina di pali, si procederà con lo scavo all'interno del pozzo tramite l'utilizzo di un escavatore. Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato tramite una autogrù stazionante nel piazzale previsto esternamente al pozzo paratoie, collocato in un deposito intermedio all'interno dell'area di cantiere e successivamente trasportato presso l'area del cantiere di monte o l'area di cantiere della centrale ipogea con le stesse modalità descritte nel precedente paragrafo (§ 3.3.3).

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

In seguito al consolidamento del pozzo, si prevede di estrarre dal pozzo la TBM (in arrivo dal bacino di monte). Successivamente, tramite il pozzo sarà scavata e consolidata la porzione di galleria idraulica compresa tra il pozzo paratoie e l'opera di presa di valle

(galleria rivestita in calcestruzzo a sezione policentrica avente diametro interno pari a 6.100 mm). Anche in questo caso la movimentazione dello smarino avverrà come descritto come descritto al § 3.3.3

Infine, si procederà ai getti di prima fase per le carpenterie delle paratoie e quindi al montaggio delle paratoie medesime.

