

:  
LANGUAGE: IT

AVAILABLE

Impianto di Provvidenza  
Intervento di rifacimento e potenziamento  
Comune di L'Aquila (AQ)

Progetto Definitivo per Autorizzazione  
**RELAZIONE DESCRITTIVA  
DELL'ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE**

File: GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.069.00 - Cantieristica.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	20/10/2022	Prima Emissione	M. Vicentini C. Piccinin	F. Maugliani	A. Balestra

**GRE VALIDATION**

---	Support Team:	Project Engineer: <i>P. Viganoni</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT <b>PROVVIDENZA</b>	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>D</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>H</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>0</b>

<b>CLASSIFICATION</b> PUBLIC	<b>UTILIZATION SCOPE</b> PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE
------------------------------	---

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

R.00	20.10.2022	ViM/PCap	MFr/Bal
<b>Versione</b>	<b>Data</b>	<b>Redatto</b>	<b>Verificato</b>

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

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	1
1.2	Documenti analizzati	1
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	2
3.	AREE DI CANTIERE E ACCESSI	3
4.	ASPETTI DI CANTIERIZZAZIONE	8
4.1	Organizzazione dei diversi fronti	8
4.2	Modalità di scavo in sotterraneo	10
4.3	Descrizione degli interventi	12
4.4	Organizzazione e logistica del cantiere	12
4.4.1	Impresa civile	12
4.4.2	Impresa Idro-Elettromeccanica	14
4.4.3	Impostazione logistica	14
4.5	Bilancio dei materiali	17
4.6	Approvvigionamento del calcestruzzo	19
	Impianto di frantumazione	20
5.	CRONOPROGRAMMA GENERALE DEI LAVORI	22
6.	PROGRAMMA DI INDISPONIBILITÀ DELL'IMPIANTO	24
7.	MONITORAGGIO DURANTE I LAVORI	25
7.1	Collimazione e livellazione	25
7.2	Estensimetri e perdite	25
7.3	Controllo delle vibrazioni	25

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Schema planimetrico dell'impianto di Provvidenza .....	2
Figura 2: Aree di cantiere previste (in rosso) .....	3
Figura 3: Indicazione della strada statale 80 tra la centrale di Provvidenza e l'omonimo invaso.....	5
Figura 3: Diga di Provvidenza .....	7
Figura 4: Aree del cantiere tra la centrale e l'invaso (CC) .....	8
Figura 5: Area del pozzo piezometrico, con indicazione della strada di accesso.....	9
Figura 6: Possibile posizionamento dell'impianto di betonaggio.....	16
Figura 7: Piazzale di ingresso all'esistente centrale di Provvidenza .....	17
Figura 8: Esempio impianto di frantumazione mobile .....	20
Figura 9: Cronoprogramma concettuale dell'intervento previsto .....	23

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

Enel Produzione SpA – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Preliminare e Definitiva per Autorizzazione dell'intervento di installazione di due nuovi gruppi reversibili nell'impianto idroelettrico di Provvidenza, sito nel Comune di L'Aquila (AQ).

Attualmente la centrale di Provvidenza, che deriva dal serbatoio di Campotosto e restituisce nel serbatoio di Provvidenza, è dotata di tre gruppi di produzione: 2 turbine Francis ad asse orizzontale (Gr. 1-2) da 47 MW ed un gruppo Francis reversibile ad asse verticale (Gr.3) da 52 MW.

L'intervento in progetto prevede l'ammodernamento dell'impianto di generazione esistente con rifacimento completo ed un incremento della potenza in pompaggio. L'idea del potenziamento nasce per iniziativa delle strutture Tecniche di Enel Green Power con lo scopo di sfruttare al meglio la risorsa idrica disponibile, adeguandone l'utilizzo alle nuove esigenze di regolazione e servizi ancillari di rete.

La presente Relazione descrive le necessità cantieristiche ai fini della costruzione ed il loro dimensionamento, quindi l'organizzazione del cantiere, la gestione dello stesso nelle diverse fasi, anche in riferimento al mantenimento in esercizio degli impianti esistenti.

### 1.2 Documenti analizzati

Per la redazione del presente rapporto è stato fatto riferimento ai documenti qui indicati:

- Elaborati grafici originali - Disegni di consistenza dell'impianto ricevuti da Enel GP
- Elaborati del presente Progetto Definitivo
- Cartografia on line (Google Earth® e cartografia regionale e catastale)

## 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

A titolo informativo per gli scopi del presente documento si provvede nel seguito ad elencare le opere previste nell'ambito del progetto di ammodernamento:

- una nuova caverna in cui installare i due nuovi gruppi reversibili da 110 MW, con le opere elettriche richieste per la regolazione di rete e accessorie;
- gallerie di accesso e di costruzione della caverna collegate a quella esistente;
- nuovi pozzi piezometrici a monte ed a valle;
- nuova galleria forzata di restituzione al serbatoio di Provvidenza;
- nuova restituzione/presa al serbatoio di Provvidenza;
- collegamento idraulico alla galleria di adduzione esistente;
- possibile recupero dell'esistente caverna di Centrale come nuova cabina AT in tecnologia GIS;
- opere civili accessorie e provvisori.

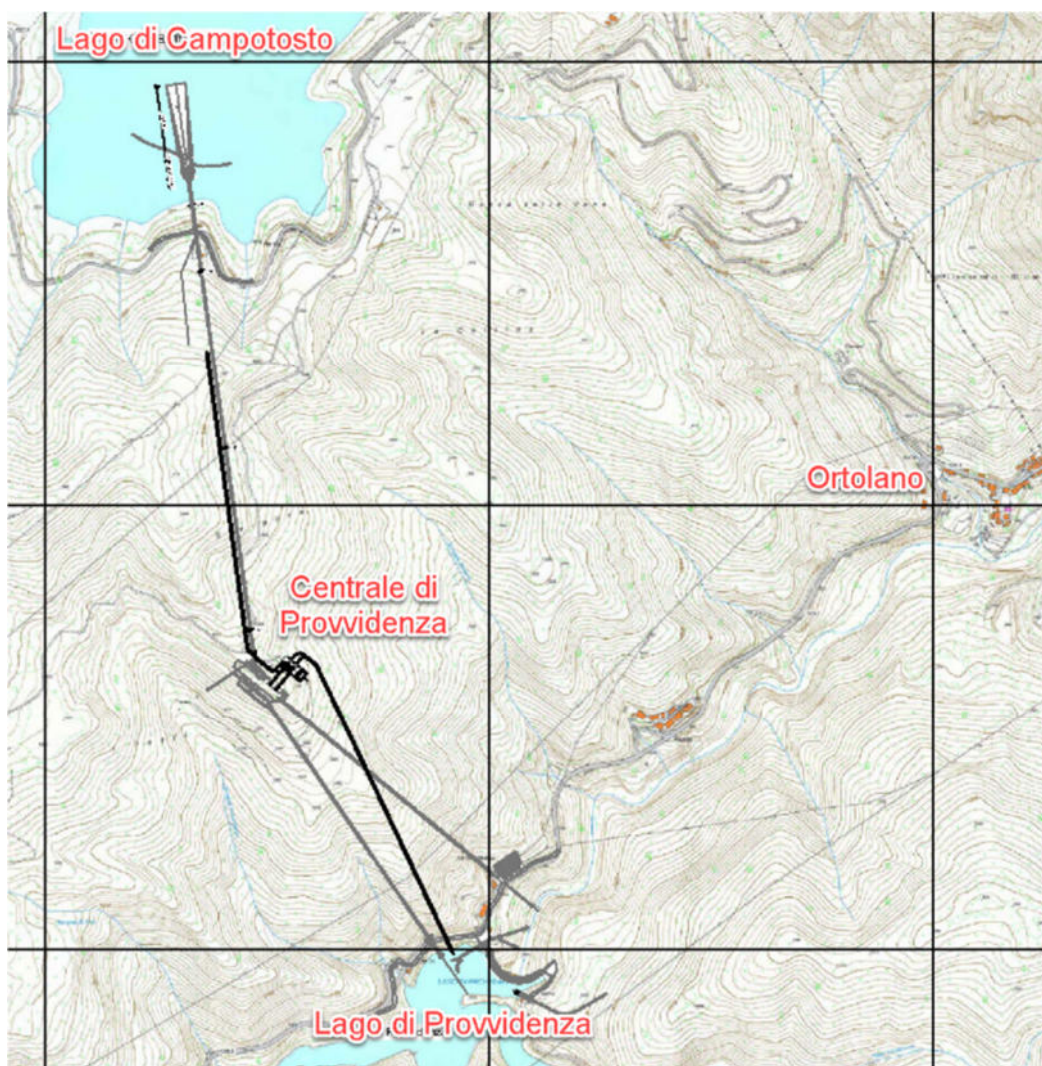


Figura 1: Schema planimetrico dell'impianto di Provvidenza

### 3. AREE DI CANTIERE E ACCESSI

#### 3.1 Aree di cantiere

Per la realizzazione degli interventi in oggetto le possibili aree di cantiere sono state individuate sulla base delle esigenze di infrastrutture provvisorie di costruzione, necessariamente mediate con le situazioni topografiche disponibili, sia per estensione che per accessibilità.

Le ipotesi avanzate sono state verificate in sopralluoghi direttamente eseguiti, con la partecipazione dei Tecnici di ENEL GP, tenendo conto anche dei limiti di proprietà del gruppo ENEL nella zona, al fine di ridurre al minimo l'acquisizione temporanea di proprietà di Terzi.

Il sito di costruzione si colloca in un'area montana ai piedi del Gran Sasso d'Italia, ad una distanza di circa 20 km dal centro della città dell'Aquila ed a 24 km da Montorio al Vomano, in un contesto di rilievo montano, con viabilità limitata e ad elevata pendenza con possibili spazi puntuali e non particolarmente estesi per gli impianti di cantiere, che quindi trovano collocazione necessariamente distribuita.

Le esigenze di infrastrutture di cantiere sono state pertanto adeguate alle superfici disponibili fra cui sono distribuite, e solo in parte tengono conto del dimensionamento delle lavorazioni per le quali sistematicamente si ricorrerà a depositi di piccole dimensioni frequentemente riforniti.

L'indicazione di tali aree di cantiere è rappresentata nella tavola GRE.EEC.D.99.IT.H.17171.00.161 (Figura 2):

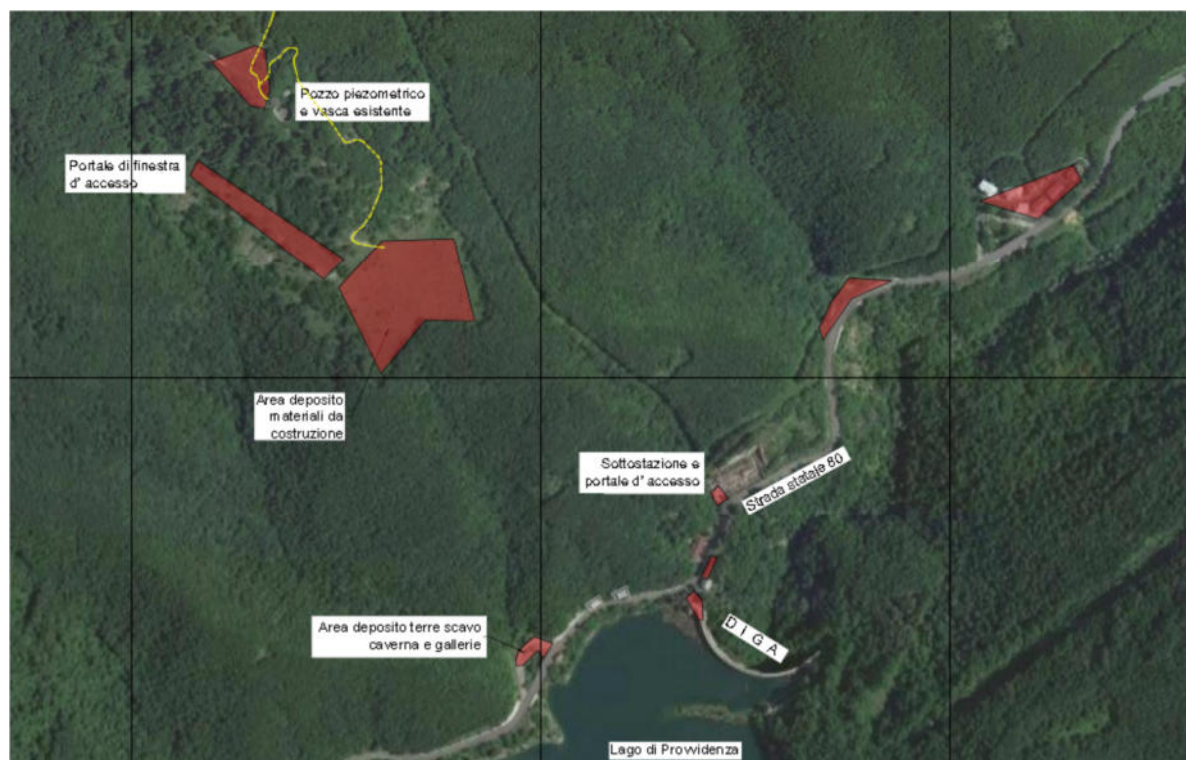


Figura 2: Aree di cantiere previste (in rosso)

Le nuove opere sono quasi esclusivamente in sotterraneo. I fronti da attacco sono così previsti:

1. L'accesso alla nuova caverna destinata ad accogliere le nuove macchine sarà realizzato con un nuovo tratto di galleria carrabile ricavato a partire dalla galleria esistente di accesso alla caverna dell'impianto di Provvidenza. Nello stesso modo sarà realizzata la galleria di accesso al nuovo vano trasformatori;
2. A valle della caverna di Centrale, saranno realizzati il nuovo pozzo piezometrico di valle e la nuova galleria forzata di scarico verso il serbatoio di Provvidenza. La galleria piezometrica sarà realizzata a partire dalla caverna centrale, mentre il fronte di attacco per la galleria di scarico sarà posizionato a valle, in prossimità dell'esistente opera di scarico nel lago di Provvidenza.
3. A monte della centrale, la costruzione della biforcazione verrà attaccata dalla caverna di centrale, fino alla camera inferiore del *raise borer* per il nuovo pozzo forzato;
4. Nella zona dell'attuale vasca di espansione del pozzo piezometrico di monte si provvederà allo scavo del nuovo pozzo forzato di fianco alla vasca stessa e dallo stesso fronte si provvederà allo scavo del nuovo pozzo piezometrico fino alla connessione con la galleria esistente;
5. Dalla finestra esistente, per le ridotte dimensioni, si prevede di realizzare solo le opere di connessione tra nuovo pozzo e galleria esistente.

Le aree di cantiere individuate in appoggio ai fronti di attacco sono:

- Area di lavoro in prossimità del **pozzo piezometrico di monte (PP)**, dov'è prevista l'installazione delle seguenti attrezzature:
  - area delle baracche, ubicata all'entrata del cantiere. Tale area sarà adibita ad ospitare i baraccamenti ad uso ufficio dell'Impresa Costruttrice e della Direzione Lavori, gli spogliatoi ed i servizi igienici.
  - aree per stoccaggio e deposito temporaneo di materiali ed attrezzature; l'area disponibile è ampia ma, considerando il pregio della zona questa opzione andrà valutata attentamente in sede di Valutazione di Impatto Ambientale e di Piano per le Terre e Rocce da scavo.
- Cantiere sotterraneo, in **caverna e galleria (CC)**, per lo scavo della galleria di accesso alla nuova caverna e della nuova caverna stessa. Circa 200 metri più a monte, in fregio all'invaso di Provvidenza, è previsto il portale della galleria idraulica. Questo fronte di cantiere sarà dotato di:
  - area parcheggio e portineria all'ingresso della centrale esistente.
  - area per i baraccamenti: tale area sarà adibita ad ospitare un ufficio dell'Impresa Costruttrice e della Direzione Lavori, gli spogliatoi ed i servizi igienici.
  - Area di accesso alla galleria idraulica.
- Area di lavoro per la realizzazione del **pozzo piezometrico di valle (CV)**, sopra la strada statale 80. Il pozzo piezometrico, come detto, sarà realizzata a partire dalla caverna centrale. Si prevede in ogni caso la realizzazione di una pista temporanea di accesso al portale del pozzo di valle. La



pista, che sarà un'opera previsionale, si diparte dalla strada statale, non lontano dalla sottostazione elettrica esistente. Nella zona in fregio alla strada sono previste:

- aree di cantiere per lavorazioni varie, secondo la disponibilità temporale delle stesse da utilizzarsi anche per deposito temporaneo di materiale.
- area per i baraccamenti: tale area sarà adibita ad ospitare un ufficio dell'Impresa Costruttrice e della Direzione Lavori, gli spogliatoi ed i servizi igienici. A tal fine sarà valutata l'idoneità di edifici contermini nelle disponibilità di EGP.

### 3.2 Accessi

Un aspetto fondamentale del progetto di cantierizzazione dell'opera consiste nello studio della viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. La viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale, e la viabilità extraurbana. La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base delle seguenti necessità:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

Il tracciato, lungo il suo sviluppo, si snoda all'interno di un territorio mediamente infrastrutturato, con un livello medio di interferenza tra il traffico generato a seguito della movimentazione dei materiali e la viabilità locale.

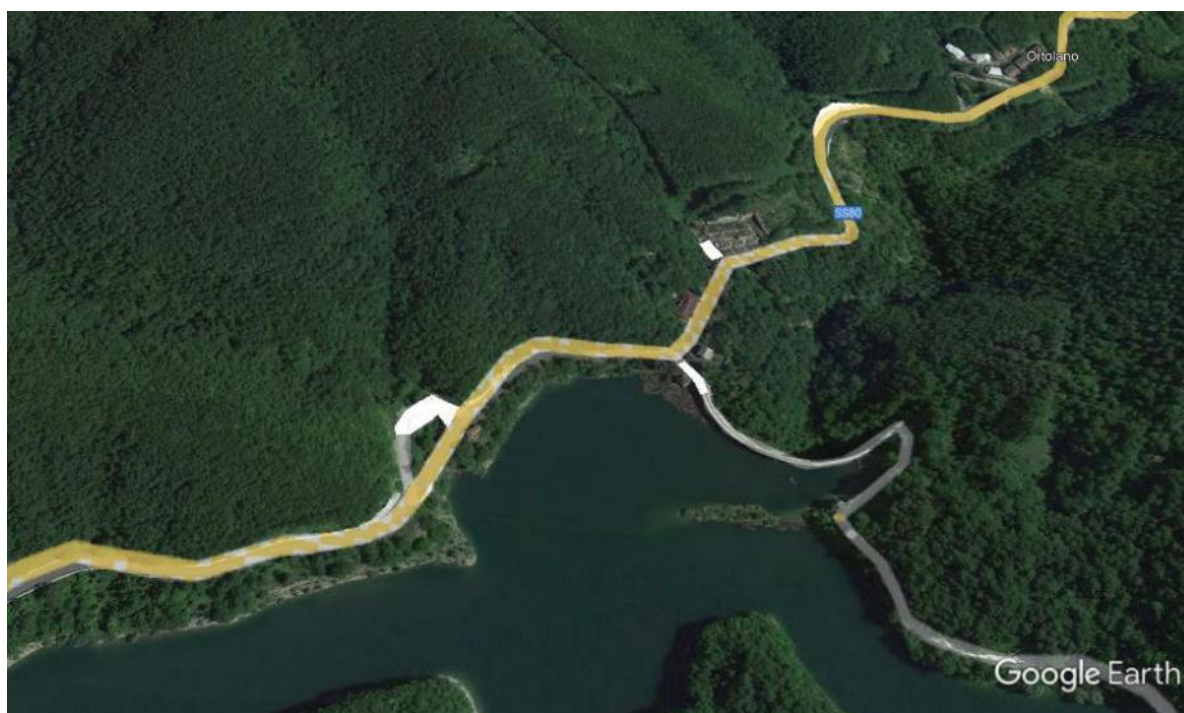


Figura 3: Indicazione della strada statale 80 tra la centrale di Provvidenza e l'omonimo invaso

Gli accessi alle aree di cantiere sono per lo più possibili attraverso strade pubbliche. In particolare, nella zona del lago di Provvidenza si può accedere attraverso la Strada Statale 80. All'area di lavoro nei pressi del pozzo piezometrico si può accedere grazie alla Strada Regionale 577. Da questa strada, che costeggia l'invaso di Campotosto, si diparte una strada vicinale che andrà adeguata al fine di arrivare alla zona in cui sono previsti gli scavi. La strada ha uno sviluppo poco superiore ad un chilometro.

Per la realizzazione delle gallerie l'accesso dalla Statale è facile e non richiede di realizzare piste di particolare sviluppo. Per l'accesso alla nuova caverna occorrerà tenere conto della necessità del personale di O&M di accedere alla centrale in esercizio durante l'esecuzione dei lavori. Questa interferenza sarà gestita all'interno delle attività di Coordinamento.

Non essendo previsto l'utilizzo di una macchina per scavo meccanizzato, gli accessi alle diverse zone adibite a cantiere e destinate alla realizzazione delle nuove opere è senz'altro piuttosto agevole ed idonea rispetto all'attrezzatura che sarà impiegata.

La movimentazione dei materiali connessa al progetto determinerà dei flussi di traffico sulla viabilità afferente, dovuta al trasporto dei materiali, in particolare delle terre di scotico e frantumato da scavi in roccia provenienti dalla zona del pozzo piezometrico e del portale della galleria idraulica. Questi materiali saranno per lo più destinati al conferimento presso siti esterni a discarica e in cava. Saranno inoltre prodotti inerti che potranno essere utilizzati, in parte, per la realizzazione del calcestruzzo all'interno del cantiere, ovvero in altri cantieri. I flussi sono relativi ai materiali principali da movimentare e quindi significativi in termini di quantità, contraddistinti come di seguito:

- Fabbisogno: volume complessivo (espresso in m<sup>3</sup> "in banco") degli inerti e del calcestruzzo necessario alla realizzazione delle opere di pertinenza del cantiere operativo di riferimento.
- Riutilizzo scavi: volume complessivo degli scavi delle opere di pertinenza del cantiere di riferimento, di cui si prevede un riutilizzo nell'ambito dell'intervento (sia nelle opere di pertinenza del cantiere sia in quelle di pertinenza degli altri cantieri).
- Scavi in esubero: volume complessivo degli scavi delle opere di pertinenza del cantiere di riferimento, che saranno trasportati come esuberanti in siti esterni all'intervento a deposito definitivo.

Questi bilanci sono presentati nel documento "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo" (codice GRE.EEC.R.29.IT.H.51381.00.190) che è parte integrante del presente progetto.



Figura 4: Diga di Provvidenza

## 4. ASPETTI DI CANTIERIZZAZIONE

### 4.1 Organizzazione dei diversi fronti

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di un sistema di cantierizzazione che risponda alle seguenti esigenze principali:

- utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico;
- scegliere aree che consentano di contenere al minimo gli impatti sulla popolazione e sul tessuto abitativo, prediligendo aree lontane da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- realizzare i lavori in tempi ristretti, al fine di ridurre le interferenze con l'esercizio delle infrastrutture stradali ed i costi di realizzazione;
- limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine agli svincoli degli assi viari principali, facilmente collegabili alla viabilità esistente, senza necessità di apertura di nuova viabilità;
- minimizzare il consumo di territorio e l'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.

L'accesso alla caverna di nuova costruzione sarà realizzato mediante una specifica derivazione della galleria carrabile di accesso esistente. Questa soluzione consente di ridurre gli scavi necessari, e dunque i costi ed il materiale di risulta. All'esterno della galleria carrabile esistente saranno installati i baraccamenti ed una piazzola di lavoro e deposito dei mezzi e degli equipaggiamenti. L'area disponibile è di oltre 600 m<sup>2</sup> e corrisponde al piazzale esterno rispetto al portale della galleria, che ha un'ottima accessibilità.



Figura 5: Aree del cantiere tra la centrale e l'invaso (CC)

Lo scavo della galleria idraulica sarà affrontato da valle verso monte, realizzando un imbocco in quota, che consenta di lasciare protetto lo sbocco di valle con diaframma naturale, che sarà scavato solo in fase avanzata dei lavori. La zona di imbocco è individuata nei pressi di un tratto di strada abbandonato, che può essere utilizzato come area di occupazione temporanea e di manovra per i mezzi.

L'area di cantiere presso la diga di Provvidenza si suddivide in due zone ben distinte: una a monte della diga, all'interno dell'invaso dove è previsto il portale della nuova galleria, ed una a valle della diga stessa, al piazzale della centrale esistente. Lo spazio davanti alla centrale e ad essa vicino è la zona dove potrà essere realizzata un'area di cantiere più ampia, grazie all'accesso privilegiato che si connette all'arteria Statale. Qui si possono posizionare officine e baraccamenti.

L'ambito in corrispondenza del pozzo piezometrico è senz'altro quello che, dal punto ambientale, ha le maggiori problematiche. La zona ha bisogno di un accesso dedicato. Non lontano dal cantiere può essere individuata una zona di stoccaggio temporaneo o definitivo.



Figura 6: Area del pozzo piezometrico, con indicazione della strada di accesso

L'ammontare del materiale di risulta risulta inferiore, in termini quantitativi, rispetto agli altri due contesti ed è quantificato in questa fase in 3000 m<sup>3</sup>, che possono essere collocati nelle vicinanze. Una parte del materiale estratto dalle gallerie potrà altresì essere utilizzata per allargare, dove necessario, la strada di accesso e per eseguire, periodicamente, modesti rinfranchi.

## 4.2 Modalità di scavo in sotterraneo

Lo scavo del tunnel idraulico, della galleria piezometrica e della galleria di accesso sarà realizzato completamente con tecnica tradizionale, con cariche controllate. La tecnica, cosiddetta "Drill&Blast" è da considerarsi come convenzionale e si contrappone allo scavo meccanizzato, che peraltro è molto diffuso in ambito urbano e per sviluppi più lunghi. La scelta, nel caso in esame, è ricaduta su un metodo che richiede una cantierizzazione meno impegnativa per lo scavo di tre tratti non particolarmente estesi, tutti inferiori ad un chilometro, sia per la galleria di accesso, sia per quella piezometrica e per la galleria idraulica. Le fasi di esecuzione dell'attività di scavo con esplosivo sono descritte di seguito.

**Perforazione**: prima dell'esecuzione della volata, la piattaforma di perforazione esegue i fori progettati in fase di predisposizione del piano di brillamento. I fori sono eseguiti sul fronte di scavo del tunnel con un mezzo chiamato "jumbo" che pratica i fori in parete. Tipicamente questo macchinario ha tre bracci di perforazione ed una cabina operatore per la manovra del mezzo che può praticare fori con una lunghezza variabile da 2 a 6 metri. I fori sono di norma realizzati in due diversi set: uno con direzione parallela allo scavo, che si realizzano ai bordi del fronte, ed uno con fori inclinati verso il centro. Questa tecnica consente una migliore gestione della roccia a valle della volata.

**Caricamento e brillamento**: successivamente alla realizzazione dei fori, essi vengono riempiti con l'esplosivo e collegati ai detonatori. Questi ultimi sono collegati a dispositivi esplosivi, ovvero la linea di tiro, ed i singoli dispositivi esplosivi sono collegati tra loro nel cosiddetto circuito di brillamento. Una volta messa in sicurezza l'area l'esplosione può essere innescata dalla macchina di brillamento. I fori sono fatti saltare in sequenza dal centro verso l'esterno. Anche per sequenze di oltre 100 esplosioni, la volata si completa in pochissimi secondi, con intervalli specifici di pochi millisecondi. La tecnica del frazionamento della volata consiste nel far esplodere per prime le cariche poste al centro del fronte di scavo o del nucleo roccioso e, successivamente, quelle poste verso l'esterno del contorno di scavo. La prima esplosione ha lo scopo di distendere il nucleo roccioso prima dell'esplosione delle restanti cariche; essa crea altresì una superficie di distacco al contorno che agisce, sotto certi aspetti, da schermo alle onde d'urto provocate dal resto delle volate. In questo modo aumenta anche la capacità di frantumazione dell'esplosivo, ottenendo materiali di risulta di dimensioni ridotte.

**Ventilazione**: l'esplosione provoca, oltre alla frantumazione della roccia, una grande quantità di polvere che si mescola con i gas generati dall'esplosione. Per poter riprendere le attività di disaggio e smarino del materiale frantumato, l'aria carica di polvere e gas deve essere allontanata dal tunnel, immettendo aria fresca. Questo viene fatto attraverso i sistemi di canalizzazione dell'aria ovvero lunghi tubi di acciaio oppure di plastica collegati sulla volta del tunnel. Le tubazioni convogliano aria fresca al fronte di scavo. La differenza di pressione localizzata spinge l'aria sporca verso l'uscita del tunnel. Per limitare la formazione di polvere durante le volate, quando è possibile, vengono utilizzati dei getti d'acqua indirizzati sul fronte di scavo.

**Smarino**: una volta che i pezzi di roccia sciolti sono stati rimossi dal fronte di scavo, il materiale, sotto forma di macerie di diversa pezzatura, viene trasportato fuori dal tunnel attraverso autocarri o cassoni

installati su rotaie. Giunto fuori dal tunnel esso può essere destinato a discarica, ovvero a sito di conferimento, oppure può venire utilizzato all'interno del cantiere, in relazione alla qualità della roccia, come inerte per calcestruzzo, per riempimenti, per la formazione di rilevati. In questo caso è necessario intervenire all'uopo sulla pezzatura dello smarino, con impianti dedicati. Con riferimento allo scavo della galleria di scarico, sarà realizzato un pozzo di accesso da valle, nei pressi della strada statale a circa 100 metri dalla nuova opera di presa di valle. Lo smarino derivante dalla nuova galleria idraulica e della galleria piezometrica sarà allontanato da questo pozzo, con opportuni sollevamenti. L'ultimo tratto di collegamento con il bacino di Provvidenza sarà realizzato in coda, predisponendo una palancoletta di protezione della nuova presa, in modo da ridurre ovvero eliminare il periodo di fuori servizio del bacino o di abbassamento del livello dello stesso.

**Rivestimento:** finite le operazioni di smarino generalmente viene applicato un rivestimento temporaneo costituito da spritz-beton a rapida presa, utilizzato per la stabilizzazione delle pareti, anche al fine di proteggere gli operatori da eventuali distacchi di roccia. A seconda del tipo di roccia è possibile implementare diverse misure di fissaggio come rete metallica, centine, bulloni, chiodi che possono essere spinti nella roccia. Per la messa in opera di bulloni o chiodi i fori sono praticati da uno jumbo. La distanza e la profondità di fissaggio tra bulloni e chiodi è determinata dalla Direzione Lavori con il supporto del geologo, e costituisce il rivestimento temporaneo di stabilizzazione. In presenza di rocce di scarsa resistenza meccanica e con uno strato fessurativo importante, può essere necessario mettere in opera le centine, ovvero archi in acciaio che sostengono le pareti e la volta del tunnel. In situazioni differenti può essere fissata alle pareti una rete d'acciaio al fine di evitare la caduta di materiali sfusi sulle zone di lavoro.

**Mappatura geologica:** una volta messo in sicurezza il fronte di scavo esso è accessibile ed è possibile per il geologo accedere ed effettuare la mappatura della roccia. Lo scopo della mappatura è determinare il tipo di roccia, la giacitura, lo stato fessurativo. I geologi individuano eventuali pieghe, la presenza di piani di scorrimento e le faglie eventualmente già mappate in fase preliminare ed esecutiva della progettazione. Sono in questa fase rilevate e documentate le caratteristiche meccaniche della roccia, la reazione della massa rocciosa al processo di scavo e l'eventuale infiltrazione di acque di stillicidio. Il rapporto di mappatura che viene realizzato è di fondamentale importanza per la progettazione e la messa in opera degli interventi di stabilizzazione del tunnel.

**Tempistiche di scavo:** diversi fattori devono essere presi in considerazione durante la progettazione della perforazione: perforabilità, effetti dell'esplosione sulla roccia, tipo di esplosivo da impiegare, limiti di vibrazione e requisiti di precisione. Ogni sito ha le proprie caratteristiche peculiari quindi anche i modelli di perforazione sono specifici per ogni contesto e per tipo di roccia da abbattere. Le tempistiche di scavo dipendono da una serie di variabili. Considerando la geometria della galleria e le rocce di qualità non troppo scadente è ipotizzabile un avanzamento di 6 metri al giorno, corrispondente a due volate al dì dello spessore di 3 metri. Considerando il lavoro sui due turni, per ogni inizio turno potrà essere previsto il trasporto dell'esplosivo, il caricamento ed il brillamento, per poi dedicare il resto del turno alle attività di smarino, rivestimento e mappatura e poi realizzare, a fine turno, la nuova perforazione. Per la galleria idraulica, considerando lo sviluppo consistente in lunghezza, sarà valutata

la possibilità di eseguire il lavoro su tre turni, 7 giorni su 7. L'utilizzo dell'esplosivo sarà in modalità *just in time*, ovvero senza deposito. Con riferimento allo scavo della caverna in questa fase è prevista una produzione, per ogni volata, di circa 400 m<sup>3</sup>.

Non è previsto, infatti, quantomeno in questa fase di progetto, il deposito dell'esplosivo in quanto si ritiene sia fattibile, mediante un'oculata programmazione, l'arrivo giornaliero dell'esplosivo, al fine di evitarne il deposito con le conseguenze del caso in termini di spazi, cautele e procedure da adottare.

### 4.3 Descrizione degli interventi

Gli interventi previsti sono descritti nelle tavole di progetto e nella Relazione Tecnica Generale. In sintesi, gli interventi proposti per la realizzazione dell'Impianto di Provvidenza sono:

- Allestimento del cantiere;
- Realizzazione del tratto di galleria carrabile che si collega alla nuova caverna;
- Realizzazione della nuova caverna di centrale;
- Realizzazione dello stacco con il pozzo forzato esistente;
- Realizzazione di condotta forzata dedicata al nuovo gruppo di pompaggio;
- Realizzazione di nuova galleria idraulica e dell'accesso da valle diga alla stessa;
- Realizzazione di nuova opera di presa nel bacino di valle;
- Realizzazione dei collegamenti elettrici tra caverna e trasformatore esistente;
- Collegamenti elettrostrumentali;
- Realizzazione nuovo pozzo di monte e collegamento alla vasca di espansione esistente;
- Realizzazione del nuovo pozzo piezometrico di valle;
- Ripristini ambientali;
- Disallestimento del cantiere;
- Periodo di prova ed accettazione dell'impianto.

### 4.4 Organizzazione e logistica del cantiere

Per la realizzazione degli interventi in oggetto sono previsti tre fronti di lavoro: l'accesso alla nuova caverna centrale e la realizzazione della centrale stessa, l'imbocco della galleria idraulica dal bacino di valle, l'area del pozzo piezometrico. Si prevede la presenza di almeno due imprese principali contemporanee: l'impresa civile (CIV) e quella idro-elettromeccanica (IEM), oltre alla presenza della Direzione Lavori, del Coordinatore per la Sicurezza e delle figure delegate dalla Committenza.

#### 4.4.1 Impresa civile

L'impresa civile sarà impegnata in lavori in sotterraneo, lavori di adeguamento del pozzo piezometrico ed attività interne alla caverna, relative al trattamento delle pareti, organizzazione degli spazi, inghisaggi e supporto alle installazioni elettromeccaniche.



Durante la fase di realizzazione delle opere in sotterraneo (sia per la galleria carrabile sia per la galleria idraulica) si prevedono: 1 squadra su doppio turno giornaliero 5.5 giorni a settimana (per ogni turno 1 capocantiere, 1 assistente, 1 addetto sicurezza e primo soccorso, 1 caposquadra, 4 addetti fronte scavo, 1 fuochino, 2 addetti rimozione materiale, 1 attrezzista, 1 escavatorista, 2 addetti betonaggio, 2 conducenti dumper e betoniera). I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

	<b>Elemento</b>	<b>Dimensioni</b>	<b>Numero</b>
<b>Mezzi</b>	Jumbo	Standard	1
	Attrezzatura iniezioni	Standard	1
	Attrezzatura per spritz beton	Standard	1
	Dumper	Standard	1
	Pala	Standard	1
	Escavatore	Standard	1

Come già accennato, sarà valutata la possibilità di estendere su 3 turni e 7 giorni di lavoro il fronte di scavo della galleria idraulica.

Il relativo cantiere necessita delle seguenti attrezzature, meglio descritte ed individuate dal CSP nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, che sarà redatto in fase di progettazione per la gara d'appalto:

- Uffici, suddivisi in una baracca per l'impresa ed una per la DL e la Committenza
- Spogliatoi per 35 persone
- Docce e bagni per 15 persone
- Mensa cucina per 18 persone
- Infermeria e Pronto Soccorso
- Officina elettrica/meccanica
- Deposito materiali per cantiere
- Gruppo elettrogeno
- Impianto aria compressa esterno con compressori
- Raccolta acque con separatore oli

Essendo presente, in loc. Caldarola, una ditta di produzione di calcestruzzi, non si ritiene necessario prevedere l'impianto di betonaggio. Questi apprestamenti saranno collocati sul piazzale di ingresso alla centrale di Provvidenza e nella zona della diga. Come si è già detto, in questa fase di progettazione non è prevista un'area di deposito giornaliero dell'esplosivo.

Durante la fase di realizzazione delle opere in caverna, specificatamente in assistenza all'impresa IEM si prevede la riduzione delle risorse CIV e delle relative attrezzature di cantiere. Per l'assistenza agli inghisaggi e la realizzazione di opere in cemento armato in centrale sono previste due squadre, ciascuna composta da 1 Caposquadra e 4 addetti carpentieri.

#### 4.4.2 *Impresa Idro-Elettromeccanica*

Durante la fase di montaggio delle opere idro-elettromeccaniche si prevede una squadra di montatori meccanici che lavora in giornata per 5.5 giorni a settimana, composta da: 1 capomontatore, 1 caposquadra, 4 montatori meccanici 2 montatori elettrici 1 tecnico SCADA ed un gruista. Il relativo cantiere necessita delle seguenti attrezzature, meglio descritte ed individuate dal CSP nel Piano di Sicurezza e Coordinamento:

- Uffici: 1 baracca per l'impresa
- Infermeria e Pronto Soccorso
- Officina elettrica/meccanica
- Deposito materiali per montaggi

Questi apprestamenti saranno collocati all'interno della caverna di nuova realizzazione. La Committenza e la Direzione Lavori potranno contare su un ufficio da posizionare nell'esistente centrale di Provvidenza o all'esterno del piazzale. All'esterno, nei pressi del piazzale ingresso della centrale elettrica, saranno collocati:

- Spogliatoi per 18 persone
- Docce e bagni per 18 persone
- Refettorio/Mensa per 18 persone

Sarà facoltà delle due imprese principali accordarsi per l'utilizzo promiscuo dell'area mensa, di docce e spogliatoi, in considerazione del differimento temporale in cui le diverse forze lavoro saranno impiegate.

#### 4.4.3 *Impostazione logistica*

L'impostazione logistica del Cantiere, così come qui preliminarmente impostata e progettata e come sviluppata nelle fasi successive dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione, dovrà garantire condizioni ordinate, salubri e nel totale rispetto della Sicurezza. Le tre aree di cantiere, da considerarsi separatamente, sono:

- Cantiere "gallerie", per i tre tratti di galleria
- Cantiere "pozzo di valle"
- Cantiere "pozzo piezometrico"

Tali aree avranno una durata del cantiere diversa e, in massima parte, non correlata alle altre due. I tre ambiti condivideranno alcuni apprestamenti di cantiere, come l'area mensa e gli spogliatoi.

In ognuno degli ambiti di cantiere saranno presenti i servizi igienici ed un punto di medicazione, oltre che una baracca per gli uffici. Con riferimento alla portineria del cantiere essa sarà prevista solamente all'ingresso della galleria carrabile esistente e dovrà occuparsi, oltre che del riconoscimento delle persone che accedono al cantiere, di applicare il protocollo di accesso alla centrale in esercizio del personale ENEL di O&M. Nelle altre due aree di cantiere non è prevista portineria. In ogni caso

l'accesso alla galleria idraulica sarà inibito, a fine giornata, mediante la chiusura dell'accesso alla galleria stessa secondo modalità che saranno concordate con il CSE.

L'area mensa sarà collocata nei pressi della galleria di accesso alla centrale di Provvidenza, essa prevede: la cucina, la dispensa, il refettorio, l'area di carico e scarico merci, l'area con i cassoni per i rifiuti. La cucina e la dispensa sono state in questa fase ipotizzate in un unico edificio prefabbricato ad un piano (2.5 x 12 m). La cucina/dispensa potrà essere affiancata da un piazzale di carico/scarico per gli approvvigionamenti e dai cassoni per i rifiuti (a conveniente distanza). La stessa area di carico/scarico verrà quindi utilizzata anche dai mezzi della nettezza urbana per lo svuotamento dei cassoni dei rifiuti. Il refettorio, di dimensioni 2.5 x 12 m, sarà collocato in un altro edificio affiancato alla cucina/dispensa. Nonostante l'utilizzo della mensa sia normalmente diviso in più turni, il refettorio è dimensionato per accogliere potenzialmente tutto il personale residente in cantiere, al fine di poter utilizzare tale spazio coperto anche per le riunioni per le quali è necessaria la presenza di tutti.

Gli spogliatoi, le docce ed i servizi igienici saranno anch'essi collocati presso il cantiere "Imbocco" e consistono di almeno un edificio che ospita gli spogliatoi/docce (2.5 x 6 m o 2.5 x 12 m) e almeno uno per i servizi igienici (2.5 x 6 m o 2.5 x 12 m).

Per tutti gli ambiti sono previsti anche i seguenti impianti ed apprestamenti:

- Impianti antincendio: il cantiere base sarà dotato di impianto antincendio, comprensivo di serbatoi o vasche per l'acqua dolce, delle pompe e delle tubazioni.
- Sistema di trattamento delle acque reflue: conformemente alla normativa vigente l'Impresa Appaltatrice dovrà provvedere e realizzare/installare opportuni sistemi di gestione e trattamento delle acque reflue provenienti dalle lavorazioni. Si prevede il trattamento di tutte le acque fangose provenienti dalle lavorazioni in gallerie e dal betonaggio mediante impianto di trattamento industriale munito di filtropressa. Le acque di prima pioggia saranno invece trattate da un modulo fisso in calcestruzzo ripartito in due vasche.
- Deposito: sarà adibito almeno un deposito per ogni area di cantiere (2.5 x 6 m).
- Officina (Elettrica e Meccanica): l'officina è necessaria per effettuare la manutenzione ordinaria dei mezzi di lavoro. Si tratta generalmente di un edificio prefabbricato simile a quello adibito a deposito. È sempre dotata di uno o più ingressi carrabili e, se gli spazi lo consentono, di tettoia esterna.
- Cabina elettrica: ogni area di cantiere sarà dotata di cabina elettrica le cui dimensioni minime saranno 6 x 2.5 m, comprensive altresì delle aree di rispetto.
- Area deposito olii e carburanti: i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere verranno stoccati in un'apposita area recintata, dotata di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.
- Ventilatore, Gruppo elettrogeno e Compressore: ogni cantiere operativo sarà equipaggiato con tali installazioni al fronte scavo.
- Impianto lavaruote: posto al limite con la viabilità ordinaria consentirà il lavaggio degli pneumatici all'uscita delle piste di cantiere in terra battuta.

Non è prevista la realizzazione di strutture recettive, ovvero alloggi per il personale operativo di cantiere. Per tutto il cantiere sarà allestito un laboratorio prove materiali sarà costituito da un modulo prefabbricato (2.5 x 6 m). Se gli spazi lo consentono, su un lato dell'edificio viene di norma realizzata un'area coperta da tettoia per il deposito di materiali sensibili agli agenti atmosferici e per agevolare il carico e lo scarico di materiali in qualunque condizione meteorologica.

Vicino alla centrale di Provvidenza, presumibilmente sul coronamento diga ed in edifici vicini nelle disponibilità di EGP saranno ricavati anche i seguenti spazi:

- parcheggi per mezzi d'opera;
- aree di stoccaggio dei materiali da costruzione;
- eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo;
- aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie.

L'impianto di betonaggio sarà invece collocato nelle vicinanze dell'imbocco con la strada di servizio che porta al cantiere del pozzo piezometrico. L'impianto sarà costituito da macchina per il betonaggio e prefabbricazione, la valorizzazione degli inerti ed il frantoio.

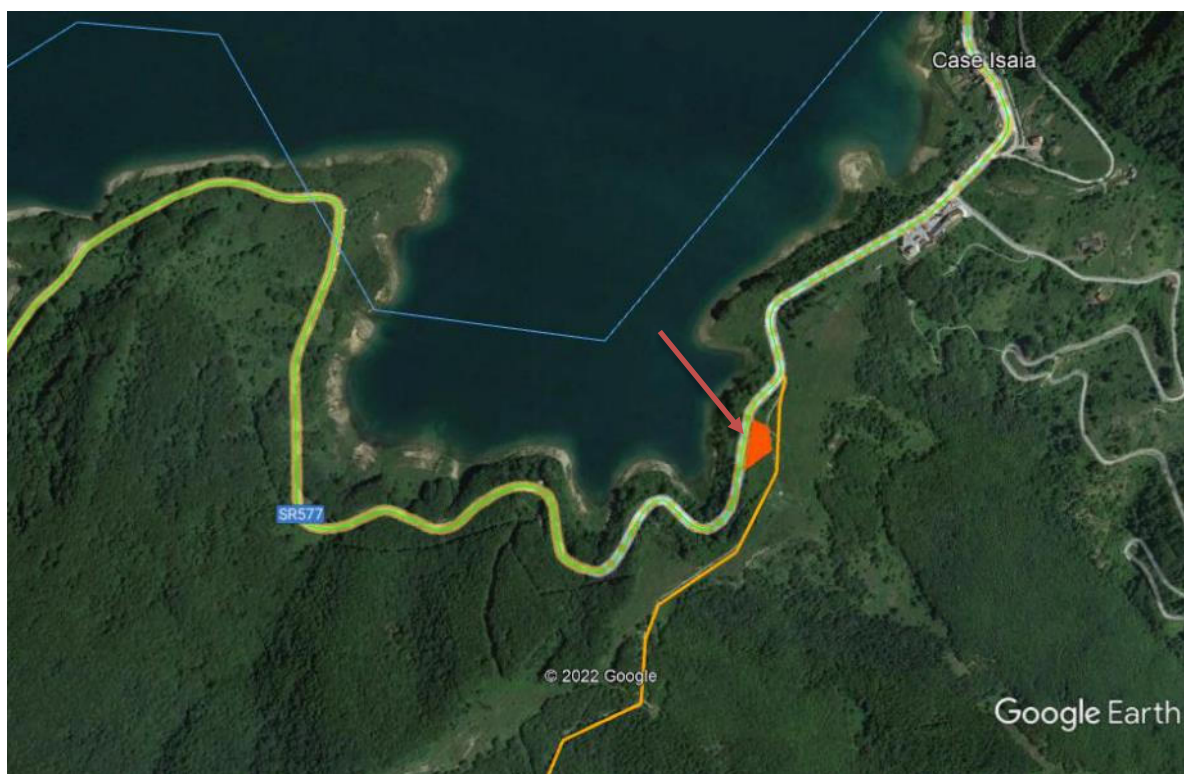


Figura 7: Possibile posizionamento dell'impianto di betonaggio

Una posizione di questo tipo risulta piuttosto baricentrica in termini di accessibilità.

In via preliminare, la superficie complessiva impegnata dalle baracche è stimata in modo parametrico considerando una popolazione complessiva di 50 addetti:

- Infermeria e primo soccorso: 10.0 m<sup>2</sup>/50 addetti 10 m<sup>2</sup>;

• Refettorio:	1.4 m <sup>2</sup> /addetto	70	m <sup>2</sup> ;
• Servizi igienici e docce:	0.8 m <sup>2</sup> /addetto	40	m <sup>2</sup> ;
• Spogliatoi:	1.5 m <sup>2</sup> /addetto	75	m <sup>2</sup> ;
• Uffici (8 addetti):	7.5 m <sup>2</sup> /addetto	60	m <sup>2</sup>

Per un totale di circa 250 m<sup>2</sup>, da disporre su 2 livelli per risparmiare spazio. Lo spazio appare sufficiente se collocato non lontano dall'ingresso della centrale di Provvidenza, dove rimane un congruo spazio disponibile per deposito di materiali ed attrezzature nonché per la sosta temporanea dei mezzi di cantiere. Per il deposito di macchinari da lavoro e di materiali potrà essere utilizzato anche lo spazio disponibile in altre aree contermini.



Figura 8: Piazzale di ingresso all'esistente centrale di Provvidenza

#### 4.5 Bilancio dei materiali

I bilanci dei materiali sono presentati nel documento "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo" (codice GRE.EEC.R.29.IT.H.51381.00.190) che è parte integrante del presente progetto. Come è già stato accennato in precedenza una parte del materiale sarà utilizzato per realizzare piste di accesso, un ulteriore volume potrà servire per produrre inerte da impiegare nella miscelazione di calcestruzzo, ovvero per realizzare riempimenti, ed un'altra frazione del materiale scavato andrà destinata a siti di deposito temporaneo e definitivo.

La movimentazione dei materiali connessa al progetto determinerà dei flussi di traffico sulla viabilità afferente, dovuta al trasporto dei materiali, in particolare delle terre di scotico e frantumato da scavi in roccia provenienti dalla zona del pozzo piezometrico e del portale della galleria idraulica. Questi materiali saranno per lo più destinati al conferimento presso siti esterni a discarica e in cava. Saranno inoltre prodotti inerti che potranno essere utilizzati, in parte, per la realizzazione del calcestruzzo all'interno del cantiere, ovvero in altri cantieri. Una parte dello smarino sarà inoltre utilizzata per realizzare l'area di imbocco della galleria idraulica, in sponda dell'invaso di Provvidenza. I flussi sono relativi ai materiali principali da movimentare e quindi significativi in termini di quantità, contraddistinti come di seguito:

- Fabbisogno: volume complessivo (espresso in m<sup>3</sup> "in banco") degli inerti e del calcestruzzo necessario alla realizzazione delle opere di pertinenza del cantiere operativo di riferimento.
- Riutilizzo scavi: volume complessivo degli scavi delle opere di pertinenza del cantiere di riferimento, di cui si prevede un riutilizzo nell'ambito dell'intervento (sia nelle opere di pertinenza del cantiere sia in quelle di pertinenza degli altri cantieri).
- Scavi in esubero: volume complessivo degli scavi delle opere di pertinenza del cantiere di riferimento, che saranno trasportati come esuberanti in siti esterni all'intervento a deposito definitivo.

La stima dei quantitativi dei principali materiali impiegati per la costruzione delle opere risulta fondamentale ai fini della determinazione delle aree necessarie per i cantieri ed in particolare per gli spazi da dedicare allo stoccaggio. Inoltre, tale stima consente di determinare i flussi di traffico prevedibili nel corso dei lavori di costruzione sulla viabilità esterna ai cantieri, e quindi di verificare l'adeguatezza della stessa e le eventuali criticità. I dati riportati di seguito, relativi ai quantitativi dei materiali da costruzione, sono da intendersi indicativi e finalizzati al dimensionamento delle aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali e per definire i flussi di traffico lungo la viabilità di accesso alle diverse aree di cantiere.

Per maggiori dettagli sui quantitativi dei materiali da movimentare durante i lavori e sulle caratteristiche dei siti di approvvigionamento e smaltimento dei terreni si rimanda agli elaborati di progetto specifici. I materiali principali (dal punto di vista quantitativo) coinvolti nella realizzazione delle opere sono costituiti da:

- terre e rocce provenienti dagli scavi;
- inerti necessari alla preparazione del calcestruzzo;
- terre e rocce in esubero da conferire a discarica/cava

Di seguito si sintetizzano i volumi provenienti dagli scavi. I volumi delle terre riportati nella seguente tabella sono da intendersi in banco (coefficiente moltiplicativo per il passaggio da banco a mucchio è stimabile pari a 1.35). I volumi riportati in tabella sono da intendersi quali una stima di massima finalizzata alle valutazioni del presente progetto di cantierizzazione; pertanto, si rimanda al computo metrico di progetto per ogni maggiore dettaglio sulle quantità da movimentare durante i lavori.

Produzione complessiva materiali di scavo		
Opera	Tipo di scavo	Volume [m <sup>3</sup> ]
Tratto galleria carrabile	Drill&Blast	35'000
Galleria idraulica	Drill&Blast	25'000
Caverna centrale	Drill&Blast	70'000
Tie-In e connessioni idrauliche	Drill&Blast	30'000
Nuovo pozzo piezometrico di monte	Drill&Blast	15'000
Nuovo pozzo piezometrico di valle	Drill&Blast	10'000
Movimenti terra per aree di cantiere	M. movimento terra	1'000
Adeguamento pozzo piezometrico	M. movimento terra	3'000
Finiture e sistemazioni	M. movimento terra	1'000
<b>Totale</b>		<b>190'000</b>

Tabella 1: Produzione complessiva di materiali di scavo (in banco)

Con riferimento alle stime riportate, i materiali provenienti dagli scavi, definiti considerando un incremento del 35% circa) saranno pertanto gestiti come segue:

- circa 25'000 m<sup>3</sup> di materiale da scavo potrà essere riutilizzato nell'ambito degli interventi del presente progetto per la realizzazione di rinterri e rilevati. Ai fini del riutilizzo di quota parte degli scavi potranno essere impiegate le aree di cantiere e in particolare quelle ipotizzate per lo stoccaggio (si rimanda per maggiori dettagli agli elaborati grafici di cantierizzazione);
- circa 25'000 potrà essere utilizzato per la produzione di inerti per calcestruzzo;
- I rimanenti volumi di scavo in esubero e/o contaminati (200'000 m<sup>3</sup>), non impiegabili per reinserimenti ambientali, saranno conferiti a siti esterni al cantiere per la destinazione finale (impianti di recupero, discariche per inerti, discariche per rifiuti non pericolosi).

#### 4.6 Approvvigionamento del calcestruzzo

Nell'ambito del presente progetto di cantierizzazione è stata prevista la possibilità, da parte dell'appaltatore, di prevedere dei propri impianti di betonaggio di cantiere per la produzione del calcestruzzo, nell'area di cantiere a valle della diga di Piaganini ed a livello del pozzo piezometrico esistente.

Gli impianti saranno caratterizzati da una superficie di circa 800 m<sup>2</sup>. Le aree dove insisteranno gli impianti saranno dotate di un piazzale di cemento impermeabile caratterizzato da una superficie omogenea avente lievi pendenze sui quattro lati per consentire la raccolta delle acque meteoriche e i residui delle acque di percolamento dalle betoniere, durante la fase di carico del prodotto miscelato. Le acque meteoriche di dilavamento del piazzale e quelle derivanti dall'impianto di lavaggio delle autobetoniere saranno depurate e riutilizzate in buona parte nel ciclo produttivo, con notevole risparmio idrico. I fanghi saranno periodicamente estratti dall'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia e conferiti a smaltimento tramite ditta autorizzata.

L'impianto, che sarà definito in una successiva fase progettuale, avrà produzione massima complessiva pari a 200 m<sup>3</sup>/h. Dovrà essere previsto un sistema di abbattimento delle polveri nel rispetto della tutela dell'ambiente. Si segnala che nei pressi dell'ingresso agli impianti, è sempre prevista un'area di stoccaggio preliminare della materia prima (inerti di cava), suddivisa in box separati da setti. I box saranno presidiati da idonei erogatori d'acqua che periodicamente saranno attivati per limitare la diffusione delle polveri, soprattutto prima di uno spostamento e dopo lo scarico. Gli inerti depositati, all'occorrenza saranno prelevati con pale gommate e trasportati alle tramogge dell'impianto di calcestruzzo.

Scopo dell'impianto di betonaggio è il dosaggio, in quantità ben definite e variabili a seconda delle miscele di progetto, di inerti, cemento ed acqua ed il successivo carico delle autobetoniere. L'intera modalità di dosaggio dei componenti, approfondita in una fase progettuale successiva, sarà regolata da un sistema computerizzato mediante un responsabile che darà via alle operazioni selezionando la miscela di progetto prevista.

Se necessario saranno individuati sul territorio circostante ulteriori impianti di betonaggio esistenti potenzialmente utilizzabili durante i lavori, che potranno essere impiegati in alternativa o in aggiunta agli eventuali impianti di betonaggio di cantiere.

### **Impianto di frantumazione**



Figura 9: Esempio impianto di frantumazione mobile



Per la produzione di aggregati riciclati non legati, al fine di realizzare calcestruzzo, verrà utilizzato un gruppo mobile per la frantumazione.

La frantumazione, ovvero l'azione meccanica disgregatrice dei materiali (rocce o rifiuti) può avvenire per schiacciamento, per impatto o per triturazione. Ognuna di queste modalità di frantumazione è ottenuta tramite frantoi di tipo diverso. Quando una roccia o materiale subisce il passaggio all'interno di un frantoio, comincia a essere disgregata in elementi dal diametro sempre più ridotto. Per arrivare alla dimensione più piccola, passando dalle pezzature più grandi (pietrisco), alle più piccole (sabbia), occorrono diversi stadi, successivi l'uno all'altro.

Le caratteristiche del frantoio prescelto dipendono quindi dal materiale che si prevede scavare e saranno definite in una successiva fase progettuale. Naturalmente il posizionamento della macchina all'interno di aree apposite (100 m<sup>2</sup> circa) è stato oggetto di una scelta strategica in grado di non arrecare danni o disturbi agli ambienti circostanti. La possibile collocazione dei frantoi potrà essere valutata nell'area a valle della diga di Piaganini ed in corrispondenza del pozzo piezometrico. Sarà predisposto un laboratorio per eseguire prove di qualità sugli inerti.

## 5. CRONOPROGRAMMA GENERALE DEI LAVORI

Il programma generale dei lavori prevede l'esecuzione dell'intervento sull'arco di circa 40 mesi, a partire dalla consegna degli stessi all'impresa esecutrice. L'inizio effettivo dei lavori è previsto in maggio, con l'installazione del cantiere, mentre gli ultimi interventi impiantistici in centrale sono previsti entro settembre del quarto anno, per dedicare una coda del cantiere a collaudi e smobilitazione del cantiere durante il quarto anno.

L'esercizio provvisorio è previsto a partire dal quarto anno e durerà sei mesi, ovvero la durata prevista dagli accordi contrattuali.

Gli interventi principali programmati nel corso del **primo anno** d'attività possono essere riassunti come segue:

- Allestimento cantiere lavori civili all'imbocco della galleria carrabile esistente
- Predisposizione parcheggi ed altre aree di servizio
- Attacco della diramazione per la nuova galleria di accesso carrabile
- Predisposizione di un piazzale in sponda del lago Piaganini con il materiale di risulta
- Predisposizione del cantiere nella zona a valle della diga di Piaganini
- Realizzazione del pozzo per l'attacco dello scavo della galleria idraulica
- Realizzazione della connessione tra galleria idraulica e zona del cantiere a valle diga
- Scavo della galleria idraulica – prima parte
- Scavo della parte nuova del pozzo piezometrico di monte – prima parte
- Scavo della galleria carrabile
- Scavo della nuova caverna – prima parte

Durante il **secondo anno** le attività proseguono fino alla conclusione dei lavori:

- Scavo della nuova caverna – seconda parte
- Scavo della galleria idraulica – seconda parte
- Scavo della parte nuova del pozzo piezometrico di monte – seconda parte
- Realizzazione dei cementi armati di centrale
- Installazione del carroponete di centrale
- Montaggi meccanici ed inghisaggi
- Realizzazione del collegamento idraulico con il pozzo forzato (cd. Tie-in)
- Montaggio motore elettrico
- Montaggi dei quadri elettrici
- Realizzazione impianti di centrale (illuminazione, distribuzione BT, MT, ausiliari, antincendio/allagamento, SCADA, CC, TLC, posto controllo, ventilazione)
- Realizzazione dei cavedi e posa di cavi e connessioni
- Proseguimento e conclusione dello scavo della galleria idraulica
- Realizzazione degli impianti tecnici di galleria

- Connessione con il trasformatore esistente
- Modifiche elettriche e piccoli adeguamenti civili della sala trasformatore

Durante il **terzo anno** le attività proseguono fino alla conclusione dei lavori.

A partire dal quarto anno si effettueranno:

- Tutte le opere di collegamento delle gallerie idrauliche;
- Tutte le opere di collegamento della parte elettrostrumentale;
- La commutazione di operatività tra impianto vecchio e nuovo;
- Il collaudo e la messa in esercizio del nuovo gruppo, consistenti in:
  - Commissioning (prove funzionali in bianco, prove per parti);
  - Primo avviamento;
  - Perfezionamento funzionale SCADA;
  - Collaudo e accettazione provvisoria;
  - Esercizio provvisorio;
  - Accettazione finale.

Si riporta di seguito il cronoprogramma concettuale, suddiviso in cinque fasi di lavoro. Un cronoprogramma più dettagliato è redatto nel documento GRE.EEC.R.29.IT.H.51381.00.157.

MESI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Attività propedeutiche	■	■	■																																							
Realizzazione galleria idraulica		■	■	■	■																																					
Pozzo piezometrico di valle			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Galleria accesso, caverna, vani tecnici			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Condotta forzata			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pozzo piezometrico di monte						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Installazioni idro-elettromeccaniche																																										
Commisioning, test e demob																																										
FUORI SERVIZIO IMPIANTO ESISTENTE																																										

Figura 10: Cronoprogramma concettuale dell'intervento previsto

## 6. PROGRAMMA DI INDISPONIBILITÀ DELL'IMPIANTO

L'esistente impianto idroelettrico di Provvidenza continuerà a produrre, durante lo sviluppo del cantiere, con il normale esercizio.

Il programma di costruzione del nuovo impianto di Provvidenza II, prevede una esecuzione delle lavorazioni totalmente non interferente con il funzionamento dell'esistente centrale di Provvidenza, se si eccettuano le necessità di connessione idraulica.

Esistono infatti alcune necessarie lavorazioni per eseguire il collegamento e l'adeguamento degli impianti esistenti, per le quali è necessario mettere in fuori servizio totale dell'impianto di Provvidenza durante l'ultima fase dei lavori.

Il periodo di fuori servizio è stato programmato per la stagione estiva dell'ultimo anno di cantiere, al fine di minimizzare il *loss of profit*.

In questo periodo l'acqua da rilasciarsi in obbligo a diritti di Terzi o come deflusso minimo vitale, se non disponibili dai bacini allacciati al serbatoio di Provvidenza, dovrà essere rilasciata direttamente dal bacino di Campotosto. La programmazione di questa fase ha adottato un approccio che consenta di ottimizzare l'utilizzo della risorsa anche durante i lavori.

## **7. MONITORAGGIO DURANTE I LAVORI**

Per il monitoraggio delle opere esistenti durante i lavori si ricorrerà a nuovi strumenti di misura, in aggiunta rispetto a quanto già presente sugli impianti. Una particolare rilevanza assume il controllo delle vibrazioni provocate dai lavori di demolizione. In generale, tutti i dati relativi alle vibrazioni indotte saranno periodicamente registrati ed inseriti in un database che consenta di individuare tempestivamente le eventuali azioni correttive.

### **7.1 Collimazione e livellazione**

Saranno predisposti punti di misura di collimazione e livellazione, sulla base di eventuali punti di riferimento esistenti, che rimarranno in funzione per l'intera durata dei lavori. I punti di riferimento saranno localizzati sia nei tunnel esistenti sia nelle caverne e nei locali tecnici sotterranei.

### **7.2 Estensimetri e perdite**

Nuovi estensimetri saranno installati sui giunti e sulle fessure più evidenti rilevate prima dell'inizio degli interventi, in posizioni da definire sul posto, e su tutte quelle fessure che si manifestassero durante l'esecuzione dei lavori.

Le perdite dalle volte della caverna e delle gallerie dovranno essere tutte rilevate, captate ed incanalate a valle, prima che si eseguano i getti dei rivestimenti permanenti, in modo da proteggere il calcestruzzo. Dove necessario, le perdite saranno otturate tramite opportune iniezioni di impermeabilizzazione, una volta completati i getti di riempimento.

### **7.3 Controllo delle vibrazioni**

Durante l'esecuzione delle opere, il controllo delle vibrazioni è da considerarsi obbligatorio per l'intera durata dei lavori, in special modo nelle fasi di demolizione di fabbricati esterni e nelle fasi di scavo in sotterraneo e demolizioni, in prossimità delle opere esistenti. È infatti possibile che le vibrazioni indotte possano causare vibrazioni indesiderate sulle parti d'impianto che devono poter rimanere operative e fessurazioni sulle parti strutturali delle quali si vuole mantenere l'integrità. Come si è detto sarà implementato, assieme ad EGP, un protocollo che consenta la rapida soluzione di problemi di blocco intempestivo.

La norma UNI 9916 fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati e di interpretazione dei fenomeni vibratorii, in modo da permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici. I valori limite di velocità di vibrazione sono individuati in riferimento alla normativa tedesca DIN 4150-3, e dipendono dalla tipologia della costruzione e dalla frequenza delle vibrazioni che giungono sulle strutture da conservare. Per le strutture di interesse si fa riferimento ai valori limite di velocità di vibrazione definiti per la Classe 1, Costruzioni industriali, edifici industriali e

costruzioni strutturalmente simili (vedi Appendice D, Prospetto D.1 della UNI 9916, Vibrazioni di breve durata):

- $V_{max} = 20$  mm/s, da 1 a 10 Hz,
- $V_{max} = 20\div 40$  mm/s, da 10 a 50 Hz,
- $V_{max} = 40\div 50$  mm/s, da 50 a 100 Hz.

I valori di riferimento indicati sono quelli al di sotto dei quali è ragionevole presumere che non vi sia danno. L'Appaltatore dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori di scavo con esplosivo e demolizione, una relazione tecnica comprendente una descrizione dettagliata della metodologia, mezzi d'opera ed organizzazione dei lavori, con riferimento anche al monitoraggio continuo delle vibrazioni indotte dalle tecnologie di scavo e demolizione adottate, ed al rispetto dei limiti di velocità di vibrazione prescritti.

#### **7.4 Controllo delle temperature del calcestruzzo**

Per i getti strutturali normali, saranno applicate le consuete procedure previste dalla normativa vigente. Per quanto riguarda invece l'esecuzione di getti massivi, le temperature del calcestruzzo dovranno essere monitorate durante le fasi di getto e maturazione del calcestruzzo, mediante l'inserimento di termocoppie, al fine di contenere le escursioni termiche entro i limiti previsti dal mix design di progetto, tenendo conto degli eventuali sistemi di raffreddamento degli inerti o dell'acqua.

Giubiasco, 20 ottobre 2022

Lombardi SA

ViM/MFr